



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN

***“DISEÑO DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN REMOTA PARA LA
ADQUISICIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA EN LAS ORILLAS DEL
PARQUE ACUÁTICO LAGO-SAN PABLO”.***

***TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN***

AUTOR: WILMER ANÍBAL ORTIZ CACUANGO

DIRECTOR: MSC. JAIME ROBERTO MICHILENA CALDERÓN

Ibarra-Ecuador

2021



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

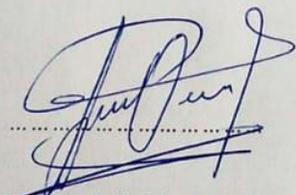
DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1003322482		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Wilmer Anibal Ortiz Cacuango		
DIRECCIÓN:	San Pablo del Lago – vía Zuleta comunidad "Angla"		
EMAIL:	waortizc@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0968237358
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	DISEÑO DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN REMOTA PARA LA ADQUISICIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA EN LAS ORILLAS DEL PARQUE ACUÁTICO LAGO-SAN PABLO.		
AUTOR (ES):	Wilmer Anibal Ortiz Cacuango		
FECHA: DD/MM/AAAA	21/09/2021		
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO			
PROGRAMA:	PREGRADO		
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Electrónica y Redes de Comunicación		
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Jaime Michilena Calderón, MSc.		

CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 21 días del mes de septiembre de 2021

EL AUTOR:



Wilmer Anibal Ortiz Cacuango

CI: 1003322482



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN

MsC. JAIME MICHILENA CALDERÓN, DIRECTOR DEL PRESENTE TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA:

Que, el presente trabajo de Titulación "DISEÑO DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN REMOTA PARA LA ADQUISICIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA EN LAS ORILLAS DEL PARQUE ACUÁTICO LAGO-SAN PABLO". Ha sido desarrollado por el señor Wilmer Anibal Ortiz Cacuango, portador de la cedula de identidad: 1003322482, bajo mi supervisión.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor de la verdad.

Ing. Jaime Michilena, MSc.

1002198438

DIRECTOR

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado a las personas más importantes de mi vida, esto va por ustedes.

A Dios por guiar cada paso que doy, que me da sabiduría y fortaleza necesaria para continuar con firmeza en las adversidades de la vida.

A mis padres; Francisco Ortiz y Micaela Cacuango, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años que ha sido un pilar fundamental para lograr objetivos planteados en mi vida y convertirme en un profesional para la sociedad, siento orgullo y privilegio de mis padres por lo cual mis logros son dedicados a ellos.

A mis hermanos por apoyarme incondicionalmente en todo momento quienes me alientan para seguir adelante y dar lo mejor de mi cada día.

A mi abuelita Tomasa Perugachi; por ser parte de mi hogar y por sus buenos consejos que me alientan a prosperar y seguir demostrando que con esfuerzo y dedicación se llega a cumplir los objetivos.

Wilmer Ortiz

Agradecimiento

Agradezco infinitamente,

A creador del universo por bendecirnos la vida y gozar de la felicidad en este plano astral.

A mis padres Francisco Ortiz y Micaela Cacuango, por su cariño y apoyo incondicional durante todo este proceso de formación y hacer posible muchos de mis anhelos profesionales.

A mis amigos más cercanos, por compartir valores fervientes en esta travesía por la academia universitaria de la UTN.

Al Ing. Jaime Michilena MsC. por ser mi guía en esta ardua investigación y contribuirme con sus conocimientos en la elaboración de este proyecto de titulación y también de encaminarme hacia el éxito.

A mis asesores, Ing. Carlos Vásquez MsC. e Ing. Fabian Cuzme MsC, por sus sugerencias en el desarrollo del proyecto.

Wismer Ortiz

ÍNDICE DE CONTENIDO

<i>IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA</i>	¡Error! Marcador no definido.
<i>CERTIFICACIÓN</i>	¡Error! Marcador no definido.
<i>Dedicatoria</i>	IV
<i>Agradecimiento</i>	V
ÍNDICE DE CONTENIDO	VI
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XI
Resumen.....	XIII
Abstract.....	XV
Capítulo 1. Antecedentes	1
1.1. Tema.....	1
1.2. Problema.....	1
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo general.	3
1.3.2. Objetivos específicos.....	3
1.4. Alcance.....	4
1.5. Justificación.....	6
Capítulo 2. Justificación Teórica.	8
2.1. El Agua, procedencia y uso múltiple.	9
2.1.1. Estándares de calidad de agua en lagos a nivel mundial	10
2.1.2. Estándares de calidad de agua en lagos en el Ecuador	13
2.1.3. Análisis de Parámetros Físicos-Químicos de lago San Pablo	14
2.2. Características Físicoquímicas del Agua.....	16
2.3. Parámetros físicos	17
2.3.1. Color	17
2.3.2. Olor.....	17
2.3.3. Turbidez.....	18
2.3.4. Temperatura.....	18
2.3.5. Densidad	19
2.3.6. Conductividad.....	19
2.4. Parámetros químicos	19
2.4.1. pH	19
2.4.2. Nitrógeno y derivados	20
2.4.3. Fósforo y derivados	21

2.4.4.	Aceites y grasas	21
2.4.5.	Detergentes	22
2.4.6.	Cloro y cloruros	22
2.4.7.	Pesticidas	22
2.4.8.	Oxígeno disuelto.....	23
2.5.	Sensores de medición de parámetros de calidad del agua.....	23
2.5.1.	PH.....	23
2.5.2.	Oxígeno disuelto.....	25
2.5.3.	Temperatura.....	28
2.6.	Tecnologías Inalámbricas.	29
2.6.1.	Tecnología Wifi.....	30
2.6.2.	GSM – 3G.....	32
2.6.3.	LTE – 4G.....	34
2.6.4.	Zigbee.....	35
2.7.	Plataforma en la nube.....	35
2.7.1.	Infraestructura como servicio (IaaS)	36
2.7.2.	Plataforma como servicio (PaaS)	37
2.7.3.	Software como servicio (SaaS).....	39
2.8.	Hardware	41
2.8.1.	Node MCU ESP E12	42
2.8.2.	Arduino UNO	44
2.8.3.	Raspberry PI4	45
2.9.	Software	46
2.9.1.	Sistema Embebido	47
2.9.2.	Plataformas de programación (Interpretado/Compilado).....	47
2.9.3.	000webhost.....	48
2.9.4.	ThingSpeak.....	49
2.9.5.	Programación de embebido	50
Capítulo 3.	Diseño	51
3.1.	Metodología.	51
3.1.1.	Situación Actual del Lago San Pablo.	52
3.2.	Descripción General del Sistema.	57
3.3.	Limitaciones.....	59
3.4.	Definiciones	60

3.5.	Diagrama en bloques del Sistema	60
3.6.	Descripción de bloques, del Diseño del sistema.	61
3.7.	Determinación de los Stakeholders.	65
3.8.	Requerimiento de Diseño.	67
3.8.1.	Nomenclatura de los requerimientos	67
3.8.2.	Requerimientos de los stakeholders.	68
3.8.3.	Requerimientos Funcionales del Sistema	69
3.8.4.	Requerimientos de Arquitectura	72
3.9.	Elección de Hardware y Software	74
3.9.1.	Benchmarking: Elección de Hardware (Bloque 1).....	74
	Sensores (Oxígeno Disuelto)	75
3.9.2.	Elección de hardware Placa Programable (Bloque 2).	78
3.10.	Desarrollo de la calibración de los sensores (Bloque 1)	82
3.10.1.	Lectura y calibración del sensor de pH	82
3.10.2.	Lectura y calibración del sensor de Oxígeno disuelto.	86
3.10.3.	Lectura del sensor de temperatura.	89
3.11.	Conexiones a la placa programable (Bloque 2)	97
3.12.	Envío de datos a Thingspeak y a la red GSM (Bloque 3).	99
3.13.	Visualización de los datos en la página web (Bloque 4).	101
3.14.	Diagrama de Flujo del sistema General	103
3.15.	Diseño del circuito, integrando todos los sensores de medición.	105
Capítulo 4.	Implementación y Pruebas de Funcionamiento	107
4.1.	Integración de todos los bloques de funcionamiento del sistema (Implementación). 107	
4.2.	Pruebas de hardware.....	111
4.2.1.	Prueba de los componentes (Hardware).	112
4.2.2.	Prueba de Funcionalidad	113
4.2.3.	Prueba de impermeabilidad y capacidad de flotar	114
4.2.4.	Prueba de batería solar.....	116
4.2.5.	Prueba de visualización de datos online	118
4.3.	Mediciones de parámetros de calidad del agua.....	120
4.3.1.	Medición de calidad del agua Orillas del parque acuático. Araque.	121
4.4.	Pruebas de aceptación con los Usuarios.....	125

4.5. Factibilidad del proyecto	128
4.5.1. Costo del proyecto	129
4.5.2. Beneficios del sistema	131
Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones	133
5.1. Conclusiones.	133
5.2. Recomendaciones.....	134
Bibliografía	136
ANEXOS	144
1. Entrevista al presidente de la comunidad de Araque (Anexo 1).	145
2. Características de los Hardware, del Bloque 1 (Anexo 2).	149
Características de los sensores de pH, datasheet.....	152
3. Elección de hardware de bloque 2, Sistema embebido (Placa Programable). ..	161
4. Características de Sistema de comunicación Bloque 3.	168
5. Características de lenguaje de programación (Anexo 5).....	175
6. Características de Infraestructura como servicio (anexo 6).	178
7. Proforma(Anexo 7)	180
8. Encuesta al Usuario (Anexo 8).....	181
9. Registro Oficial 387 AM. 083B- 097 ^a (Anexo 9)	185

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultado Monitoreo Lago San Pablo	15
Tabla 2. Estándares IEEE 802.11.....	31
Tabla 3. Tipos de Plataformas como Servicio en la Nube	40
Tabla 4. Actores involucrados.....	66
Tabla 5. Abreviaturas de Requerimientos.....	67
Tabla 6. Tabla de requerimientos de los stakeholders	68
Tabla 7. Requerimientos Funcionales	69
Tabla 8. Requerimientos de Arquitectura	72
Tabla 9: Elección de sensor de Oxígeno Disuelto	75
Tabla 10: Elección del sensor de pH.....	76
Tabla 11: Elección del sensor	77
Tabla 12. Comparación de Sistema Embebido	78
Tabla 13: Elección de Modulo de comunicación.....	79
Tabla 14: Elección de Lenguaje de programación.....	80
Tabla 15: Elección de Infraestructura como servicio.....	81
Tabla 16. Cronograma de pruebas del sistema.....	111
Tabla 17: Tabla de Validación	112
Tabla 18. Pruebas físicas del dispositivo.	114
Tabla 19. Pruebas del sistema en el lago San Pablo.	116
Tabla 20 Pruebas de batería.	117
Tabla 21. Pruebas de subida de datos.	119
Tabla 22. Niveles de calidad del agua emitidos por la OMS.....	121
Tabla 23. Medición de pH en el muelle.	121
Tabla 24. Medición de Temperatura en el muelle.....	122
Tabla 25. Medición de Oxígeno Disuelto en el muelle.....	123
Tabla 26: Pruebas de aceptación de usuarios y Stakeholders	127
Tabla 27 Costo del hardware del dispositivo.	130
Tabla 28 Costo de ingeniería del dispositivo.	130
Tabla 29 Costo total del dispositivo.....	130

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Diagrama Hidrológico del Agua	9
Ilustración 2. Sensor pH de Arduino	25
Ilustración 3. Sensor oxígeno disuelto	27
Ilustración 4. Sensor temperatura.....	29
Ilustración 5. Representación de plataformas en la nube	36
Ilustración 6. Placa NodeMCU ESP E12	43
Ilustración 7. Placa Arduino Uno.....	44
Ilustración 8. Placa Raspberry Pi 4	45
Ilustración 9. Modelo Desarrollo.	52
Ilustración 10. Descargas de aguas servidas al lago San Pablo.	54
Ilustración 11. Contaminación de Agua, salida a la Cascada de Peguche.	56
Ilustración 12. Ubicación del Parque Acuático y las orillas a obtener los datos de los parámetros de calidad de agua.	58
Ilustración 13. Esquema del funcionamiento propuesto.	58
Ilustración 14: Diagrama en bloques del Sistema	61
Ilustración 15. Bloque 1	62
Ilustración 16. Bloque 2	63
Ilustración 17. Bloque 3	64
Ilustración 18. Bloque 4	65
Ilustración 19. Módulo de la Sonda pH	83
Ilustración 20. Conexión de sensor pH al Arduino	84
Ilustración 21. Calibrando el voltaje	85
Ilustración 22. Calibración del sensor pH	85
Ilustración 23. Valores de Medición	86
Ilustración 24. Conexión de Arduino con el sensor de OD.	87
Ilustración 25. Proceso de calibración con la sustancia	88
Ilustración 26. Lectura de los datos de OD.	88
Ilustración 27. Conexión de sensor de temperatura y Arduino	89
Ilustración 28. Lectura de los datos del sensor de temperatura.....	90
Ilustración 29:Preparación de sensores	91

Ilustración 30. Calibración del sensor pH (UTN)	92
Ilustración 31. Medición del pH con el instrumento.....	92
Ilustración 32. Resultado de medición de pH	93
Ilustración 33. Medición de Oxígeno Disuelto	94
Ilustración 34. Medición de Oxígeno Disuelto Sistema	95
Ilustración 35. Diagrama de Flujo Bloque 1	96
Ilustración 36: Integración de los Componentes.....	97
Ilustración 37: Diagrama de Flujo de Bloque 2	98
Ilustración 38: Datos en Thingspeak.....	99
Ilustración 39: Diagrama de Flujo del Bloque 3.	100
Ilustración 40: Interfaz de ingreso al sitio web	101
Ilustración 41: Portada de Presentación de la Página Web	102
Ilustración 42: Diagrama de Flujo de Bloque 4	103
Ilustración 43: Diagrama de Flujo del Sistema.....	104
Ilustración 44. Diseño del Circuito	105
Ilustración 45. Diseño del Circuito Impreso	106
Ilustración 46: La boya donde estarán los circuitos diseñados	107
Ilustración 47: Asegurando los circuitos.....	108
Ilustración 48: Inserción de los circuitos	108
Ilustración 49: Circuitos dentro de la Boya.....	109
Ilustración 50. Batería y Soporte.....	109
Ilustración 51: Incorporación de la batería a la boya.	110
Ilustración 52: La boya.....	111
Ilustración 53. Sistema en el agua.....	113
Ilustración 54. Ubicación geográfica del Lago San Pablo	115
Ilustración 55 Ubicación de la boya en el lago	116
Ilustración 56. Batería solar en funcionamiento	118
Ilustración 57. Histórico de datos.....	118
Ilustración 58. Boya ubicada cerca del muelle del lago San Pablo.....	120
Ilustración 60: Usuarios observando las mediciones	126
Ilustración 61: Reunión con los Dirigentes de Araque	127

Resumen.

El agua es un recurso natural vital para el desarrollo humano, económico, que debe ser manejada de manera sostenible mediante convenios entre instituciones gubernamentales, la industria y los ciudadanos. son varios factores que afecta al deterioro del medio ambiente y en si la contaminación de los ríos y lagos por las grandes industrias y ciudadanos que no tienen conciencia del daño al ecosistema acuático, por lo que nace la importancia de conocer la calidad de agua con fin de tomar decisiones sobre hacer el uso o no del recurso hídrico. Por eso se realizó un dispositivo que permite observar parámetros de calidad de agua, para toma de decisiones urgentes en el parque acuático del Lago San Pablo.

El diseño consiste en desarrollar una herramienta que permita recolectar los parámetros de calidad de agua con los sensores análogos de pH, Temperatura y Oxígeno Disuelto del agua ayudando de esta manera a las personas que hacen turismo local estar informados de del estado en que se encuentra el cuerpo hídrico en las orillas del parque acuático. Los datos son procesados por el microcontrolador de Arduino y por medio un módulo GSM son enviados a la base de datos de la página web, donde se pueden visualizar los datos generados por los sensores para su posterior análisis.

El sistema de medición de calidad de agua en las orillas del parque acuático del Lago San Pablo, nos da como resultado de parámetros base de Temperatura con 17°, Oxígeno Disuelto 6.19 mg/L y pH de 5.9 lo cual nos revela que los niveles de contaminación no son tan altos, es decir que puede ser utilizada para actividades recreativas y así ayudando al turismo local, pero podemos deducir que el agua del Lago San Pablo no es apto para el consumo humano, con estos datos se puede buscar alternativas que brinden a mejorar las plantas de tratamiento, el manejo adecuado de

los desechos y las descargas directas de las aguas servidas en las orillas del parque acuático del Lago San Pablo.

Abstract.

Water is a vital natural resource for human and economic development, which must be managed in a sustainable way through agreements between government institutions, industry, and people. There are several factors that affect the deterioration of the environment and the contamination of rivers and lakes by large industries and citizens who are not aware of the damage to the aquatic ecosystem, so it is important to know the quality of water in order to make decisions on whether or not to use the water resource. That is why a device was made that allows observing water quality parameters, for urgent decision making in the San Pablo Lake water park.

The design consists of developing a tool that allows to collect the water quality parameters with the analog sensors of pH, Temperature and Dissolved Oxygen of the water, thus helping people who do local tourism to be informed of the state of the water. body of water on the banks of the water park. The data is processed by the Arduino microcontroller and through a GSM module it is sent to the website's database, where the data generated by the sensors can be viewed for further analysis.

The water quality measurement system on the shores of the San Pablo Lake water park gives us base parameters of Temperature with 17 °, Dissolved Oxygen 6.19 mg / L and pH of 5.9 which reveals that the levels of pollution are not so high, that is, it can be used for recreational activities and thus helping local tourism, but we can deduce that the water of Lake San Pablo is not suitable for human consumption, with these data it is possible to look for alternatives that provide improve treatment plants, proper waste management, and direct sewage discharges on the shores of the San Pablo Lake water park.

Capítulo 1. Antecedentes

En este capítulo se encuentran detalladas las bases para el desarrollo del presente trabajo de titulación, siendo éstos: el tema, la problemática, los objetivos, el alcance y la justificación, con la finalidad de desarrollar un sistema de recolección de parámetros de calidad de agua en el Lago San Pablo, el cual ayudará a la gestión de los Gad, parroquiales y cantonales a desarrollar nuevos proyectos de descontaminación al lago.

1.1.Tema

DISEÑO DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN REMOTA PARA LA ADQUISICIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA EN LAS ORILLAS DEL PARQUE ACUÁTICO LAGO-SAN PABLO.

1.2. Problema

El lago San Pablo es un hermoso lugar turístico, custodiado por el volcán Imbabura y por totoras que se encuentran alrededor del lago, está ubicado en un lugar densamente poblado por cuatro parroquias rurales y a 2km del cantón Otavalo. Es el lago más grande de la provincia de Imbabura, con una profundidad de 48m al centro y con 35m por las orillas. El Lago se alimenta de 4 vertientes naturales, las cuales tres de las vertientes sale del profundo del volcán Imbabura y una de las vertientes sale de hermoso paisaje denominado “La Rinconada”, las aguas del lago desembocan en la cascada de Peguche sitio que es eminentemente turístico, la gran variedad de aves se puede admirar como patos, garza blanca, patillos, golondrinas etc., además de vidas acuáticas y silvestres que llenan de vida al lago y sus alrededores como el parque acuático que se

ha convertido en una alternativa para el turismo local, en el sitio se puede practicar deportes recreativos, como recorridos de lanchas en el lago y amplios espacios recreativos para personas sin límites de edad, así como deleitar de la gastronomía típica del sector. (Dirección de Turismo y Desarrollo Económico Local - GADM Otavalo, 2015).

El Lago es muy utilizada por todas las personas que ingresan al sector y a la vez es destinado a diferentes usos como; beneficio a la actividad de limpieza de vestimentas y baños de purificación, abastece como un recurso vital al consumo de ciertos animales en el sector, contribuye al proceso de consumo apropiado del chocho tanto para comercial o familiar, además existe una planta de tratamiento de aguas servidas que carece de funcionamiento y no cumple con el objetivo de la descontaminación al lago. Estos factores influyen en la variación del comportamiento de los parámetros que determina la calidad de agua específicamente para la preservación de la vida acuática, silvestre y uso recreativo.

La última evaluación realizada en el mes de Octubre del 2018, en el lago San Pablo se observó muestras de los parámetros de la calidad del agua (Ing. Castro, 2019), en la cual el departamento de Gestión Ambiental del GPI, transporta muestras hacia un laboratorio que brinda los servicios de análisis físico y químico del agua, causando de esta manera pérdida de tiempo, recursos y demora en la entrega de los resultado, con los análisis obtenidos se llega a la conclusión que el lago esta mayormente contaminado en las orillas.

Frente a los inconvenientes mencionados anteriormente, se propone realizar el DISEÑO DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN REMOTA PARA LA ADQUISICIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA EN LAS ORILLAS DEL DEL PARQUE ACUÁTICO LAGO SAN PABLO, el mismo que permite determinar las condiciones para usos

recreativos y la preservación de la vida acuática, silvestre que es necesario para que los turistas y la población en general tengan conocimiento del nivel de la calidad de agua en las orillas del lago y que las entidades Gubernamentales como el EMAPAO de cantón Otavalo mejore las condiciones de la planta de tratamiento del lugar y la Junta Parroquial de San Pablo comience una campaña de concientización para que la contaminación al lago se reduzca en lo mínimo posible.

1.3.Objetivos

1.3.1. Objetivo general.

Desarrollar un sistema de recolección y visualización de los datos de los parámetros de calidad de agua para comprender el estado de contaminación en las orillas del Parque Acuático Lago-San Pablo.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Recopilar toda la información referente al tema de investigación lo cual ayudara con los fundamentos teóricos en el desarrollo del sistema.
- Definir los requerimientos de stakeholders tanto de software y de hardware bajo el estándar IEEE 29148, que ayuda a la selección de materiales idóneos para el sistema.
- Determinar el software y hardware apropiado en relación a los requerimientos establecidos para el diseño del sistema, bajo la metodología del modelo en V.
- Diseñar el sistema propuesto y la plataforma de visualización de datos para su mejor interpretación.

- Realizar las pruebas de funcionamiento tanto del sistema de recopilación de información de los parámetros de calidad de agua, como la visualización de los datos.

1.4. Alcance.

El sistema de adquisición de los parámetros de calidad de agua en las orillas de lago san pablo con comunicación remota, es con la finalidad de preservar la vida acuática, silvestre y para usos recreativos, el mismo sistema puede adquirir los datos generados en cada sensor de medición y serán transmitidos a un centro de control, los mismos datos puede ser observada desde cualquier equipo de cómputo o teléfonos inteligentes con acceso a internet de forma segura atreves de una página web.

Recopilar toda la información necesaria que sustente el desarrollo del tema, definición de sistemas de adquisición de datos de los parámetros de la calidad de agua orientado a la preservación de vidas acuáticas, silvestres y usos recreativos, analizando información de, entrevistas, tesis, bases de datos bibliográficas que hablen sobre los sistemas de monitoreos de calidad de agua en lago, protocolos, estándares, que se utilizan en países desarrollados, y si existe alguna implementación en el Ecuador.

Basado en la fundamentación teórica, establecer los requerimientos que abarque el diseño del sistema, para lo cual la norma ISO/IEC/IEEE 29148, ayudará en la selección de software y hardware necesarios para el desarrollo óptimo del sistema, la misma selección se complementara con la metodología de selección del modelo en “V”, los requerimientos determinados con las normas mencionadas anteriormente servirá en la parte de construcción del diseño de un sistema de

adquisición de datos de calidad de agua considerando criterios de calidad para la preservación de la vida acuática, silvestre. y usos recreativos, para lo cual se tiene una gama de plataformas de hardware y software que se actualizan con librerías nuevas tales como: raspberry-pi, BlackBeagleBone, Arduino, Intel Galileo, etc., que prestan mejores características de procesamiento, menor errores en la transmisión de los datos.

Este sistema estará encargado de la recolección de datos de los parámetros de calidad de agua que nos proporciona los sensores de (PH), Temperatura y Oxígeno Disuelto, utilizando una lógica programable los cuales nos ayudará tener los datos seguros de la medición de los parámetros de calidad de agua con seguridad y en menor tiempo posible, con los datos obtenidos del sistema se puede corroborar con los datos que tiene el departamento de Gestión Ambiental del Gobierno Provincial de Imbabura (GPI) que es el ente de verificar y cuidar de los lagos del nivel de contaminación y alertar a los Gobiernos autónomos Descentralizados (GAD'S) de Otavalo y San Pablo, para su mejor manejo y cuidado de las plantas de tratamiento ubicado en el lugar.

Finalmente se realizarán las pruebas de funcionamiento en las Orillas del Parque Acuático-Lago San Pablo, para lo cual el sistema estará operando hasta adquirir los datos de los parámetros de calidad de agua antes mencionado, dichas pruebas se realizará en el transcurso de la jornada laborable, para la operabilidad de los dispositivos, el sistema tendrá su propia alimentación energética que en primera instancia se optara por baterías recargables o en segunda instancia si el sistema necesita de mayor tiempo en adquirir los datos de los parámetros de calidad se considerará utilizar un panel solar dependiendo del ambiente.

1.5. Justificación.

El sistema de una red remota que ayuda a obtener los parámetros de calidad de agua es con la finalidad de alertar a las autoridades de la Empresa Municipal de Agua Poble y Alcantarillado de Otavalo (EMAPAO), para su mejor atención al grado de contaminación del lago.

Que, el inciso tercero del artículo 313 de la Constitución de la República del Ecuador, establece que se consideran sectores estratégicos la energía en todas sus formas, las telecomunicaciones, los recursos naturales no renovables, el transporte y la refinación de hidrocarburos, la biodiversidad y el patrimonio genético, el espectro radioeléctrico, el **agua**, y los demás que determine la ley.

Basándose en el marco legal y justificando el presente trabajo de titulación dentro del contexto institucional, el mismo que se acoge en la constitución de la Republica del Ecuador en al capítulo II, Titulo VII, del Régimen del Buen Vivir de la Constitución y en el Plan Nacional del Buen Vivir en el Objetivo 4, el cual garantiza los derechos de la naturaleza para promover un ambiente sano y sustentable, así como desde el principio de corresponsabilidad social, las personas, pueblos en general deben cuidar y proteger la naturaleza, el agua y la diversidad como patrimonio estratégico, todo esto con la finalidad de garantizar un equilibrio entre el desarrollo socioeconómico y la conservación del entorno natural.

Según la OMS (Organización Mundial de la salud) el agua está contaminado cuando su composición se haya alterado de modo que no reúna las condiciones necesarias para ser utilizadas beneficiosamente en el consumo del hombre y de los animales, los principales contaminantes tenemos, Basuras, desechos químicos, aguas residuales y otros residuos que demandan oxígeno,

algunos de los metales pesados, como mercurio el plomo junto con el cadmio y el arsénico, son contaminantes graves (OMS , 2003).

El agua dulce de alta calidad es limitada, de ahí la necesidad de una gestión integral en la que estén representados todos los usuarios del agua. El manejo efectivo debe asegurar el mejor uso de los recursos disponibles, prevenir la contaminación y reducir los conflictos que usualmente genera el acceso al agua dulce. Todo ello requiere el establecimiento de políticas y estrategias claramente definidas, así como la elaboración de reglamentos y mecanismos para controlar la contaminación del agua (OMS , 2003).

Capítulo 2. Justificación Teórica.

En este capítulo se recopilará la información bibliográfica necesaria para poder abordar todos los temas que están vinculado con el tema de investigación como, la importancia del agua, la diferencia entre tener una Laguna y un Lago, los problemas que puede causar la contaminación a los lagos, una visión general del turismo y su relación con los Lagos, conocer los criterios de aceptación de los parámetros de calidad de agua para la preservación de flora y fauna acuática, determinados en la tabla 2 del Acuerdo Ministerial 097-A Anexo 3 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Medio Ambiente publicado en el R.O. Edición Especial Nro. 387 de 4 de noviembre de 2015, los sensores de medición de parámetros de calidad de agua, elementos electrónicos, módulos de procesamiento de comunicación y plataforma de visualización de la fluctuación de los datos obtenidos en las mediciones.

El tema del Lago Sa Pablo en las jurisdicción del cantón es preocupante en la parte de conservar el medio ambiente sano libre de toda contaminación, en primera instancia el Departamento de Gestión Ambiental del Gobierno Provincial de Imbabura realiza mediciones y control de los Lagos y Lagunas en la provincia con muestras de laboratorio, la cual no se lo realiza constantemente estas mediciones, después viene los GAD municipales y Parroquiales que deben poner mucha atención en preservar el medio ambiente sano y que la contaminación a los Lagos y Lagunas sean lo menos posible y que la misma ayude a dinamizar la economía desde todos los ángulos, sin embargo, el Lago San Pablo ha sido uno de los temas en discusión y propuestas para solucionar la contaminación y atraer turismo.

2.1. El Agua, procedencia y uso múltiple.

Las fuentes de agua que están disponible para el consumo humano, recreativo, agrícola para vidas acuática y silvestres etc., se encuentra en todas las regiones del país, con más claridad y palpable podemos apreciar en las cordilleras continentales, siendo considerado como una riqueza hidrológica de gran importancia. Las aguas naturales forman un ciclo continuo conocido como ciclo hidrológico como podemos apreciar en la Ilustración 1.



Ilustración 1. Diagrama Hidrológico del Agua
Fuente: Paradais 2017

El agua es un recurso cotizado y esencial para la humanidad, la agricultura, pesca, recreación e incluso para la industria. Sin agua de cantidad y calidad el desarrollo sostenible no es posible. La descarga de productos químicos tóxicos, el transporte atmosférico de contaminantes a gran distancia y la contaminación de cuerpos de agua con sustancias que promueven el crecimiento de algas (posiblemente conducen a la eutrofización) son algunas de las principales causas de la degradación de la calidad del agua (Belgiorno & Napoli, 2000). Por lo tanto, el monitoreo de la calidad del agua y el conocimiento de la dinámica de los procesos limnológicos de los lagos debe

ser una preocupación importante para las entidades que velan por este recurso, (Wetzel, 1975; Boyd et al., 1981; Margalef, 1983; Coler & Rockwood, 1989; Avnimelech et al., 1981; Levine & Schindler, 1989).

Los lagos son cuerpos de agua generalmente ubicados en paisajes de llanura, que tiene ingreso y salida de los ríos que lo alimenta, a diferencia de lagunas que son riachuelos generados con agua de lluvia, que debido a su profundidad no estratifican térmicamente, lo que les da un carácter polimíctico (Scheffer 1998). Generalmente tienen una elevada concentración de nutrientes (fósforo y nitrógeno), lo que ocasiona que sean ambientes eutróficos o hipertróficos, con grandes biomásas en todos los niveles tróficos y tasas de producción primaria y secundaria también muy altas (Scheffer 1998). Además, en este tipo de ambientes los tiempos de permanencia del agua son muy variables, lo que ocasiona grandes cambios en la salinidad (Quirós et al. 2002a).

2.1.1. Estándares de calidad de agua en lagos a nivel mundial

Menos del 1% del agua en el planeta Tierra es agua dulce, parte fundamental para la supervivencia humana, según (ScitechDaily, 2020), la Universidad de York creó una base de datos de calidad del agua a nivel mundial con cerca de 12,000 lagos de agua, mismos a los que se monitoreará y mejorará su calidad; estos datos fueron recogidos en 72 países. Este estudio recopiló datos sobre los niveles de clorofila, esta determina la salud del lago y el ecosistema, ya que si, la clorofila es demasiado baja, puede tener efectos negativos en cascada en todo el ecosistema, mientras que demasiada puede causar una gran cantidad de crecimiento de algas, lo que no siempre es bueno. La actividad humana, el calentamiento climático, la escorrentía agrícola, urbana y el fósforo del uso de la tierra pueden aumentar el nivel de clorofila en los lagos. Por otra parte, el nivel de temperatura determina el aumento de la clorofila, mientras que otros parámetros como el

nivel de oxígeno y el pH en el agua contribuyen a modificar la calidad del agua; se dice que las áreas agrícolas y las cuencas hidrográficas urbanas están más asociadas con condiciones de calidad del agua degradadas debido a la cantidad de nutrientes que ingresan a estos lagos.

Estados Unidos: Los estándares de calidad del agua (WQS) son disposiciones de leyes estatales, territoriales, tribales autorizadas o federales aprobadas por la EPA que describen la condición deseada de un cuerpo de agua y los medios por los cuales esa condición será protegida o lograda; Los WQS constan de tres componentes básicos: los usos designados de un cuerpo de agua, los criterios para proteger los usos designados y los requisitos de antidegradación para proteger los usos existentes y las aguas de alta calidad / valor. (EPA, 2020).

La EPA monitorea la calidad del agua de los Grandes Lagos en toda la columna de agua de acuerdo con el Acuerdo de Calidad del Agua de los Grandes Lagos (EPA, 2018). Se realizan estudios de la calidad del agua en cada uno de los Grandes Lagos cada primavera y verano. Un muestreador de roseta recolecta muestras de agua a través de la columna de agua desde la superficie hasta el fondo del lago, es decir: Se recogen varias muestras a distintas profundidades; Las muestras se analizan a bordo del recipiente para determinar el pH, la conductividad, la alcalinidad, la dureza, la turbidez y el fósforo reactivo disuelto; y finalmente las muestras se conservan y luego se analizan en un laboratorio para determinar los parámetros de calidad del agua para las concentraciones de fósforo, nitrógeno, cloruro, sílice y metales.

Noruega: Los cuatro sistemas fluviales noruegos más grandes cubren aproximadamente una cuarta parte del territorio noruego, tiene un total de 455.000 lagos, los lagos que cubren un área que es aproximadamente el 5% de la superficie terrestre. El Ministerio de Medio Ambiente es responsable de informar al Parlamento sobre el estado y las tendencias de los problemas

ambientales en Noruega. La Autoridad de Control de la Contaminación de Noruega (SFT) y la Dirección de Gestión de la Naturaleza (DN) son dos direcciones dependientes del Ministerio de Medio Ambiente. SFT es responsable del Programa Nacional de Monitoreo de la Contaminación, estos organismos principalmente monitorean del agua dulce y el medio marino, a DN también gestiona actividades de monitoreo relacionadas con la gestión de la naturaleza, incluido el monitoreo del medio acuático. Los consultores son los encargados de tomar las muestras, realizar los análisis y almacenar los datos. NIVA está reportando los datos y la información de programas separados a SFT. SFT y DN reportan a su vez datos agregados al Ministerio de Medio Ambiente y al público. Se coordina el monitoreo de la calidad del agua a nivel nacional y de condado, entre Noruega y Finlandia, Rusia y Suecia, (EEA, 2017).

En los programas internacionales (PARCOM, ECE, entre otras) se siguen los estándares y manuales acordados. SFT en general exige que todos los consultores estén acreditados de acuerdo con las normas EN 45000 para muestreo y análisis. En Lagos se realizaron 5 monitoreos, siendo estos (EEA, 2017):

- *Estudio nacional de lagos (L1)*. - Se centra en la eutrofización de los lagos y los objetivos son establecer una visión regional de la distribución y los cambios temporales de la eutrofización en los lagos noruegos. Incluye 404 lagos que se estudian cada 3 o 4 años: se toman cuatro muestras en cada año de estudio y se mide la abundancia de nutrientes, fitoplancton, zooplancton y peces.
- *Encuesta (L2)*. - Se centra en la acidificación de los lagos. Cada 10 años se realiza un estado a nivel nacional basado en el muestreo de 1.000 lagos, la última vez en 1986, y se utiliza una selección de 100 lagos para el análisis de tendencias (muestreo

anual). Las muestras de agua se analizan en busca de indicadores físicos y químicos generales de acidificación, y además se estudian la fauna del fondo y los peces.

- *Programa L3.*- Se refiere al seguimiento del lago Mjosa, el lago noruego más grande, con especial atención a la eutrofización.
- *Programa L5.*- Determina el estado de contaminación por metales pesados en sedimentos y peces en 210 lagos noruegos. Se realizó una encuesta durante el período 1986-1988.

2.1.2. Estándares de calidad de agua en lagos en el Ecuador

El Ecuador dispone de una rica red hidrográfica y se halla conformado, en su mayoría, por ríos de origen montañoso, los cuales se originan en la región andina y desembocan en el Pacífico por el oeste y en el río Amazonas o afluentes mayores por el este. Son pocos los ríos que se forman a partir de las planicies del Oriente o la zona de la Costa Externa de la Región, (Edupeia, 2015).

Existen también lagos y lagunas lugares perfectos para disfrutar de naturaleza en donde se observa una gran variedad de flora y fauna, a lo largo de la sierra, amazonia, costa y su región insular se destacan importantes lugares turísticos entre los que muestran 75 lagos y lagunas turísticas, (Ecuador Turístico, 2017).

Lago San Pablo: Se encuentra ubicado en Otavalo a los pies del volcán Imbabura. Ofrece varios caminos que llevan a miradores naturales como El Lechero y Mira Lago. En su entorno hay una infinidad de hosterías y restaurantes, se puede encontrar también el Parque Acuático de Araque, en la comunidad del mismo nombre. También se ofertan paseos en caballo.

De acuerdo con los criterios de aceptación para la preservación de flora y fauna en agua, determinados en la tabla 2 del Acuerdo Ministerial 097-A Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Medio Ambiente publicado en el R.O. Edición Especial Nro. 387 de 4 de noviembre de 2015, nos indica los parámetros de calidad de agua adecuado para la preservación de la flora, fauna acuática y recreación en especial para el turismo que anteriormente se mencionó. En la provincia de Imbabura el ente encargado de realizar las mediciones y control de los parámetros de calidad de agua de lagos y lagunas es el departamento de gestión ambiental del Gobierno Provincial de Imbabura, el cual ha realizado en octubre del 2018 por métodos de muestra de laboratorios.

2.1.3. Análisis de Parámetros Físicos-Químicos de lago San Pablo

Entre septiembre y octubre de 2018, se llevaron a cabo muestreo en la zona con mayor riesgo de contaminación, registrándose las coordenadas que se detalla a continuación: X:807649; Y: 22917; X:808363; Y:22148; X:809250; Y:22003; X:809980; Y:21925 y X:810825; Y:22720. mismos en donde se tomó una muestra compuesta para su respectivo análisis; y el punto X:809011, Y: 23045 que corresponden a un sector cercano al centro de la laguna, en donde la influencia de las descargas sea menor.

Mediante el equipo multiparamétrico que dispone la Dirección General de Ambiente, se realizó la medición de Temperatura, pH, Conductividad, Oxígeno Disuelto, % de saturación de oxígeno y sólidos disueltos, y turbiedad usando el turbidímetro.

Los resultados obtenidos de la calidad del agua de la Laguna San Pablo, que podemos observar en la Tabla 1; se comparan con los criterios de aceptación para la preservación de flora y

fauna en agua, determinados en el Acuerdo Ministerial 097-A Anexo 9 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio de Medio Ambiente publicado en el R.O. Edición Especial Nro. 387 de 4 de noviembre de 2015.

Tabla 1. Resultado Monitoreo Lago San Pablo

PARÁMETRO ANALIZADO	UNIDAD	EXPRESADO EN	Punto Orilla		Punto Centro	
			X=80925	Y=2200	X=80901	Y=2304
			0	3	1	5
pH	n/a	pH	8,93		8,99	
Conductividad	μS/cm	Cond.	249		249	
Sólidos Disueltos Totales	mg/l	STD	131,4		130,9	
Temperatura	°C	Temp.	20,3		17,7	
Oxígeno disuelto	mg/l	OD	8,42		7,78	
% Saturación Oxígeno disuelto	%	%Sat.	112,6		106	
Turbiedad	NTU	Turb.	8,32		4,43	
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	DQO	27		10	
Nitritos	mg/l	(NO ₂) ⁻	0,005		0	
Nitratos	mg/l	(NO ₃) ⁻	1,8		2,7	
Sulfatos	mg/l	(SO ₄) ⁻²	<2		<2	
Fosfatos	mg/l	(PO ₄) ⁻³	0,86		0,86	
Hierro	mg/l	Fe	0,03		0,03	
Cromo Hexavalente	mg/l	(Cr)+6	0		0	
Aluminio	mg/l	(Al)+3	0,074		0,03	

Fuente: Jefatura de Calidad Ambiental GPI 2018

Se verifica que los parámetros de calidad de agua en la Laguna San Pablo son los usuales en un cuerpo hídrico en proceso de eutrofización, puesto que los valores de % de saturación de OD están por encima del 100%, lo que se explica por la elevada cantidad de algas que realizan sus procesos fotosintéticos, y que se pueden apreciar en el espejo de agua aportando el color verde característico de la clorofila, siendo significativa la diferencia entre las dos áreas analizadas.

El análisis de la Demanda Química de Oxígeno del agua de la Laguna San Pablo determina una diferencia entre las dos zonas monitoreadas, valor que si bien es cierto no supera los límites

permisibles establecidos en la normativa ambiental, indica un impacto generado por las descargas realizadas hacia el cuerpo lacustre.

Por lo expuesto, se concluye que, a la fecha del monitoreo, los parámetros de calidad de agua evaluados en la Laguna San Pablo CUMPLEN con los criterios de aceptación para la preservación de flora y fauna en agua determinados en la Normativa Ambiental Legal, sin embargo, se puede apreciar un deterioro de la calidad ambiental que se desarrolla a partir de las orillas hacia el centro.

2.2. Características Fisicoquímicas del Agua

Las aguas naturales, al estar en contacto con diferentes agentes (aire, suelo, vegetación, subsuelo, etc.), incorporan parte de estos por disolución o arrastre, o incluso, en el caso de ciertos gases, por intercambio. A esto es preciso unir la existencia de un gran número de seres vivos en el medio acuático que interrelacionan con el mismo mediante diferentes procesos biológicos en los que se consumen y desprenden distintas sustancias.

Esto hace que las aguas dulces pueden presentar un elevado número de sustancias en su composición química natural, dependiendo de diversos factores tales como las características de los terrenos atravesados, las concentraciones de gases disueltos, etc. Entre los compuestos más comunes que se pueden encontrar en las aguas dulces están: como constituyentes mayoritarios los carbonatos, bicarbonatos, sulfatos, cloruros y nitratos.

Como constituyentes minoritarios los fosfatos y silicatos, metales como elementos traza y gases disueltos como oxígeno, nitrógeno y dióxido de carbono. El agua de lluvia presenta los

cationes: Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} los aniones: HCO_3^- , Cl^- , Br^- , I^- , SO_4^{2-} , NO_3^- , PO_4^{3-} y dióxido de carbono, oxígeno, ozono, nitrógeno, argón, etc.

2.3. Parámetros físicos

2.3.1. Color

Es el resultado de la presencia de materiales de origen vegetal tales como ácidos húmicos, turba, plancton, y de ciertos metales como hierro, manganeso, cobre y cromo, disueltos o en suspensión. Constituye un aspecto importante en términos de consideraciones estéticas. Los efectos del color en la vida acuática se centran en aquellos derivados de la disminución de la transparencia, es decir que, además de entorpecer la visión de los peces, provoca un efecto barrera a la luz solar, traducido en la reducción de los procesos fotosintéticos en el fitoplancton, así como una restricción de la zona de crecimiento de las plantas acuáticas (García, 2016).

2.3.2. Olor

Es debido a cloro, fenoles, ácido sulfhídrico, etc. La percepción del olor no constituye una medida, sino una apreciación, y ésta tiene, por lo tanto, un carácter subjetivo. El olor raramente es indicativo de la presencia de sustancias peligrosas en el agua, pero sí puede indicar la existencia de una elevada actividad biológica. Por ello, en el caso de aguas potable, no debería apreciarse olor alguno, no sólo en el momento de tomar la muestra sino a posteriori (10 días en recipiente cerrado y a 20°C) (García, 2016).

2.3.3. Turbidez

Es una medida de la dispersión de la luz por el agua como consecuencia de la presencia en la misma de materiales suspendidos coloidales y/o particulados. La presencia de materia suspendida en el agua puede indicar un cambio en su calidad (por ejemplo, contaminación por microorganismos) y/o la presencia de sustancias inorgánicas finamente divididas (arena, fango, arcilla) o de materiales orgánicos. La turbidez es un factor ambiental importante en las aguas naturales, y afecta al ecosistema ya que la actividad fotosintética depende en gran medida de la penetración de la luz. Las aguas turbias tienen, por supuesto, una actividad fotosintética más débil, lo que afecta a la producción de fitoplancton y también a la dinámica del sistema. La turbidez del agua interfiere con usos recreativos y el aspecto estético del agua. La turbidez constituye un obstáculo para la eficacia de los tratamientos de desinfección, y las partículas en suspensión pueden ocasionar gustos y olores desagradables por lo que el agua de consumo debe estar exenta de las mismas. Por otra parte, la transparencia del agua es especialmente importante en el caso de aguas potables y también en el caso de industrias que producen materiales destinados al consumo humano, tales como las de alimentación, fabricación de bebidas, etc. (García, 2016).

2.3.4. Temperatura

La temperatura de las aguas residuales y de masas de agua receptora es importante a causa de sus efectos sobre la solubilidad del oxígeno y, en consecuencia, sobre las velocidades en el metabolismo, difusión y reacciones químicas y bioquímicas. El empleo de agua para refrigeración (por ejemplo, en las centrales nucleares) conlleva un efecto de calentamiento sobre el medio receptor que se denomina “contaminación térmica”. Su alteración suele deberse a su utilización industrial en procesos de intercambio de calor (refrigeración). Influye en la solubilidad de los gases

y las sales. Temperaturas elevadas implican aceleración de la putrefacción, con lo que aumenta la DBO y disminuye el oxígeno disuelto (García, 2016).

2.3.5. Densidad

Las medidas de densidad son necesarias en aguas de alta salinidad para convertir medidas de volumen en peso. Es práctica común medir volumétricamente la cantidad de muestra usada para un análisis y expresar los resultados como peso/volumen (por ejemplo, mg/L). Aunque ppm y mg/L sólo son medidas idénticas cuando la densidad de la muestra es 1, para muchas muestras se acepta el pequeño error que se introduce al considerar que 1 ppm es 1 mg/L (García, 2016).

2.3.6. Conductividad

La conductividad eléctrica de una solución es una medida de la capacidad de la misma para transportar la corriente eléctrica y permite conocer la concentración de especies iónicas presentes en el agua. Como la contribución de cada especie iónica a la conductividad es diferente, su medida da un valor que no está relacionado de manera sencilla con el número total de iones en solución. Depende también de la temperatura. Está relacionada con el residuo fijo por la expresión $\text{conductividad } (\mu\text{S/cm}) \times f = \text{residuo fijo (mg/L)}$ El valor de f varía entre 0.55 y 0.9 (García, 2016).

2.4. Parámetros químicos

2.4.1. pH

Se define como el logaritmo de la inversa de la concentración de protones: $\text{pH} = \log 1/[\text{H}^+]$
 $= - \log [\text{H}^+]$ La medida del pH tiene amplia aplicación en el campo de las aguas naturales y

residuales. Es una propiedad básica e importante que afecta a muchas reacciones químicas y biológicas. Valores extremos de pH pueden originar la muerte de peces, drásticas alteraciones en la flora y fauna, reacciones secundarias dañinas (por ejemplo, cambios en la solubilidad de los nutrientes, formación de precipitados, etc.). El pH es un factor muy importante en los sistemas químicos y biológicos de las aguas naturales. El valor del pH compatible con la vida piscícola está comprendido entre 5 y 9. Sin embargo, para la mayoría de las especies acuáticas, la zona de pH favorable se sitúa entre 6.0 y 7.2. Fuera de este rango no es posible la vida como consecuencia de la desnaturalización de las proteínas. La alcalinidad es la suma total de los componentes en el agua que tienden a elevar el pH del agua por encima de un cierto valor (bases fuertes y sales de bases fuertes y ácidos débiles), y, lógicamente, la acidez corresponde a la suma de componentes que implican un descenso de pH (dióxido de carbono, ácidos minerales, ácidos poco disociados, sales de ácidos fuertes y bases débiles). Ambos, alcalinidad y acidez, controlan la capacidad de tamponamiento del agua, es decir, su capacidad para neutralizar variaciones de pH provocadas por la adición de ácidos o bases. El principal sistema regulador del pH en aguas naturales es el sistema carbonato (dióxido de carbono, ión bicarbonato y ácido carbónico) (Carrión, 2016).

2.4.2. Nitrógeno y derivados

Las formas inorgánicas del nitrógeno incluyen nitratos (NO_3^-) y nitritos (NO_2^-), amoníaco (NH_3) y nitrógeno molecular (N_2). De forma natural, en el medio acuático, también se producen compuestos orgánicos nitrogenados que contienen nitrógeno amínico, constituyendo compuestos heterocíclicos tales como purinas y piridinas. El amoníaco es un gas incoloro a presión y temperatura ambiente, con un olor picante característico, que es altamente soluble en agua. Cuando se disuelve en agua se forman iones amonio (NH_4^+), estableciéndose un equilibrio

químico entre ambas formas, la no ionizada (amoníaco) y la ionizada (amonio). El término amonio total se refiere a la suma de ambas especies. El amoníaco es tóxico para los peces. La presencia de nitratos proviene de la disolución de rocas y minerales, de la descomposición de materias vegetales y animales y de efluentes industriales. Tampoco puede descartarse la contaminación proveniente del lavado de tierras de labor en donde se utiliza profusamente como componente de abonos y fertilizantes. En aguas residuales, su presencia es mínima habida cuenta del estado reductor de este medio. Por el contrario, la producción de NO_3^- en depuradoras de aguas residuales debe tenerse en cuenta, pues se convierte en factor limitante del crecimiento en sistemas hídricos si existe abundancia de fósforo, promoviendo fenómenos indeseables como la eutrofización. El nitrógeno Kjeldahl (NTK) mide la cantidad de nitrógeno amoniacal y de nitrógeno orgánico. Indica el contenido proteínico del agua (Carrión, 2016).

2.4.3. Fósforo y derivados

El fósforo elemental no se encuentra habitualmente en el medio natural, pero los ortofosfatos, pirofosfatos, metafosfatos, polifosfatos y fosfatos orgánicamente unidos sí se detectan en aguas naturales y residuales. El fósforo es considerado como un macronutriente esencial, siendo acumulado por una gran variedad de organismos vivos (Carrión, 2016).

2.4.4. Aceites y grasas

En este grupo se incluyen los aceites y las grasas que se encuentren en estado libre, ya sean de origen animal, vegetal o mineral, destacando entre estos últimos por su especial importancia los derivados del petróleo. La mayoría de estos productos son insolubles en el agua, pero pueden

existir en forma emulsionada o saponificada. Según su mezcla con los hidrocarburos, dan un aspecto irisado al agua, así como un sabor y un olor particulares (Carrión, 2016).

2.4.5. Detergentes

Como detergentes se designan a las sustancias que poseen unas importantes propiedades limpiadoras. Se trata de productos complejos constituidos por uno o varios agentes surfactantes, compuestos minerales (carbonatos, fosfatos, polifosfatos, perboratos), frecuentemente asociados a materias orgánicas mejorantes, a enzimas y a secuestrantes. De todos ellos, los más característicos son los surfactantes, productos químicos orgánicos que reducen la tensión superficial del agua y de otros líquidos (Carrión, 2016).

2.4.6. Cloro y cloruros

El cloro elemental es un gas amarillo-verdoso altamente soluble en agua. Cuando se disuelve en ausencia de sustancias nitrogenadas (con la materia orgánica nitrogenada forma cloraminas) u otros productos que puedan interferir, el cloro es rápidamente hidrolizado a ácido hipocloroso (HOCl) y ácido clorhídrico (HCl). A su vez el ácido clorhídrico se disocia fácilmente a iones hidrógeno y cloruro, mientras que el ácido hipocloroso, que es un ácido débil, se disocia parcialmente en iones hidrógeno e iones hipoclorito (OCl^-) (Carrión, 2016).

2.4.7. Pesticidas

Se clasifican según sus usos, en insecticidas, fungicidas, herbicidas, acaricidas, nematocidas, rodenticidas, etc. También pueden clasificarse atendiendo a sus características químicas. Además de sustancias minerales (azufre, sulfato de cobre, arseniato de plomo y de

calcio), se emplean particularmente los compuestos orgánicos clorados, como son los insecticidas: DDT, lindano, aldrín, dieldrín, etc; o los herbicidas derivados de fenoxiácidos. Entre los demás compuestos orgánicos se encuentran principalmente los ésteres fosforados utilizados como insecticidas (paratión, malatión, etc) (Carrión, 2016).

2.4.8. Oxígeno disuelto

Es necesario para la vida de los peces y otros organismos acuáticos. El oxígeno es moderadamente soluble en agua, dependiendo la solubilidad de la temperatura, la salinidad, la turbulencia del agua y la presión atmosférica: disminuye cuando aumenta la temperatura y la salinidad, y cuando disminuye la presión atmosférica. La solubilidad del oxígeno atmosférico en aguas dulces, a saturación y al nivel del mar, oscila aproximadamente entre 15 mg/L a 0°C y 8 mg/L a 25°C (Carrión, 2016).

2.5. Sensores de medición de parámetros de calidad del agua

2.5.1. PH

El medidor de pH analógico está diseñado especialmente para Baords de Arduino, cuenta con un práctico conector BNC para una conexión instantánea de la sonda y obtener mediciones de pH a ± 0.1 HP (25 °C). Este sensor es una gran herramienta para sistemas biorobóticos, pruebas de calidad de agua o para la acuicultura. Para su funcionamiento simplemente se conecta el sensor de pH con el conector BND y a través de la interfaz PH2.0 a una entrada analógica de cualquier Arduino obtendrá el valor de pH fácilmente ajustándose su ganancia por medio del potenciómetro como se muestra en el Anexo 5.

Los controladores actuales, los bajos costos de los sensores genéricos y las opciones de configuración con laptops /desktops hacen que sea muy sencillo implementar mediciones en tiempo real de sensores que en el pasado correspondían a equipos caros y de distribución limitada. A continuación, se muestra la configuración del sensor de pH con el controlador Arduino y su conexión USB, también explica el proceso de configuración de los pines, los códigos en Arduino y la pantalla de muestra de lecturas del sensor (Gidahatari, 2013).

Especificaciones

Trataremos las especificaciones del circuito y de la sonda por separado ya que se pueden adquirir por separado y hay variaciones que hay que tener en cuenta dependiendo de la sonda utilizada. El circuito que estamos utilizando tiene serigrafiado www.auto-crtl.com y Logo_PHsensor v1.1 en la capa bottom del circuito, podemos observar en la Ilustración 2.

- Voltaje de alimentación 5 V
- Corriente 5-10 mA
- Consumo ≤ 0.5 W
- Temperatura de trabajo 10-50 °C
- LED Verde Alimentación
- LED Rojo Límite de pH

Pines

- To Temperatura
- Do Señal del límite de pH

- Po Valor de pH en V
- G Masa del circuito analógico
- G Masa de Alimentación
- V+ Alimentación (5V)



Ilustración 2. Sensor pH de Arduino
Fuente: (Arduino, 2018)

2.5.2. Oxígeno disuelto

Kit para medición de oxígeno disuelto compatible con microcontroladores Arduino. Este sensor a sido diseñado para la medición de oxígeno disuelto en agua, con la cual se refleja la calidad de Agua. Su uso es aplicado en diversas aplicaciones como: acuicultura, monitoreo ambiental, ciencias naturales y otros. Este Kit te permite construir un excelente detector de oxígeno disuelto Anexo 2. La construcción de la sonda permite que no necesite tiempo de polarización para la medida y que pueda tomar los datos de forma inmediata, además la solución presente en el cabezal de la membrana puede reemplazarse bajando el costo de mantenimiento del sensor y su señal de salida en el sensor es fácilmente acoplable a sistemas de control o de detección. Para usarlo por primera vez solo se necesita llenar el cabezal con una solución de NaOH con 1 gota de glicerina por cada 100ml, según la aplicación y tiempo de trabajo del sensor el usuario debe

determinar el periodo de reemplazo de la solución, podemos observar en la Ilustración 3. (Sigma Electrónica LTDA, 2018)

Características

Sonda de oxígeno disuelto:

- 1. Sonda galvánica, sin necesidad de tiempo de polarización
- 2. La solución de llenado y la tapa de la membrana son reemplazables, de bajo costo de mantenimiento

Convertidor de señal de la Junta:

- 1. Fuente de alimentación de amplio alcance de 3,3 ~ 5,5 V, compatible con la mayoría de los microcontroladores Arduino
- 2. Salida analógica de 0 ~ 3,0 V, compatible con todos los microcontroladores con función ADC.
- 3. Interfaz de gravedad, plug and play, fácil de usar

Especificación

Sonda de oxígeno disuelto

- Tipo: galvánica sonda
- Rango de detección: 0 ~ 20mg/L
- Tiempo de respuesta: hasta 98% de respuesta completa, en 90 segundos (25 °C)

- Rango de presión: 0 ~ 50psi
- Vida útil del electrodo: 1 año (uso normal)
- Período de Mantenimiento: período de reemplazo de la tapa de la membrana: 1 ~ 2 meses (en agua fangosa); 4 ~ 5 meses (en agua limpia) Período de reemplazo de la solución de llenado: una vez cada mes
- Longitud del Cable: 2 metros
- Conector de sonda: BNC

Convertidor de señal de la Junta

- Voltaje de funcionamiento: 3,3 ~ 5,5 V
- Señal de salida: 0 ~ 3,0 V
- Conector de Cable BNC
- Conector de señal: Interfaz analógica de gravedad (PH2.0-3P)
- Dimensión: 42mm * 32mm

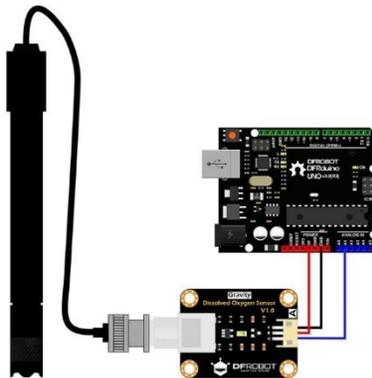


Ilustración 3. Sensor oxígeno disuelto
Fuente: (ELECTRONILAB, 2017)

2.5.3. Temperatura

Los sensores de temperatura se utilizan para eso, para medir la temperatura del entorno. Aunque todos ellos funcionan de una manera similar, hay pequeños detalles que los hacen diferentes. Precisamente esa va a ser la base para poder elegir uno u otro, esas pequeñas diferencias nos harán escoger el mejor sensor de temperatura para nuestros proyectos con Arduino o cualquier otro microcontrolador ver Anexo 2.

Las aplicaciones de este tipo de sensores son muchas, desde una simple estación meteorológica hasta un sistema de alarma capaz de detectar la presencia de un ser vivo. Voy a clasificar los diferentes sensores en tres tipos dependiendo de a quién va dirigido.

- Sensores para aficionados
- Sensores para automatizaciones
- Sensores con características especiales

No hay que decir que según vamos subiendo en prestaciones y funcionalidades, el coste crece exponencialmente. Aunque hablaré de todos los tipos según su clasificación, me voy a centrar en los más usados que son los sensores para aficionados, el sensor podemos observar en la Ilustración 4. (del Valle, 2014).

Características

- Rango de temperatura: -55°C a 125°C .
- Resolución: de 9 a 12 bits (configurable).

- Interfaz 1-Wire (Puede funcionar con un solo pin).
- Identificador interno único de 64 bits.
- Múltiples sensores puede compartir el mismo pin.
- Precisión: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ (de -10°C a $+85^{\circ}\text{C}$).
- Alimentación: 3.0VDC a 5.5VDC.



Ilustración 4. Sensor temperatura
Fuente: (Instrument, 2017)

2.6. Tecnologías Inalámbricas.

Los sistemas de comunicación inalámbricos en la actualidad ofrecen grandes ventajas frente a las redes tradicionales, la principal característica es la movilidad, comodidad y poder subir o bajar contenidos desde el lugar que se encuentra el usuario, todo esto no depende de cables, es decir que los dispositivos se comunican utilizando el medio de transmisión el espacio-libre, con una desventaja en el uso mesurado del espectro radioeléctrico. El acceso a la Internet de manera sencilla es otro de los beneficios de esta tecnología, que permite a los dispositivos móviles como celulares, laptops, tablets, módulos inalámbricos y una variedad de equipos conectarse a la red, posibilitando que las personas y máquinas se conecten desde cualquier punto y en cualquier momento. Dado lugar al desarrollo de nuevos servicios y aplicaciones para satisfacer las

necesidades que nacen con la utilización de estas tecnologías (International Triathlon Union, 2014).

En la actualidad muchas aplicaciones pueden hacerse uso de diversas tecnologías inalámbricas dependiendo de las condiciones y características del trabajo a realizarse, tal es el caso que la tecnología Wifi es el principal motor de movilidad dentro de los nuevos acontecimientos de la Internet de las cosas (IoT) (International Triathlon Union, 2014).

2.6.1. Tecnología Wifi.

La tecnología Wifi en la actualidad es la más utilizada en redes WLAN gracias a que ofrece mayor cantidad de beneficios a un costo bajo en relación con otras tecnologías inalámbricas. Es económica, interoperable con equipos de diferentes fabricantes y puede ser extendida para ofrecer funcionalidades mucho más allá de las previstas originalmente por los fabricantes. La base de esta plataforma se encuentra especificada por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE), en su estándar 802.11.

Esto se debe a que WiFi utiliza estándares abiertos: enrutadores, tablet, PCs, laptops, teléfonos, módulos Wifi que pueden interoperar porque todos adhieren al estándar 802.11. Las tecnologías específicas utilizadas por los equipos incluyen 802.11a, b, g, y n. 802.11n fue ratificado por IEEE en septiembre 2009, es un estándar muy reciente.

El IEEE 802.11 es un estándar para redes inalámbricas definido por la IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), define la forma de interconexión de estaciones dentro de un área de red utilizando como medio de transmisión el aire; éste fue publicado en 1997, en las

primeras versiones se alcanzaba tasas de bit de 1-2 Mbps en la banda de frecuencia ISM de 2.4GHz. (Industrial, Scientific and Medical).

En la Tabla 2, se listan las diferentes versiones existentes para el estándar 802.11, en cada mejora realizada se incrementó alguna característica de esta tecnología, tales como velocidad, cobertura, seguridad, y más funciones.

Tabla 2. Estándares IEEE 802.11.

Estándar	Frecuencia de trabajo (GHz)	Tasa de transmisión (Mbps)	Técnica de modulación.
802.11	2.4	1-2	FHSS-DSS
802.11a.	5	54	OFDM
802.11b.	2.4	11	DSS
802.11c.	Provee de documentación a la 802.11 sobre procedimientos específicos MAC de la Organización Internacional para la Comisión Electrónica de Estandarización Internacional (ISO/IEC).		
802.11d.	Desarrollado para definir nuevos requerimientos para la capa física para hacer funcionar la 802.11 en otros países donde no es posible implementar 802.11, por no tener la banda de 2.4 GHz libre o ser más corta.		
802.11e.	Este grupo trabaja la calidad de servicio (QoS o Quality of Service). En las redes de datos, calidad de servicio permite asignar prioridad de transmisión a uno o varios paquetes de datos que, a otros, dependiendo de la naturaleza de la información (voz, vídeo, imágenes, etc.).		
802.11f.	Básicamente, es una especificación que funciona bajo el estándar 802.11g y que se aplica a la intercomunicación entre puntos de acceso de distintos fabricantes, permitiendo el roaming o itinerancia de clientes.		
802.11g.	Es una extensión de la 802.11b, higherspeed PHY, capaz de mantener la compatibilidad con la 802.11b. Opera a una velocidad de 54 Mbps		
802.11h.	Una evolución del IEEE 802.11a que permite asignación dinámica de canales y control automático de potencia para minimizar los efectos de posibles interferencias		
802.11i.	Este estándar permite incorporar mecanismos de seguridad para redes inalámbricas, ofrece una solución interoperable y un patrón robusto para asegurar datos. Mejora los mecanismos de autenticación y seguridad de la 802.11, como es WEP. El sistema sobre el que se está trabajando se conoce como TKIP (Temporal Key Integrity Protocol).		

Fuente: (YUNQUERA, 2010)

Las bandas de frecuencia utilizadas por la mayoría de las redes inalámbricas y especialmente por los equipos Wi-Fi son las de 2,4 y 5 GHz, que están clasificadas como uso común compartido. La caracterización como uso común permite que diversos operadores o usuarios puedan utilizar de forma simultánea estas frecuencias, de acuerdo con unas normas

establecidas por la regulación para mitigar las posibles interferencias entre emisiones. Los equipos Wifi poseen 14 canales en los cuales pueden emitir sus señales, de los cuales 3 canales no están solapados es decir que no poseen interferencia de los canales que lo limitan

- Un terminal Wi-Fi. Éste puede tener forma de dispositivo externo Wi-Fi, que se instala en el PC del usuario, o bien puede encontrarse ya integrado, como sucede habitualmente con los ordenadores portátiles. Adicionalmente se pueden encontrar otros terminales con capacidad de comunicación, como agendas electrónicas (PDA) y teléfonos móviles, que disponen de accesorios (internos o externos) para conectarse a redes Wi-Fi.

2.6.2. GSM – 3G

Es un servicio de comunicaciones inalámbricas que permite estar conectado de forma permanente a Internet a través del teléfono móvil, el ordenador de bolsillo y el ordenador portátil. La tecnología 3G propone una mejor calidad y fiabilidad, una mayor velocidad de transmisión de datos y un ancho de banda superior. Con velocidades de datos de hasta 384 Kbps, es casi siete veces más rápida que una conexión telefónica estándar. La International Telecommunication Union (ITU) definió las demandas de redes 3G con el estándar IMT2000. Este estándar se desarrolló mediante un sistema móvil llamado UMTS (Universal Mobile Telephone System), este a su vez está desarrollado a partir de WCDMA, que es una tecnología móvil inalámbrica que aumenta las tasas de transmisión de datos de los sistemas GSM utilizando la interfaz aérea CDMA en lugar de TDMA (Time Division Multiple Access), es por ello por lo que 3G ofrece velocidades mucho más altas de datos en aparatos inalámbricos portátiles (Hernandes, 2005).

Ventajas

- El protocolo IP está basado en paquetes, pues solo se paga en función de la descarga lo que supone, relativamente, un menor costo. Aunque dependiendo del tipo de usuario, también se podría calificar como desventaja.
- Velocidad de transmisión alta: fruto de la evolución de la tecnología, hoy en día se pueden alcanzar velocidades superiores a los 3 Mbit/s por usuario móvil.
- Más velocidad de acceso.
- UMTS, sumado al soporte de protocolo de Internet (IP), se combinan para prestar servicios multimedia y nuevas aplicaciones de banda ancha, tales como servicios de videotelefonía y videoconferencia.
- Transmisión de voz con calidad equiparable a la de las redes fijas.
- Mayor velocidad de conexión, ante caídas de señal.
- Todo esto hace que esta tecnología sea ideal para prestar diversos servicios multimedia móviles.

Desventajas

- Cobertura limitada. Dependiendo de la localización, la velocidad de transferencia puede disminuir drásticamente (o incluso carecer totalmente de cobertura).
- Disminución de la velocidad si el dispositivo desde el que nos conectamos está en movimiento (por ejemplo, si vamos circulando en automóvil).
- No orientado a conexión. Cada uno de los paquetes pueden seguir rutas distintas entre el origen y el destino, por lo que pueden llegar desordenados o duplicados.

Sin embargo, el hecho de no ser orientado a conexión tiene la ventaja de que no se satura la red. Además, para elegir la ruta existen algoritmos que "escogen" qué ruta es mejor, estos algoritmos se basan en la calidad del canal, en la velocidad de este y, en algunos, oportunidad hasta en 4 factores (todos ellos configurables) para que un paquete "escoja" una ruta.

- Elevada latencia respecto a la que se obtiene normalmente con servicios ADSL. La latencia puede ser determinante para el correcto funcionamiento de algunas aplicaciones del tipo cliente-servidor como los juegos en línea.
- Elevada Tasa de Absorción Específica (SAR)

2.6.3. LTE – 4G.

En telecomunicaciones, las siglas 4G se refieren a la cuarta generación de tecnología de telefonía móvil, que nos brinda mayor acceso a la red y mayor capacidad en el uso de los datos. La tecnología 4G brinda facilidades para que los usuarios puedan acceder a varios servicios como Telemedicina, teletrabajo, la voz sobre internet y diversas aplicaciones que permiten facilitar la vida de los ciudadanos. Para el funcionamiento de esta tecnología se requiere de infraestructura especial que actualmente está siendo desplegada por las operadoras del Servicio Móvil Avanzado para que pueda estar cubierta a escala nacional. A partir del año 2014 la tecnología 4G comenzó a funcionar en Ecuador; El operador público CNT EP fue el primer operador en brindar el servicio. Posteriormente, en el año 2015, las operadoras Movistar / Tuenti y Claro, comenzaron a brindar esta tecnología. A diferencia de 3G, 4G permite tener múltiples aplicaciones que se encuentran disponibles en internet, a mayor velocidad y capacidad. Además, para beneficiarse de esta tecnología se requiere sí se un celular especial que soporte esta tecnología (Saul, 2016).

La tecnología de redes 4G, fue creada por compañías de teléfonos celulares, con el principal objetivo de proporcionar soluciones completas a los usuarios de redes inalámbricas. Las redes 4G están siendo desarrolladas para ofrecer un alto nivel de seguridad del protocolo IP (Saul, 2016).

Las redes 4G, tienen como característica principal una velocidad de transmisión de datos muy superior a la de las generaciones de redes inalámbricas anteriores, ofreciendo una mayor calidad de servicio y una recepción de datos superior a la actual tecnología 3G (Saul, 2016).

2.6.4. Zigbee.

ZigBee es un conjunto de protocolos de alto nivel de comunicación. Como ya dijimos, se utiliza para la radiodifusión digital de datos buscando ahorrar lo máximo posible en energía. Una tecnología basada en el estándar de la IEEE, el IEEE 802.15.4. La tecnología de comunicación inalámbrica ZigBee utiliza la banda ISM y por lo general, adopta la banda 2.4GHz para comunicarse con el resto de los dispositivos ya que esta se adopta en todo el mundo (Garfinkel, 2015).

2.7. Plataforma en la nube

Una plataforma en la nube es una infraestructura informática que permite proporcionar servicios de computación de alojamiento a través de Internet. Los servicios proporcionados se dividen en tres grandes grupos: Infraestructura como servicio, Plataforma como servicio y Software como servicio (Carrión, 2016). Los tres modelos de computación en la nube son PaaS, SaaS (Software-as-a-Service) e IaaS (Infrastructure-as-a-Service). IaaS se refiere a la infraestructura de computación en la nube (servidores, almacenamiento, etc.) administrada por un

proveedor de nube, mientras que SaaS se refiere a aplicaciones completas que están alojadas en la nube y mantenidas por el proveedor de SaaS, la Ilustración 5 muestra estos modelos.

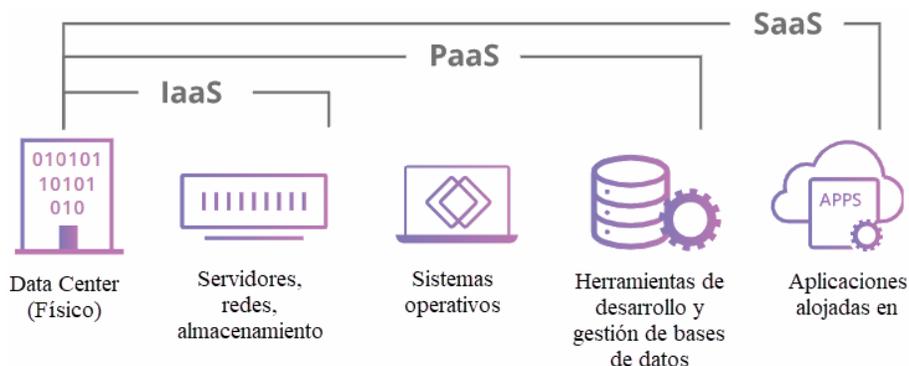


Ilustración 5. Representación de plataformas en la nube
Fuente: Adaptado de (CloudFlare, 2019)

2.7.1. Infraestructura como servicio (IaaS)

Los servicios de infraestructura en la nube o IaaS por sus siglas en inglés (Infrastructure as a service) es la base de todas las implementaciones que comprende una nube, e incorpora el hardware y el software mínimos y básicos para la implementación de una nube. Los usuarios pueden adquirir servicios de procesamientos, almacenamientos y red, usando herramientas de auto servicio basadas en la web, para luego construir sus propios sistemas sobre esta infraestructura (Garfinkel, 2015).

Proveedores de servicios como Amazon y Rackspace son representantes claros de este modelo. Los usuarios alquilan servidores como discos duros o conmutadores de red específicos de forma virtual, la simulación es proporcionada por un software especializado en virtualización, y de esta manera permite que varios usuarios puedan recibir el servicio del mismo dispositivo físico (Garfinkel, 2015).

2.7.2. Plataforma como servicio (PaaS)

Los servicios de plataforma en la nube o PaaS por sus siglas en inglés (Platform as a service) proporciona computadoras virtuales pre-configuradas dedicadas especialmente para los desarrolladores de software que ejecutan, diseñan, personalizan, prueban e implementan sistemas operativos y aplicaciones. La implementación de sistemas operativos o aplicaciones es realizada mediante la utilización de herramientas, recursos y automatización por demanda y auto servicio. Además de proveer un contenedor de ejecución de plataforma alojada, elimina la necesidad de contar con servidores físicos o máquinas virtuales para la ejecución de dichas aplicaciones (Carrión, 2016).

El modelo PaaS facilita la interacción de la aplicación con la nube a través de una línea de comando o directamente desde un ambiente de desarrollo interactivo (IDE), usando un plug-in. Para después alojar la aplicación en el contenedor de tiempo de ejecución que coincide con sus requerimientos de recursos y proceder a su iniciación. PaaS también puede resolver problemas de hardware debido a que se basa en el modelo base: IaaS. Un ejemplo es Azure de Microsoft (Carrión, 2016).

Un proveedor de PaaS aloja el hardware y el software en su propia infraestructura y entrega esta plataforma al usuario como una solución integrada, pila de soluciones o servicio a través de una conexión a Internet. En la mayoría de los casos, la plataforma PaaS se enfoca en el desarrollo de software y se alinea bien con el desarrollo basado en la nube, como aplicaciones móviles y nuevas web. Este servicio ofrece enormes costos y ahorros de tiempo para una empresa, ya que aumenta la productividad a través de un tiempo de comercialización más rápido. Algunas de las principales características de una oferta de PaaS incluyen (Red Hat, 2018):

- Interfaz de usuario basada en web.
- Servicios para desarrollar, probar, implementar, alojar y mantener aplicaciones.
- Arquitectura multi-inquilino.
- Escalabilidad, equilibrio de carga y conmutación por error.

Además de estas características, PaaS también ofrece una variedad de beneficios para el usuario, que incluyen:

- Fácil desarrollo: la funcionalidad de un clic a través de un navegador web facilita a la mayoría de las personas el desarrollo de una aplicación.
- Flexibilidad: el usuario controla qué funciones y herramientas se colocan dentro de la plataforma que mejor se adaptan a sus necesidades específicas.
- Portabilidad: cuando se requiere capacidad adicional, los usuarios pueden pasar a la nube pública o dividir el procesamiento entre nubes privadas y nubes públicas para convertirse en una nube híbrida.
- Seguridad: cuenta con seguridad de datos, respaldo y recuperación.
- Adaptabilidad: las características se pueden sustituir fácilmente cuando cambian las circunstancias.
- Ubicación: con la plataforma accesible a través de Internet, los desarrolladores en varias ubicaciones pueden trabajar en la misma aplicación.
- Sin inversiones en infraestructura: el usuario no necesita comprar hardware y solo tendrá que pagar por los recursos utilizados, eliminando la capacidad desperdiciada.

Arquitectura: Como se puede apreciar en la Ilustración 5, el PaaS incluye múltiples componentes de infraestructura de nube subyacentes, incluidos servidores, equipos de red, sistemas operativos, servicios de almacenamiento, middleware, bases de datos, herramientas de desarrollo, lenguajes de programación, bibliotecas, sistemas de gestión de bases de datos y otras herramientas del proveedor de la nube; al ser la siguiente capa de IaaS en el modelo de servicio de computación en la nube, y todo lo que se incluye en IaaS también se incluye en PaaS. Un proveedor de PaaS administra servidores, almacenamiento y centros de datos físicos, o los compra a un proveedor de IaaS (CloudFlare, 2019).

Como ejemplo se puede tomar el siguiente escenario: Un cliente tiene una super idea para la próxima gran aplicación; ha escrito código para una aplicación que hará la vida y las cosas más fáciles. Estás entusiasmado con lo que puede hacer y hacia dónde podría ir desde aquí. Para evitar el estrés adicional de instalar hardware en las instalaciones, mantener los servidores, mantener actualizado el software de infraestructura y tener que configurar una plataforma personalizada sobre la cual construir su aplicación, debe recurrir a un proveedor de PaaS que alojará la plataforma y proporcionará el entorno. necesita ejecutar su código.

2.7.3. Software como servicio (SaaS)

Los servicios de aplicación en la nube o SaaS por sus siglas en inglés (Software as a service) es un modelo dedicado a los usuarios finales. El modelo SaaS es un conjunto de diversas aplicaciones que se ejecutan en la nube y son accesibles directamente desde un navegador web sin necesidad de descargas o instalaciones (Carrión, 2016).

Con SaaS, el usuario no piensa en cómo se mantiene el servicio ni en cómo se administra la infraestructura subyacente, solo tiene que preocuparse en utilizar el software correcto para acceder al servicio deseado a través de una interfaz gráfica del navegador web. Un ejemplo básico el Gmail de Google (Carrión, 2016).

En la Tabla 3 se realiza una descripción de las principales plataformas de software que actúan como servicio en la nube.

Tabla 3. Tipos de Plataformas como Servicio en la Nube

	OPEN SOURCE	TIPO	CARACTERÍSTICAS
Xively	Plataforma propietaria (Google). Las librerías son de código abierto.	PaaS	<p>Guías de API, tutoriales, vídeos y bibliotecas que soportan cientos de plataformas, millones de Gateway y miles de millones de dispositivos.</p> <p>Tiene soporte heterogéneo de dispositivos</p> <p>La API está basada en una arquitectura de desarrollo REST.</p> <p>Las bibliotecas aprovechar la API basada en estándares sobre MQTT, WebSockets y HTTP para hacer la conexión a la Internet de las cosas de forma simple, intuitiva y rápida.</p> <p>Permite conectar y gestionar hasta 10 dispositivos de forma gratuita, recopilar datos, y construir Apps a través de código Groovy junto a las librerías de la SDK.</p>
Carriots	NO	PaaS	<p>Los datos pueden ser enviados a la plataforma en XML o JSON, y utilizar protocolos seguros de comunicación como HTTPS.</p> <p>Integración con otros sistemas, gracias a su API REST y el sistema de acceso desde los scripts de Groovy.</p> <p>Interfaz optimizada para tablets</p> <p>No requiere de desarrollo.</p> <p>Permite generar perfiles específicos para cada dispositivo</p> <p>Visualización de datos en tiempo real</p> <p>Trabaja con cualquier tipo de dispositivos</p>
Zatar	SI	PaaS	<p>La API está basada en REST y JSON</p> <p>Escalable</p> <p>Posibilidad de personalizar las aplicaciones</p> <p>Seguridad HTTPS y certificados SSL.</p> <p>Intercambio de datos con encriptación RSA.</p> <p>Alta eficiencia de rendimiento de los dispositivos en la red mediante el uso del protocolo CoAP.</p>

ThingWorx	SI	M2M, PaaS	<p>Diseño basado en modelos con ThingWorx Compositor</p> <p>SQUEAL (Búsqueda, consulta, análisis) para la inteligencia basada en búsquedas</p> <p>Diseño completo, tiempo de ejecución y entorno de inteligencia</p> <p>Crear cuadros de mando en tiempo real y espacios de trabajo colaborativos</p> <p>Crear interfaces móviles sin necesidad de programación</p> <p>Motor de ejecución dirigida por eventos</p> <p>Soporta los requisitos de escala para millones de dispositivos</p> <p>Soporta nubes de dispositivos 3^a parte, conexiones de red directos</p> <p>Almacenamiento de datos ilimitado</p> <p>Fiabilidad Triple-redundante</p> <p>Recolectar y preservar los flujos de datos del sensor a largo plazo</p> <p>Tiempo de visualización serie de herramientas / gráfica</p> <p>Fácil de navegar a través de grandes cantidades de datos</p> <p>Analizar a puntos singulares de interés</p> <p>Desplegar rápidamente de procesamiento y análisis de datos de aplicaciones</p> <p>Flexible SMS / email scripting alerta</p>
SensorCluod	NO	PaaS	

Fuente: Moreno J, (2016), “Estudio de las plataformas software existentes para la Internet de las Cosas”, (p. 30).

Los dispositivos tecnológicos como computadores o smartphones están compuestos por hardware y software. Hardware es el conjunto de componentes físicos de los que está hecho el equipo y software es el conjunto de programas o aplicaciones, instrucciones y reglas informáticas que hacen posible el funcionamiento del equipo.

2.8. Hardware

Es la parte que puedes ver y tocar de los dispositivos. Es decir, todos los componentes de su estructura física como pantallas y teclados.

2.8.1. Node MCU ESP E12

El módulo WiFi ESP-12E es una placa de desarrollo de código abierto fabricado por Ai-thinker Team basado en el chip ESP8266 que utiliza el lenguaje de programación LUA (Lenguaje de programación imperativo, estructurado. Luna en portugués) para generar ambientes de trabajo más amigables con los usuarios, este MCU (Micro Controler Unit) de 32 bits es de bajo consumo energético lo le permite ser favorito en el mercado. La velocidad de reloj es compatible con 80 MHz, 160 MHz, además integra un módulo Wi-Fi integrado, antena de emisión de señal inalámbrica, entradas / salidas analógicas y digitales y varias funcionalidades más. El módulo opera bajo el estándar IEEE802.11 b / g / n, con los protocolos TCP / IP. Los usuarios pueden agregar los módulos a cualquier red de datos existente, o construir una de red información independiente. ESP8266 es SOC inalámbrico de alta integración, diseñado para diseñadores de plataformas móviles con limitaciones de espacio y energía. Proporciona una capacidad insuperable para incorporar funciones de Wi-Fi dentro de otros sistemas, o para funcionar como un dispositivo independiente aplicación, con el menor costo y el requisito de espacio mínimo. (Anxinke).

La plataforma de programación que utiliza esta placa es el IDE de Arduino con lo cual facilita el desarrollo de diversos prototipos en base a la información que posee Arduino, además los diversos sensores son compatibles por tal razón ofrece gran aplicación en diferentes campos, un ejemplo de la placa podemos observar en la Ilustración 6.



Ilustración 6. Placa NodeMCU ESP E12
Fuente: (Panamahitec).

Características.

- Voltaje de entrada (USB): 5V.
- Voltaje de salida en los pines: 3.3V
- Voltaje de referencia en el ADC: 3.3V
- Corriente nominal por pin: 12mA
- Frecuencia de procesador: 80MHz (160MHz max.)
- 4MB Flash
- Consumo de corriente en stand-by @80MHz: 80mA
- Consumo de corriente al recibir una petición (librería WebServer en modo de punto de acceso) @ 80MHz: 90mA
- Consumo de corriente al utilizar HTTPClient.get() @ 80 MHz: 100-110mA
- Consumo de corriente en stand-by @160MHz: 90mA
- Consumo de corriente al recibir una petición (librería WebServer en modo de punto de acceso) @ 160MHz: 90-100mA

Consumo de corriente al utilizar HTTPClient.get() @ 160 MHz: 100-110mA

2.8.2. Arduino UNO

Es una placa de microcontrolador basada en ATmega328P (hoja de datos). Tiene 14 pines de entrada / salida digital (de los cuales 6 se pueden usar como salidas PWM), 6 entradas analógicas, un resonador cerámico de 16 MHz (CSTCE16M0V53-R0), una conexión USB, un conector de alimentación, un encabezado ICSP y un botón de reinicio. Contiene todo lo necesario para soportar el microcontrolador; simplemente conéctelo a una computadora con un cable USB o enciéndalo con un adaptador de CA a CC o una batería para comenzar. Puede jugar con su Uno sin preocuparse demasiado por hacer algo mal, en el peor de los casos, puede reemplazar el chip por unos pocos dólares y empezar de nuevo, como podemos observar en la Ilustración 7 (Arduino, 2018).

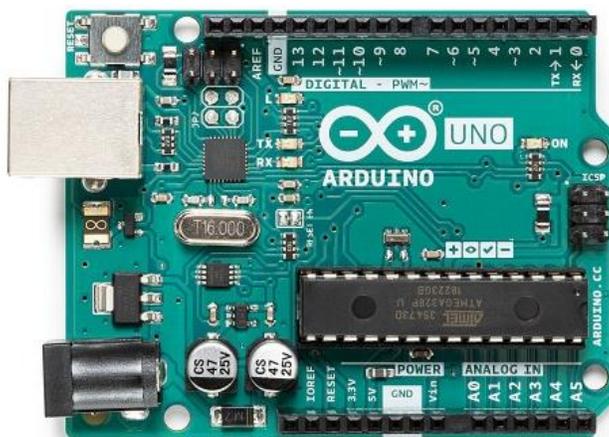


Ilustración 7. Placa Arduino Uno
Fuente: (Arduino, 2018).

2.8.3. Raspberry PI4

Con un procesador de cuatro núcleos de 64 bits, 4 GB de RAM, redes inalámbricas, salida de doble pantalla y reproducción de video 4K, así como un encabezado GPIO de 40 pines, tiene como especificaciones las siguientes, como podemos observar en la Ilustración 8 (MODMYPI, 2016):

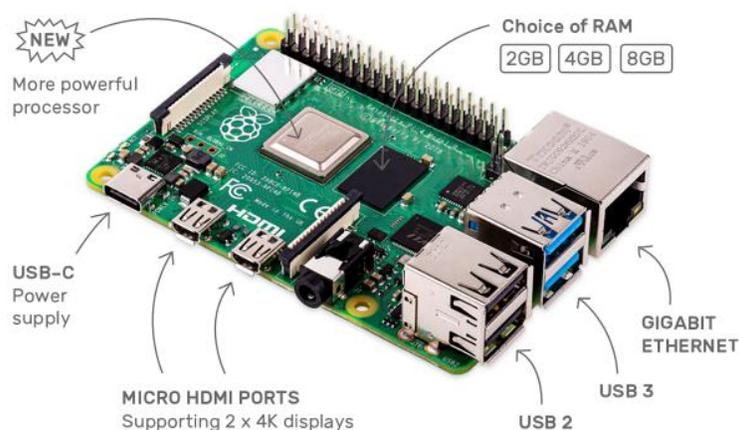


Ilustración 8. Placa Raspberry Pi 4
Fuente: (RASPBERRY PI FOUNDATION, 2021).

- Broadcom BCM2711, SoC de 64 bits Cortex-A72 (ARM v8) de cuatro núcleos a 1,5 GHz
- SDRAM LPDDR4-3200 de 2GB, 4GB u 8GB (según el modelo)
- 2.4 GHz y 5.0 GHz IEEE 802.11ac inalámbrica, Bluetooth 5.0, BLE
- Gigabit Ethernet
- 2 puertos USB 3.0; 2 puertos USB 2.0.
- Cabecera GPIO estándar de 40 pines Raspberry Pi (totalmente compatible con las placas anteriores)
- 2 × puertos micro-HDMI (hasta 4kp60 compatible)

- Puerto de pantalla MIPI DSI de 2 carriles
- Puerto de cámara MIPI CSI de 2 carriles
- Puerto de video compuesto y audio estéreo de 4 polos
- H.265 (decodificación 4kp60), H264 (decodificación 1080p60, codificación 1080p30)
- Gráficos OpenGL ES 3.0
- Ranura para tarjeta micro-SD para cargar el sistema operativo y el almacenamiento de datos
- 5 V CC a través del conector USB-C (mínimo 3 A *)
- 5 V CC a través del encabezado GPIO (mínimo 3 A *)
- Power over Ethernet (PoE) habilitado (requiere PoE HAT separado)
- Temperatura de funcionamiento: 0 - 50 grados C ambiente

2.9. Software

Estos son los programas informáticos que hacen posible la ejecución de tareas específicas dentro de un computador. Por ejemplo, los sistemas operativos, aplicaciones, navegadores web, juegos o programas. Estas características siempre trabajan de la mano. Mientras el software aporta las operaciones, el hardware es el canal físico por el cual dichas funciones pueden realizarse. Aunque aún no tengamos idea de cómo evolucionen las cosas, esta combinación seguirá funcionando como la base del desarrollo tecnológico. (GCF, 2015)

2.9.1. Sistema Embebido

Los sistemas embebidos, también llamados sistemas empotrados, son sistemas operativos creados con el fin de ser controlados por microprocesadores o microcontroladores, de igual manera a los sistemas normales, pero llevados a un fin completamente sistematizado y sin llevar a tantas tareas son, mejor dicho, sistemas que cumplen con una tarea en específico. Tal es el caso de un creador de sistemas embebidos de open source llamado Arduino, esté por lo regular, las tareas que se quieren llevar a cabo se crean en un archivo.ino el cual esta creado con base en c++, esto con el fin de mencionar uno de los sistemas de Hardware más populares en estos tiempos. (Virgam, 2015)

2.9.2. Plataformas de programación (Interpretado/Compilado)

Los lenguajes de programación refieren a distintos tipos de expresiones y reglas de estructuración lógica que sirven para generar tareas recurrentes y sistemáticas; estos son de gran importancia porque permiten generar distintos sistemas para satisfacer las necesidades de los usuarios. Existe una gran variedad de estos lenguajes y en cualquier caso los mismos se orientan a distintos tipos de requerimientos; no obstante, pueden dividirse en dos grandes grupos, los lenguajes compilados y los interpretados. La nube elástica de Facilcloud, permite trabajar con muchos de estos lenguajes, dando libertad a los usuarios a escoger según sus necesidades.

Un lenguaje compilado es un lenguaje de programación cuyas implementaciones son normalmente traductores que generan código de máquina a partir del código fuente, llamados compilados; no siendo estos intérpretes o ejecutores paso a paso del código fuente, en donde no se lleva a cabo una traducción previa a la ejecución. En principio, cualquier lenguaje puede ser implementado con un compilador o un intérprete; sin embargo, es cada vez más frecuente una

combinación de ambas soluciones: un compilador puede traducir el código fuente en alguna forma intermedia, llamado muchas veces Bytecode), que luego se pasa a un intérprete que lo ejecuta.

Los lenguajes de programación de bajo nivel son típicamente compilados, en especial cuando la eficiencia es la principal preocupación, en lugar de soporte de plataformas cruzadas. Para los lenguajes de bajo nivel, hay más correspondencias uno a uno entre el código programado y las operaciones de hardware realizadas por el código máquina, lo que hace que sea más fácil para los programadores controlar más finamente la CPU y uso de memoria. (Vergara, 2018)

2.9.3. 000webhost

Para presentar los datos e información del dispositivo se aloja una página web en 000webhost, alojador de sitios web gratuitos y de paga, ambos planes sin anuncios en los sitios alojados. 000webhost es una solución de alojamiento de sitios web gratuita que proporciona una variedad de características valiosas, incluido un creador de sitios web, compatibilidad con WordPress y sin anuncios. Los usuarios pueden actualizarse a un plan pago para obtener aún más funciones y soporte; ofrece los siguientes planes:

- Alojamiento web gratuito: 000webhost le ofrece todos los elementos básicos para alojar un sitio sin coste alguno.
- Alojamiento compartido único: por menos de un dólar al mes, este plan le brinda mucho más almacenamiento y ancho de banda que el plan gratuito, así como una serie de funciones adicionales.
- Alojamiento compartido premium: los usuarios con más de un sitio web deberán actualizar al menos al plan de alojamiento compartido premium. Le permite alojar

sitios ilimitados y también incluye funciones como copias de seguridad semanales y un dominio gratuito.

- Alojamiento compartido empresarial: las características exclusivas que vienen con el plan más premium de 000webhost incluyen copias de seguridad diarias y un certificado SSL gratuito.

A pesar de que este alojador de sitios ofrece también alojamiento de datos y optado usar ThingSpeak para almacenarlos y presentarlos por la variedad de gráficos que se pueden diseñar, a continuación se realiza una explicación detallada.

2.9.4. ThingSpeak

Es una plataforma de aplicaciones para Internet de las cosas y permite crear una aplicación en torno a los datos recopilados por diferentes sensores, estos datos pueden ser en tiempo real, procesamiento de datos, visualizaciones, aplicaciones y complementos. Para esto se usa un canal ThingSpeak en donde se envía los datos para ser almacenados. Cada canal incluye 8 campos para cualquier tipo de datos, 3 campos de ubicación y 1 campo de estado. Una vez que tenga un canal ThingSpeak, puede publicar datos en el canal, hacer que ThingSpeak procese los datos y luego hacer que su aplicación recupere los datos.

Una vez creadas ambas cuentas 000webhost para alojar la página y ThinkSpeak para almacenar los datos, se enlazan mediante código HTML proporcionado por el canal de ThinkSpeak para poder ser mostrado en la página web. Esto llega a ser ventajosa ya que los datos de ThinkSpeak una plataforma de internet de las cosas tiene completa compatibilidad con los sensores

de Arduino Uno para poder almacenar y mostrar los datos en tiempo real, mostrando información actualizada y de fácil entendimiento.

2.9.5. Programación de embebido

Por lo general, los Sistemas Embebidos se pueden programar directamente en el lenguaje ensamblador del microcontrolador o microprocesador incorporado sobre el mismo, o también, utilizando los compiladores específicos que utilizan lenguajes como C o C++ y en algunos casos, cuando el tiempo de respuesta de la aplicación no es un factor crítico, también pueden usarse lenguajes interpretados como Java.

Tecnología Java

La tecnología Java es cada vez más utilizada en sistemas embebidos avanzados, debido a sus capacidades inherentes de soporte de red, optimización de dispositivos y procesador de datos. La mayoría de las características de la plataforma Java SE pueden ser ahora empleadas para el desarrollo embebido, gracias a la capacidad cada vez mayor del nuevo hardware disponible en el mercado. (Infotec, 2016)

Capítulo 3. Diseño

El capítulo contiene el análisis de los diferentes componentes a utilizarse en el proyecto y descripción de las características y modo de operación de los dispositivos a utilizarse en el desarrollo del sistema, tomando en cuenta cada una de las variables y parámetros necesarios para alcanzar el objetivo planteado.

3.1. Metodología.

La elección de una metodología adecuada para el desarrollo de un proyecto depende de los requerimientos y propósitos del mismo, como también de las investigaciones previas; debido a que se necesita seguir procedimientos, se selecciona el modelo en V, puesto que, dicha metodología incluye fases de verificación en cada etapa de diseño, con esto se consigue tener un dispositivo que cumpla con los requerimientos planteados inicialmente, así como también dar cumplimiento a los objetivos propuestos en el presente trabajo de titulación cubriéndose ámbitos tecnológicos y sociales.

Esta metodología posibilita la representación de dos secuencias de fases, la parte derecha e izquierda de la V, la primera se corresponde a los pasos a seguir en el desarrollo del proyecto y la segunda es la secuencia de fases de prueba del proyecto. En la ilustración 9 se muestra la estructura general del modelo, cada fase y su conexión.

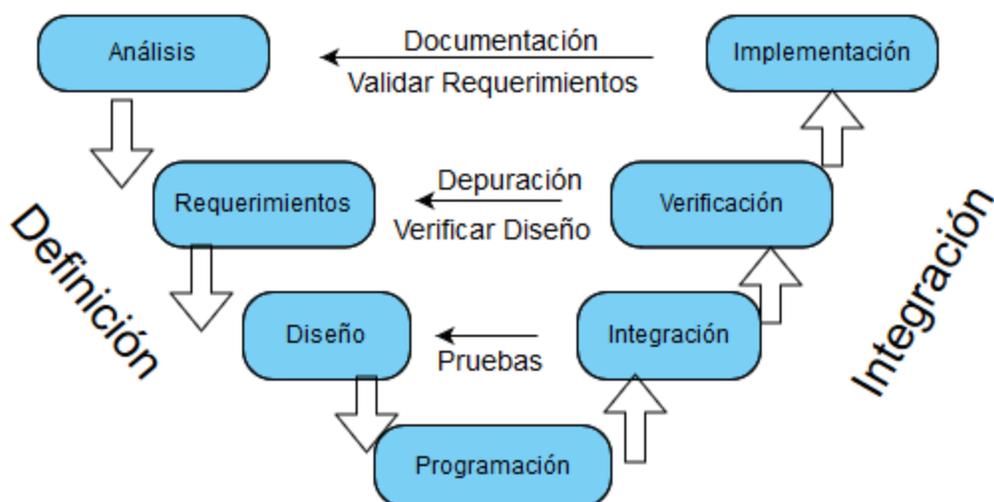


Ilustración 9. Modelo Desarrollo.

Fuente: Autor.

La secuencia de pasos definidos en el modelo permitirá desarrollar el proyecto por fases, en la etapa de análisis se efectúa la recopilación de información y su posterior análisis de los procesos que posee la entidad donde se realiza el proyecto, posterior al análisis se definirán los requerimientos que presenta para desarrollar el diseño del sistema, en la fase de diseño se esquematiza los diferentes diagramas a utilizar en la construcción del prototipo, en la etapa de programación se desarrollara los códigos a utilizar para el control de cada dispositivo. El complemento a cada una de las fases mencionadas es: la verificación con la etapa de diseño, la implementación con la etapa de requerimientos, y pruebas con la etapa de análisis.

3.1.1. Situación Actual del Lago San Pablo.

El lago San Pablo perteneciente al cantón de Otavalo, provincia de Imbabura, se encuentra al norte de la Cordillera de los Andes, en la meseta interandina, a una altura de 2600m.s.n.m, situado en un valle entre los volcanes Imbabura (4,609 m), Cusín (3,889 m) y Mojanda (4,263 m), (Gunkel & Casallas, 2002), por lo que Gunkel, 2001 lo considera un lago de alta montaña

subtropical, tiene una superficie de 6,7 km², una profundidad máxima de 35m, es el segundo lago más grande del país. (Gunkel, 2001), tiene una unidad hidrográfica de 15.489 la cual representa la mayoría de agua presente en el cantón Otavalo. (PDOT,2015). Alrededor del lago se encuentran las parroquias: San Pablo, San Rafael de la Laguna, Eugenio Espejo y González Suárez y está localizado a 2 km al sur del cantón Otavalo, como lo menciona Gómez (2017).

El Lago San Pablo tiene una superficie de 6.7 km², profundidad máxima de 48 m, y media de 35 m, es el segundo lago más grande del país. El lago presenta forma circular, ocupando al parecer una antigua cubeta sobre el piso de una meseta interandina. Las aguas del lago son por lo general tranquilas durante la noche y la mañana, desarrollando fuerte oleaje en las horas de la tarde, especialmente durante la época seca (Steinitz-Kannan et al., 1983; Gunkel & Casallas, 2001). La época lluviosa está comprendida entre los meses de octubre y mayo y la época seca entre junio a Septiembre (INAMHI). Las temperaturas medias del aire varían entre 8.3 °C (nocturna) y 22.7 °C (diurna).

El principal afluente del lago es el río Itambi el cual contribuye aproximadamente con el 90% de aportes de agua, y en segundo plano la vertiente ubicada en la comunidad de Araque. La cuenca de captación del río Itambi comprende un área montañosa de 121.33 km², con áreas de cultivos que llegan por encima de los 3400 msnm (Paredes, 1994).

La zona del lago está subdividida, en: Zona pantanosa litoral, zona litoral baja y zona pelágica o profunda, las cuáles son zonas donde predominan: cultivo de totora y la presencia de plantas acuáticas, vegetación acuática sumergida y algas considerados como productores primarios dominantes respectivamente. (CEPCU, 2001 citado en Galarraga al 2013). La climatología del lago en los meses de octubre y mayo presenta época lluviosa y la época seca concierne a los meses de

junio y septiembre, en la zona de influencia del volcán Imbabura y el Lago San Pablo existe un rango de precipitación de 800 mm/año, según los datos reportados por el (INAMHI, 1999).

En la cuenca alta del lago San Pablo y a los alrededores de sus afluentes y efluente existe actividad agrícola, la cual presenta una expansión desordenada y amenaza con la destrucción de los pocos remanentes de bosque que garantizan la afluencia de agua al lago. (Soria, 2010).

Según la información establecida en el Plan de Ordenamiento Territorial (PDOT) del GAD Otavalo, el lago San Pablo recibe desechos líquidos no controlados ni procesados en las plantas de tratamiento. En la figura 5 se visualiza las descargas de aguas residuales al lago y los puntos dónde a su vez se pretende establecer acciones para la recuperación del lago, pero las autoridades competentes de los GAD parroquiales a la cabeza el GAD de Municipal del cantón Otavalo poco han hecho en la recuperación y a la descontaminación del lago San Pablo.

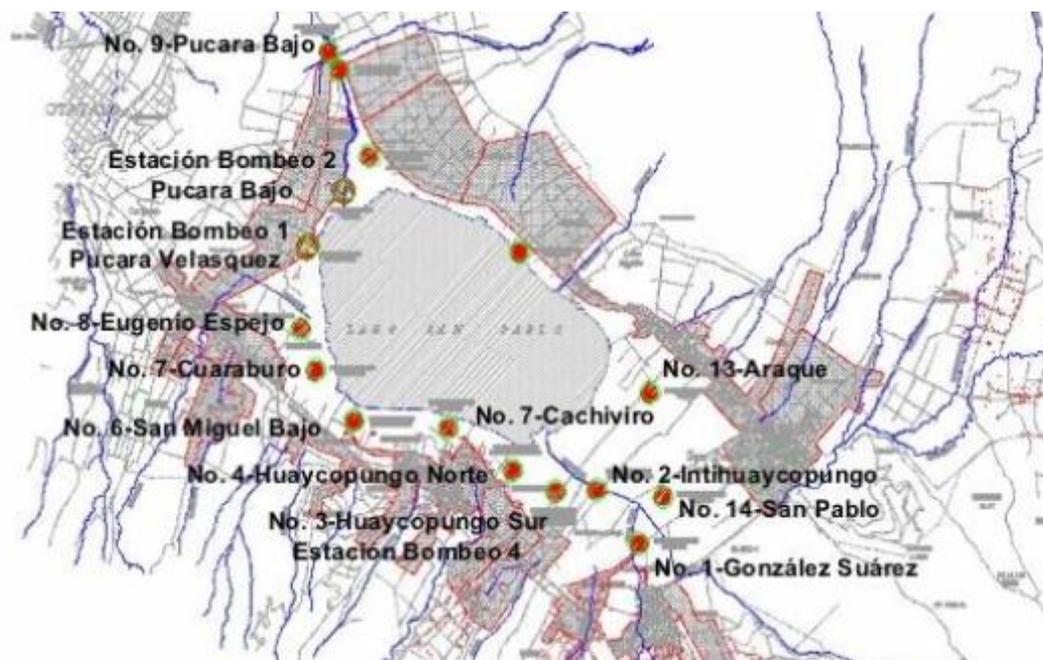


Ilustración 10. Descargas de aguas servidas al lago San Pablo.

Fuente: Plan de Recuperación lago San Pablo, 2012, citado en PDOT GAD, Otavalo, 2015

Imbabura es una de las provincias más reconocidas a nivel mundial por sus encantadoras atractivos turísticos naturales, gastronómicas y por sus manifestaciones culturales ancestrales. Tal es caso que es reconocido como la provincia de los Azul de los Lagos, a la entrada sur de la provincia nos recibe con un majestuoso volcán Imbabura y un encantador Lago, (Lago San Pablo) que es ideal para que los turistas tengan un descanso en las hosterías que se encuentran alrededor del Lago.

En el lago San Pablo existe 3 hosterías que brindan espacios de recreación para los visitantes y uno de los atractivos turísticos más importantes es el Parque acuático ubicado en la comunidad de Araque que constituye un complejo turístico conformado por una infraestructura central destinada a restaurant; canchas de vóley, basket y fútbol; un muelle, lanchas, caballos y botes de remo así generando empleo y dinamizando la economía del sector. Ministerio de Turismo del Ecuador. (2005). Programa Nacional de Dinamización Turística.

Con esta información el tractivo turístico se encuentra totalmente posicionado en el mercado local, nacional e inclusive a nivel internacional, entre los problemas más agudos se encuentra la falta de tratamiento de las aguas servidas ya que no existe una política adecuada para el tratamiento de las aguas servidas, por lo que han visto la necesidad de adquirir bombas de succión. Gobierno provincial de Imbabura (2016). Pero esto no es lo suficiente para que el problema sea resuelto en su totalidad por esta razón, en su gran cantidad de las aguas servidas es desembocado directamente al Lago. Como podemos observar en la figura 7 observamos un morador de la comunidad Peguche indicando la contaminación en uno de los sitios turísticos como es la Cascada de Peguche que sus aguas provienen del Lago San Pablo. El gerente de la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Otavalo, EMAPAO, Diego Benavides, aseguró

que por “la falta de mantenimiento de las plantas de tratamiento el agua del lago San Pablo está con un poco de problemas de contaminación.



Ilustración 11. Contaminación de Agua, salida a la Cascada de Peguche.
Fuente: El norte.ec (2019)

En la provincia de Imbabura el ente encargado de realizar las mediciones y control de los de los parámetros de calidad de agua de lagos y lagunas es el departamento de gestión ambiental del Gobierno Provincial de Imbabura, el cual ha realizado en octubre del 2018 por métodos de muestra de laboratorios, en este proyecto se pretende realizar un sistema de medición y visualización de datos de los parámetros más importantes (pH, Temperatura, Oxígeno Disuelto), con sensores digitales.

Alrededor del Lago San Pablo, la vegetación natural ha desaparecido totalmente, siendo remplazada por cultivos agrícolas y algunas áreas de bosque secundario, con lo cual se ha

intensificado el riesgo de erosión. En la cuenca del Lago está asentada una población de aproximadamente 30 000 habitantes, la cual ejerce una fuerte presión sobre los recursos hídricos.

Entre las actividades en las que interviene el lago directa o indirectamente se encuentran: deportes acuáticos (U-Tube Acuático, Motos Acuáticas, Disco Acuático, Burbujas de agua, Sky Acuático, boyas y Kayacks), eventos acuáticos (campeonatos de slalom, gyncana de motos y espectáculos de deportes acuáticos), velerismo (campeonatos), paseos en canoas a motor, remo y lanchas, pesca deportiva (consumo humano), investigación y experimenta la adaptación de especies ictiológicas (Estación Piscícola de Punyaro). Por otro lado, los recursos bióticos del ecosistema del lago (flora y fauna) es muy variado, en que se comprende:

- *Fauna.* - En vida marina se tiene trucha arcoíris y carpas. En variedad de aves se tiene, patos cuervo, garza blanca, gaucabas, patos, patillos, gallaretas, colibríes, golondrinas de mar, cullingos bandera; y unos sin número de anfibios que llenan de vida a la laguna y sus alrededores.
- *Flora.* - La Laguna tiene mayor concentración de totorales en las riberas
- este, noreste y sur. Se puede observar también bosques de eucaliptos, sauces y pinos.

3.2. Descripción General del Sistema.

El proyecto se enfoca en el diseño de un sistema embebido para la adquisición y visualización de los parámetros más importantes como (pH, Temperatura, Oxígeno Disuelto) según los criterios de aceptación para la preservación de flora y fauna, determinados en la tabla 2 del Acuerdo Ministerial 097-A Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación

Ambiental Secundaria del Ministerio de Medio Ambiente publicado en el R.O. Edición Especial Nro. 387 de 4 de noviembre de 2015, Anexo 1. La ubicación del proyecto lo podemos apreciar en la Ilustración 12, a las orillas del parque acuático del Lago San Pablo en la comunidad de Araque.



Ilustración 12. Ubicación del Parque Acuático y las orillas a obtener los datos de los parámetros de calidad de agua.
Fuente: Autoría

El funcionamiento general del sistema se presenta en la Ilustración 13, con la finalidad de entender y explicar las acciones que realiza cada sistema de conexión electrónica y software, siendo las más importantes de sistema embebido a diseñar.

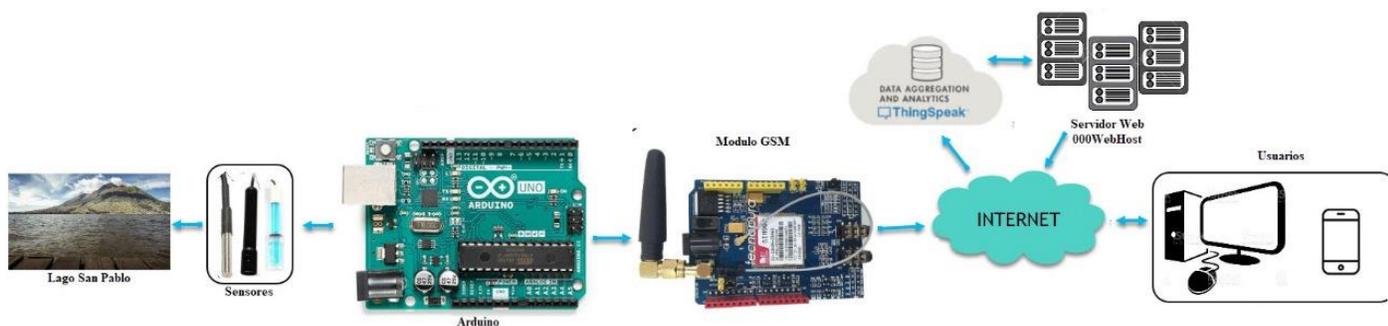


Ilustración 13. Esquema del funcionamiento propuesto.
Fuente: Autoría

El sistema embebido y los dispositivos de censado serán ubicados en las orillas del parque acuático del Lago San Pablo con las placas correspondientes y que consta de tres sensores de medición de parámetros de calidad de agua como son el (pH, Oxígeno Disuelto y Temperatura), los cuales están encargados de recolectar datos de parámetros y a través de un módulo GSM, GPRS es enviado a una página web.

El módulo GSM está conectado a la Internet todo el tiempo que sea necesario para la adquisición de los datos, dado el caso que el sistema no pueda conectarse a la internet, el sistema no podrá subir información al servidor.

Los datos obtenidos se almacenan en un servidor alojado en la Internet los cuales se puede visualizar los cambios que sufre en el transcurso de obtención de los datos, los datos pueden alterarse dependiendo de las condiciones del agua en el Lago.

3.3. Limitaciones.

El sistema por desarrollar poseerá restricciones de utilización, dentro de los cuales se encuentran los siguientes parámetros:

- La fuente eléctrica depende de la red pública ya que el sistema no está equipado con fuente autónoma, el sistema puede ser utilizado baterías o energías alternativas que sirvan y garantice el prolongado funcionamiento del sistema.
- La comunicación del servidor con el dispositivo de medición de los parámetros de calidad de agua será dependiente a la conexión a Internet.

3.4. Definiciones

- **Sistema Electrónico.** – Son un conjunto de elementos electrónicos interconectados que forman un circuito cuya función es realizar acciones de forma automática, cuenta con un bloque de entrada donde se introduce una orden, un bloque de proceso donde se realiza operaciones y finalmente el bloque de salida que ejecuta alguna acción. (Isaac, 2015).
- **Efecto Hall.** - Este fenómeno se caracteriza por presentarse cuando por una lámina conductora o semiconductor se hace circular corriente y se coloca un campo magnético de forma perpendicular a este, el cual desvía las cargas y genera una diferencia de potencial y un campo eléctrico en el material. (Rodríguez, 2013)

3.5. Diagrama en bloques del Sistema

En la Ilustración 14 tenemos el diagrama en bloques, el cual nos ayudara para una mejor comprensión del sistema y para la elección de los componentes que nos ayudara en el desarrollo de trabajo.

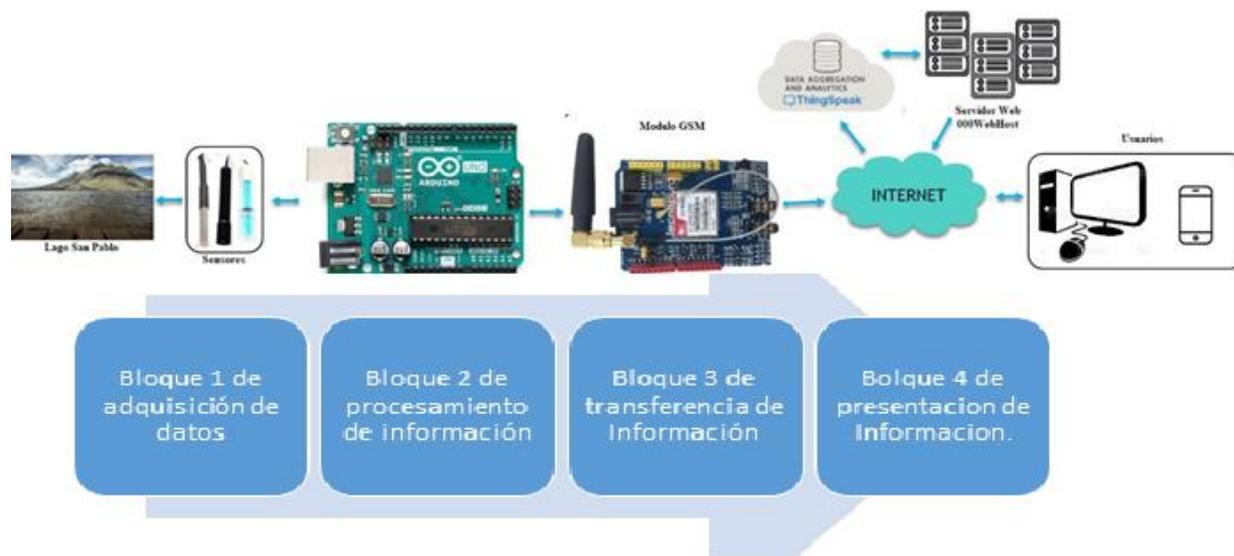


Ilustración 14: Diagrama en bloques del Sistema

Fuente: Autor

3.6. Descripción de bloques, del Diseño del sistema.

Con los requerimientos y componentes que regirán el sistema definido, se proceden a definir las directrices del diseño del sistema, tomando en cuenta los criterios en las etapas de análisis del proyecto y requerimientos del sistema, que permitirán el desarrollo e implementación del sistema de medición de calidad del agua del Lago San Pablo.

Además, se muestra la disposición de funciones del sistema mediante diagramas de bloque y de flujo, los cuales brindaran una guía ordenada a través de todos los procesos a efectuar en la codificación y posterior publicación en la página web siendo una ejecución en tiempo real.

En esta sección se presentará a través de diagramas de bloques dispuestos en 4 etapas el proceso de adquisición de información y almacenamiento del sistema. Cada etapa engloba varios

subprocesos afines a la función específica de cada bloque. La primera etapa muestra la forma y los medios por los que se adquieren los datos que serán convertidos en información. La segunda etapa indica cómo se transforman los datos obtenidos en información. La tercera etapa consta de la forma en la que se almacena la información obtenida en el Internet. La cuarta y última etapa es la forma en la que se publica la información.

Bloque de adquisición de datos (Bloque 1)

El diagrama de bloques que muestra en la Ilustración 15; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, representa la forma en la que se adquieren de los sensores analógicos los parámetros (datos) de calidad de agua del lago para posteriormente ser tratados y transformados a información digital.

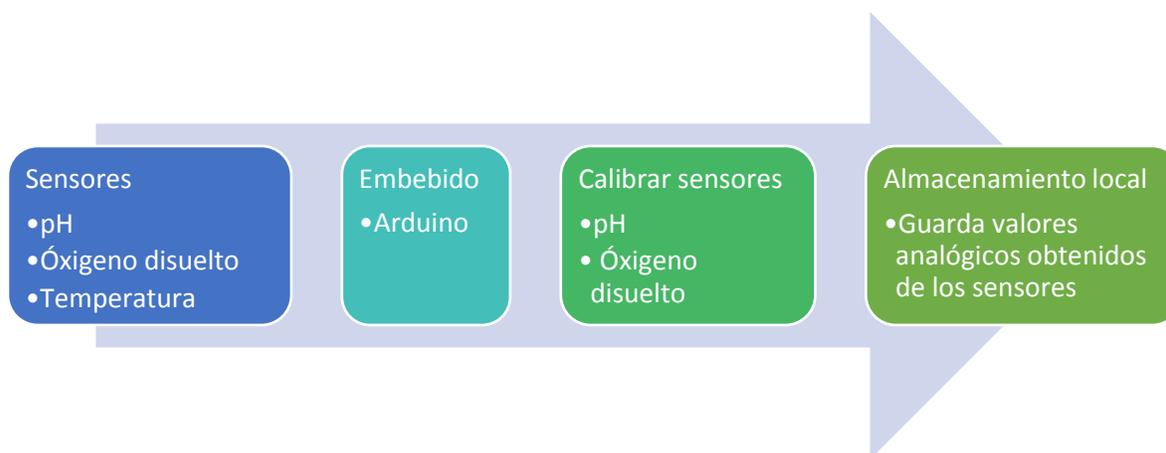


Ilustración 15. Bloque 1

Fuente: Propia

En el primer sub-bloque se activan los sensores que se encuentran dentro del lago para poder obtener los datos de este. El segundo sub-bloque representa al acople que tiene con el

Arduino, siendo este el que lee los sensores y procesa los datos. El tercer sub-bloque indica como se calibran los sensores respectivamente antes de obtener lecturas fiables. El sub-bloque final representa el almacenamiento local de los datos (variables) obtenidos de los sensores para su posterior tratamiento.

Bloque de procesamiento de información (Bloque 2)

Con cada uno de los parámetros almacenados en variables, la etapa 2 muestra la forma en la que se procesan estos para transformarlos en información de fácil interpretación, este proceso se especifica en la Ilustración 16.

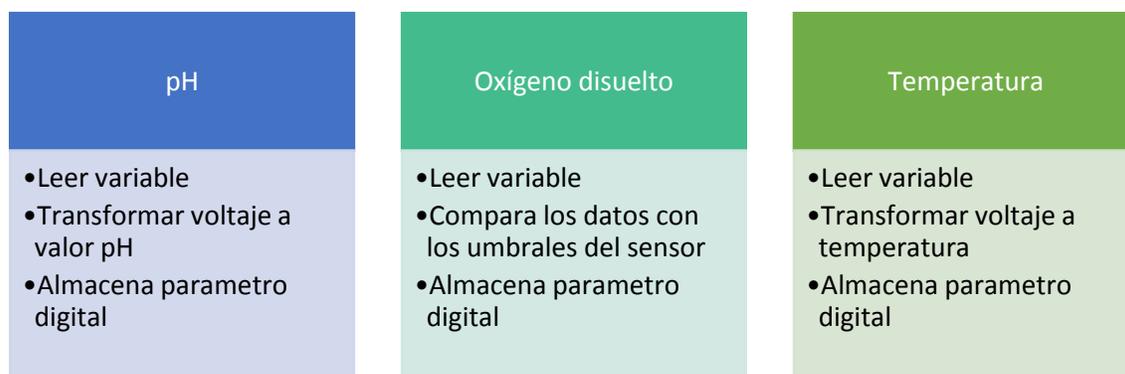


Ilustración 16. Bloque 2

Fuente: Propia

Cada uno de estos sub-bloques muestra la forma en la que se procesan cada uno de los datos o parámetros obtenidos con los sensores para posteriormente convertirlos en información digital lista para ser almacenada en la nube.

Bloque de transferencia de información (Bloque 3)

Esta etapa, según la Ilustración 17, muestra la forma en la que se desarrolla el proceso de almacenamiento de información en la nube mediante un módulo GSM con comandos AT.

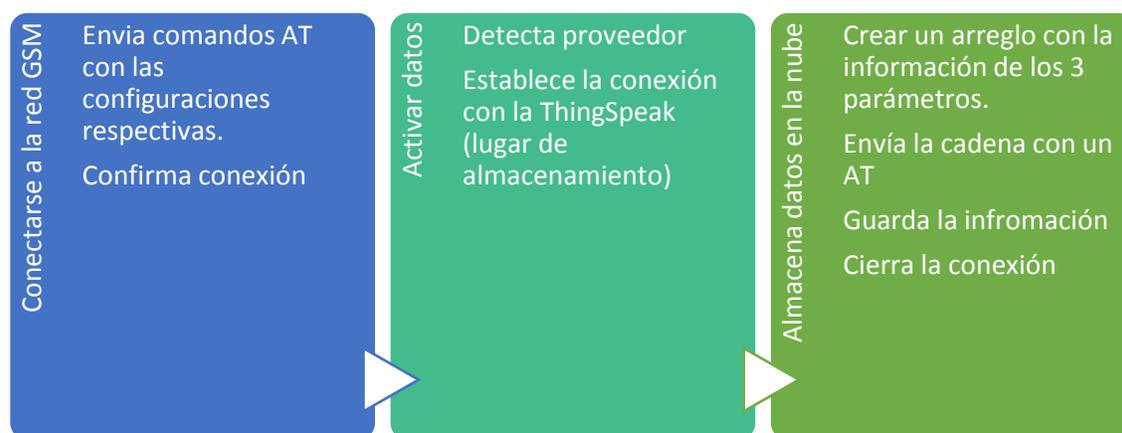


Ilustración 17. Bloque 3

Fuente: Propia

El sub-bloque 1 establece la conexión de internet entre el módulo y la nube, esto se logra mediante el envío de comandos AT, con la conexión establecida, en el sub-bloque 2, se abre una línea de comunicación entre el módulo y la página de almacenamiento que indica que va a empezar a enviar información para ser almacenada. Finalmente, en el sub-bloque 3 antes de enviar la información se crea una cadena con las variables en digital almacenadas localmente, se envía esta cadena mediante la conexión establecida, una vez recibida la información la página devuelve un mensaje de confirmación y se cierra la comunicación.

Bloque de presentación de información (Bloque 4)

En la Ilustración 18, se evidencia el proceso por el cual se muestra en la página web la información almacenada en la nube en forma de graficas para una mejor interpretación. La página web usa código HTML para las gráficas de las tablas.

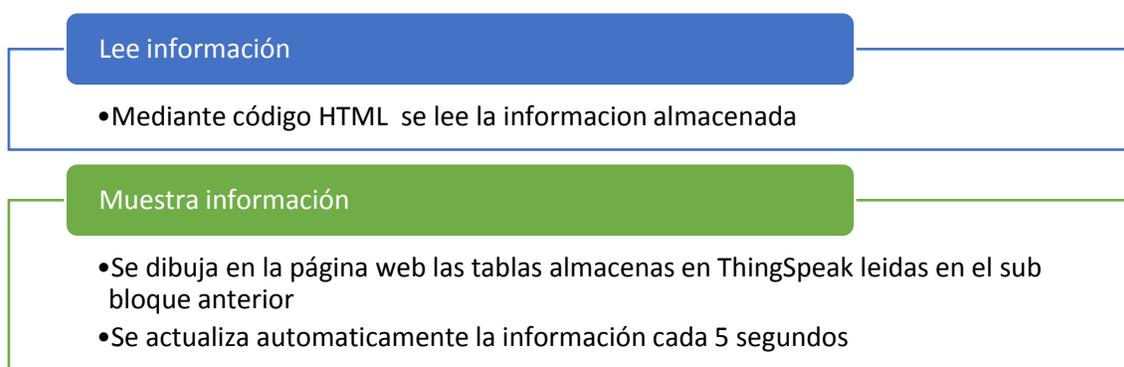


Ilustración 18. Bloque 4

Fuente: Propia

El primer sub-bloque indica la lectura de información para ser mostrada posteriormente, por último, en el sub-bloque final se presentan la forma en la que se grafica la información obtenida.

3.7. Determinación de los Stakeholders.

Con el análisis de situación actual, las condiciones del lugar de implementación y tomando como referencia el estándar ISO/IEC/IEEE 29148 que posee los lineamientos para desarrollar los procesos y productos relacionados con la ingeniería, los Stakeholders son los involucrados ya sea

directo o indirectamente que se encuentran presentes en el desarrollado del proyecto, es decir son las personas u organizaciones a quienes les interesa el presente trabajo de titulación, con estos involucrado dentro del sistema podemos deducir las características necesarias al presente trabajo y siendo así una solución óptima al trabajo investigativo y practico del sistema.

El estándar define la construcción de un buen requisito el cual proporciona atributos y características de los requisitos, y analiza la aplicación iterativa y recursiva de los procesos de requisitos a lo largo del ciclo de vida del sistema. ISO / IEC / IEEE 29148: 2011 proporciona orientación adicional en la aplicación de ingeniería de requisitos y procesos de gestión para actividades relacionadas con requisitos en ISO / IEC 12207 e ISO / IEC 15288.

Los requerimientos son la parte principal para el desarrollo de este proyecto, ya que se presenta las necesidades de la población que requiere saber sobre la calidad de agua y el departamento de gestión ambiental del Gobierno Provincial de Imbabura lo realiza cada cierto periodo de tiempo, por tal razón se plantea un listado de los actores que intervienen directamente en la realización del presente trabajo. En la tabla 4 se listan los actores involucrados (stakeholders).

Tabla 4. Actores involucrados

ACTORES	INVOLUCRADOS	
N°	Actor	Función
1	Comunidad de Araque, Parroquia San Pablo del Lago.	Beneficiarios
2	Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Otavalo	Responsable del control de las plantas de tratamiento alrededor de la Lago San Pablo.
3	Departamento de Gestión Ambiental de GPI	Encargados de medición de los Lagos y Laguna en la Provincia de Imbabura
4	Wilmer Ortiz	Desarrollador
5	Ing. Jaime Michilena	Director
6	Ing. Carlos Vásquez	Asesor 1
7	Ing. Fabián Cuzme	Asesor 2

Fuente: Autoría.

3.8. Requerimiento de Diseño.

Se detalla los requerimientos tanto de Stakeholders, requerimientos del sistema y requerimientos de arquitectura, para que el sistema final cumpla con los objetivos planteados con el fin de satisfacer las necesidades del usuario tomándose el análisis de los resultados arrojados de todo el sistema, el alcance del sistema y la situación actual, así también tener un sistema que beneficie a los involucrados del proyecto.

3.8.1. Nomenclatura de los requerimientos

Se cuenta con algunos requerimientos, por lo que, para una mejor comprensión, manejo y síntesis en los datos se los representa con abreviaturas tal como se muestra en la Tabla 5 mostrando principalmente los requerimientos de Stakeholders, requerimientos funcionales del sistema y los requerimientos de arquitectura.

Tabla 5. Abreviaturas de Requerimientos

Descripción	Abreviatura
Requerimientos de Stakeholders	StSR
Requerimientos Funcional del sistema	SySR
Requerimientos de Arquitectura (Software)	SRSR

Fuente: Autoría

3.8.2. Requerimientos de los stakeholders.

La determinación de los requerimientos de los usuarios es una parte fundamental para el desarrollo del sistema, a los cuales se los transforma en un conjunto de requisitos que expresen la comunicación que tendrá el sistema con su entorno operativo y las demás funcionalidades. A continuación, en la tabla 6 se muestran los requisitos de los usuarios implicados en este proyecto. Todos los requerimientos son analizados en base a una entrevista personal en las instalaciones de la comunidad de Araque, con el señor presidente de la mencionada comunidad, ver (Anexo 1).

Tabla 6. Tabla de requerimientos de los stakeholders

Numero	Descripción	StRS Requerimientos de Stakeholders			Relación	Verificación
		Prioridad				
		Alta	Media	Baja		
Requerimientos de Usuarios						
StRS 1	El sistema debe ser portable y liviano.					x
StRS 2	Información organizada y actualizada.	x				
StRS 3	Apariencia llamativa de la página web.			x		
StRS 4	Sistema entendible, para su funcionamiento.			x		
StRS 5	Recepción de aviso cuando se carga los datos a la página web. (Led intermitente).	x				
StRS 6	Dispositivo para todo tipo de Lagos y Lagunas.			x		
StRS 7	Dispositivo tolerante a la intemperie.			x		
Requerimientos Operacionales						
StRS 8	El sistema debe estar ubicado en un lugar de afluencia de personas del Lago.	x				
StRS 9	Conexión inalámbrica del usuario final.			x		

StRS 10	El sistema debe adquirir los datos del parámetro de calidad de agua correctamente.		x
StRS 11	Tiempo de espera para adquirir lo datos (10 minutos)		x
StRS 12	Alimentación portable.	x	
StRS 13	Se requiere transmitir datos de forma inalámbrica hacia la página web.	x	
StRS 14	Tiempo de duración del batería mínimo 2 horas continuas.		x

Fuente: Autoría.

Los requerimientos descritos en la tabla anterior indican algunas consideraciones extras que tienen los diferentes actores que intervienen en el sistema, los cuales fueron obtenidos en base a la observación y entrevista directas con las personas interesadas en el proyecto, determinando así que se debe encontrar un balance entre la obtención de resultados del sistema y análisis de laboratorio de calidad de agua.

3.8.3. Requerimientos Funcionales del Sistema

Los requerimientos funcionales que se presentan a continuación en la tabla 7, son aquellos en donde se toma en consideración los requerimientos del sistema en sí, describiendo los requerimientos de uso, de interfaces, de modos, estados y requerimientos físicos, Esta tabla tendrá la abreviatura

- **SySR:** Abreviatura de requerimientos funcionales la cual Identificara el número de requerimiento referenciado.

Tabla 7. Requerimientos Funcionales

SySR
Requerimientos Funcionales

Numero	Descripción	Prioridad			Relación	Verificación
		Alta	Media	Baja		
Requerimientos Performance						
SySR 1	Sensores calibrados de fábrica.		x			
SySR 2	Censar los valores de pH de agua con tiempos prudentes.	x				
SySR 3	Medición de temperatura del agua en tiempos prudentes.	x				
SySR 4	Censar los valores de Oxígeno disuelto en el Agua, de acuerdo con el tiempo de respuesta del sensor.	x				
SySR 5	Calibrar los sensores de pH y de Oxígeno Disuelto antes de ingresar a las aguas del Lago.	x				
SySR 6	Soporte a lenguaje de programación de código abierto.		x			
SySR 7	Batería con capacidad de 1055mA		x			
SySR 8	Tiempo de lectura de los datos de 5 a 10 minutos, hasta estabilizar.					x
Requerimientos de Uso						
SySR 9	Bajo consumo de energía para la transmisión de datos.	x				
SySR 10	Los sensores deben ser manipulados solo por el desarrollador.		x			
SySR 11	El sistema debe tener una conexión activa a la internet para comunicación inalámbrica de datos.	x				StRS 13
SySR 12	El sistema deberá estar en un lugar que no cause molestias y distracciones a las personas del lugar.		x			
SySR 13	Sistema Duradero					x
SySR 14	Sistema alimentado por baterías recargables.	x				SySR 6
Requerimientos de Interfaces						
SySR 15	Conexión inalámbrica del sistema mediante la red GSM con la página web. (Internet)	x				

SySR 16	Pines analógicos y digitales	x	
SySR 17	Conexión de los sensores de agua al sistema Embebido	x	
Requerimientos de estados de funcionamiento (Modos y Estados)			
SySR 18	El sistema deberá permanecer activo durante la secuencia de adquisición de los datos de parámetros de calidad de agua.	x	
SySR 19	Sistema encendido al momento de ingresar los sensores al agua.	x	
SySR 20	Led intermitente al momento de transmisión de la información a la página web. (led encendido)		x
SySR 21	Sistema sin funcionamiento al extraer del agua.	x	
SySR 22	Estado de funcionamiento y carga de batería independiente	x	
SySR 23	Verificar la carga de baterías antes de conectar al sistema.	x	
Requerimientos Físicos			
SySR 24	El sistema deberá ser de tamaño reducido para que no cause molestias, acoplable y deberá estar estable para obtener datos con mayor veracidad.		x
SySR 25	Acoplamiento de placas a la boya.	x	
SySR 26	Acoplamiento de batería recargable a la boya.	x	
SySR 27	Sensores resistentes a la intemperie.	x	

Fuente: Autoría.

De los requerimientos establecidos en la tabla 7 algunos de los detalles principales a recalcar son:

El sistema no puede causar molestias a los turistas en el lugar durante la adquisición de los datos, y al tratarse de implementar en un lugar libre de toda molestia podrá adquirir los datos de los parámetros de calidad de agua de la manera más óptima.

3.8.4. Requerimientos de Arquitectura

En la tabla 8 se muestra los requerimientos de Arquitectura, en donde se especificará requerimientos generales y eléctricos, indispensables para un buen diseño de un sistema, en los siguientes apartados se definirán requerimientos de hardware y software, lo cuales también forman parte de los requerimientos de arquitectura. Esta tabla permitirá posteriormente realizar una selección de hardware y software que cumpla los requisitos necesarios.

- **SRSH:** Abreviatura de requerimientos de arquitectura la cual Identificara el número de requerimiento referenciado.

Tabla 8. Requerimientos de Arquitectura

Numero	Descripción	SRSH Requerimientos de Arquitectura			Relación	Verificación
		Prioridad				
		Alta	Media	Baja		
Requerimientos lógicos						
SRSH 1	Transmisión de datos a la internet, conexión con la nube.		x			
SRSH 2	Modos de señal analógicos y digitales	x				
SRSH 3	Conversor ADC	x				
SRSH 4	Compatibilidad con módulo de comunicación (GSM).	x				
SRSH 5	Puerto serial-		x			
Requerimientos De Diseño						
SRSH 6	Los sensores deben estar colocado en una boya flotante.	x				
SRSH 7	Realizar conexiones cableada e inalámbrica.	x				
SRSH 8	Prototipo para colocar todos los elementos del sistema.		x			
SRSH 9	Los sensores deben mantener una distancia de 3 o 4 cm, asegurándose que el bulbo de los sensores no tenga contacto.				x	

SRSH 10	No extraer del agua a los sensores ya que el flujo del aire puede alterar las mediciones.	x
SRSH 11	Asegurarse que no exista mucho oleaje para que la boya se mantenga lo más estable posible.	x
SRSH 12	El sistema embebido debe estar en una placa baquelita y dentro de la boya flotante para protegerlas a los elementos de la humedad.	x
SRSH 13	Hardware y Software de distribución libre.	x

Requerimientos de Hardware

SRSH 14	El sistema embebido debe ser compatible con los sensores para el procesamiento de información.	x
SRSH 15	El sistema embebido debe poseer los puertos de lectura analógica para ubicar a los sensores.	x
SRSH 16	Sensores compatibles con los respectivos módulos.	x
SRSH 17	Sensores deben poseer módulos para conectar a la placa.	x
SRSH 18	La placa debe tener la capacidad de procesar los datos.	x
SRSH 19	La placa electrónica debe ser compatible con las librerías del sensor.	x
SRSH 20	Compatibilidad de la placa con el dispositivo de comunicación de red celular.	x
SRSH 21	Bajo consumo de energía.	x
SRSH 22	Tamaño de dispositivos pequeños.	x
SRSH 23	Se requiere un módulo de transmisión de información inalámbrica GSM para poder observar los datos.	x
SRSH 24	Módulo de comunicaciones de datos debe estar integrada en la placa.	X

Requerimientos de Software

SRSH 25	Software compatible con la placa de desarrollo.	x
SRSH 26	Se requiere de un software que permita acoplar graficas comprensibles con los datos obtenidos por los sensores de pH, OD y T.	x
SRSH 27	Compatibilidad entre el sistema embebido, las librerías de los sensores y de los módulos de comunicaciones.	x
SRSH 28	Lenguaje de programación de código abierto	x
SRSH 29	Base de datos rápida y segura.	x
SRSH 30	Creación de Instancias	x
SRSH 31	Espacio de almacenamiento	x
SRSH 32	Versión Gratuita	x
Requerimientos Eléctricos		
SRSH 33	El sistema de transmisión deberá utilizar una batería recargable para alimentar el sistema embebido y los sensores (5v a 1055mA)	x
SRSH 34	Corriente AC para cargar la batería.	x

Fuente: Autoría.

3.9. Elección de Hardware y Software

Las mejores opciones de hardware y software se elegirán de acuerdo con los requerimientos que se describieron en el apartado anterior y en la posibilidad de poder adaptar los diferentes equipos físicos y elementos de software a los requerimientos que se tiene, buscando así elementos de hardware y software que se acople a los requerimientos.

3.9.1. Benchmarking: Elección de Hardware (Bloque 1)

La elección de los diferentes Hardware del sistema se determinará bajo los requerimientos establecidos previamente, realizando una comparación entre ellos y estableciendo valores de 1

para las condiciones que, si cumpla la placa y un 0 para las condiciones que no las cumpla, además se realizara un estudio de benchmarking en las que se conocerá las especificaciones de cada sistema, de esta manera se determinara la placa óptima para ser utilizada en el prototipo.

Sensores (Oxígeno Disuelto)

Para realizar una mejor elección de los sensores a emplearse en el diseño del sistema, se realizará un análisis de Benchmarking el cual iniciará con una comparativa de las características técnicas de cada elemento, tomando en cuenta características de disponibilidad y precio en el mismo análisis, para que así la opción escogida en cada hardware tenga una verificación completa.

De acuerdo con las especificaciones técnicas revisadas en los datasheet de los componentes ver en (Anexo 2), en la tabla 9 se realiza un análisis y la elección del sensor apropiado para el proyecto.

Tabla 9: Elección de sensor de Oxígeno Disuelto

Hardware Sistema Embebido	Requerimientos					Valoración Total
	StRS7	SySR5	SyRS14	SRSH17	SRSH27	
Atlas Scientific analógico Arduino	1	0	1	1	0	3
	1	1	1	1	1	5
	Voltaje Funcional	# de Pines	Capacidad Memoria	Tamaño	Corriente en pines	
Atlas Scientific analógico Arduino	1	1	0	1	1	4
	1	1	0	1	1	4
			1 cumple 0 no cumple			

Fuente: Autoría

Sensor de oxígeno disuelto analógico para Arduino, es un sensor que nos permite medir el oxígeno disuelto del agua en código abierto, que es compatible con Arduino, que a su vez refleja la calidad del agua. Se aplica ampliamente en muchas aplicaciones de calidad del agua, como la acuicultura, el monitoreo ambiental, las ciencias naturales etc. este producto es muy adecuado para el uso en los proyectos de agua para detectar la concentración de oxígeno disuelto para organismos acuáticos.

Sensores Potencial de Hidrogeno (pH).

El sensor de Potencial de Hidrogeno (pH) es un transductor que permite conocer el pH de una solución, esto lo realiza a través de un método electroquímico que utiliza una membrana de vidrio que separa dos sustancias con diferentes cantidades, el sensor es un elemento pasivo que genera una pequeña cantidad de corriente de acuerdo con el nivel de pH que se encuentra en el medio ambiente. De acuerdo con las especificaciones técnicas de los sensores ver en (Anexo 2) analizamos las respectivas funcionalidades y escoger lo mejor para el desarrollo del presente trabajo, como podemos observar en la tabla 10.

Tabla 10: Elección del sensor de pH

Hardware Sistema Embebido	Requerimientos					Valoración Total
	StRS7	SySR5	SySR6	SRSH17	SRSH27	
Medidor de sensor de pH analógico	1	0	1	1	1	4
Sensor de pH, GAOHOU PH0-14	1	1	1	1	1	5
	Voltaje Funcional	# de Pines	Capacidad Memoria	Tamaño	Corriente en pines	
Medidor de sensor de pH analógico	1	1	0	1	1	4
Sensor de pH, GAOHOU PH0-14	1	1	0	1	1	4
1 cumple						

0 no cumple

Fuente: Autoría

Sensor de pH, GAOHOU PH0-14. Es un sensor que permite medir el pH del agua, además cumple con las características de compatibilidad para la placa de procesamiento, a diferencia de las otras dos opciones, este sensor presenta una alta precisión y una toma de datos en un tiempo estimado máximo de 10 minutos.

Sensor de Temperatura

El sensor de temperatura es un dispositivo que permite conocer el valor de la temperatura presente en un ambiente acuático, a través de la conversión de los cambios de temperatura a señales eléctricas, esta información es procesada por los dispositivos electrónicos según la necesidad. De acuerdo con las especificaciones técnicas ver en (Anexo 2) se realiza la elección del sensor, como podemos observar en la tabla 11.

Tabla 11: Elección del sensor

Hardware Sistema Embebido	Requerimientos					Valoración Total
	StRS7	SySR5	SySR6	SRSH17	SRSH27	
Sensor de temperatura DS18B20	1	0	1	1	1	4
Libelium	1	1	1	1	1	5
	Voltaje Funcional	# de Pines	Capacidad Memoria	Tamaño	Corriente en pines	
Sensor de temperatura DS18B20	1	1	0	1	1	4
Libelium	1	1	0	1	1	4

1 cumple
0 no cumple

Fuente: Autoría

El Sensor de temperatura **DS18B20** al igual que el sensor de pH nos ayuda a formular un criterio de calidad del agua con respecto al estado de lago.

3.9.2. Elección de hardware Placa Programable (Bloque 2).

La elección del sistema embebido se realiza de acuerdo con los requerimientos planteados en los apartados anteriores y de acuerdo con las especificaciones técnicas establecidas ver en (Anexo 3), en la tabla 12 podemos apreciar las valoraciones de acuerdo con los requerimientos y su elección.

Tabla 12. Comparación de Sistema Embebido

Hardware Sistema Embebido	Requerimientos					Valoración Total
	StRS7	StRS10	StRS11	StRS12	StRS13	
Arduino Nano	0	1	1	1	1	4
Arduino Mini Pro	0	1	1	1	1	4
Arduino Uno	0	1	1	1	1	4
	SySR2	SySR6	SySR14	SySR15	SySR24	
Arduino Nano	0	1	1	1	0	3
Arduino Mini Pro	1	1	0	1	0	3
Arduino Uno	1	1	1	1	1	5
	SRSH1	SRSH4	SRSH18	SRSH19	SRSH21	
Arduino Nano	1	0	0	1	1	3
Arduino Mini Pro	1	0	0	1	1	3
Arduino Uno	1	1	1	1	1	4

	Voltaje Funcional	# de Pines	Capacidad Memoria	Tamaño	Corriente en pines	
Arduino Nano	1	1	1	1	1	5
Arduino Mini Pro	1	1	0	1	0	3
Arduino Uno	1	1	1	1	1	5

Cumple
No cumple

Fuente: Autoría

Basado en los requerimientos y las valoraciones se opta por elegir la placa Arduino UNO para ser implementada en el sistema por presentar una mayor valoración con respecto a las demás opciones, y porque cuenta con mayor capacidad de procesamiento de información, importante para poder interpretar las señales recibidas o enviadas al módulo transmisor.

3.9.3. Elección de Hardware de Comunicación, transmisión de datos (Bloque 3).

Se realiza la búsqueda de una tecnología que tenga cobertura en el lugar para el desarrollo del proyecto y que los datos se puedan transmitir desde el nodo de adquisición de datos hacia la internet para que los usuarios puedan observar la información al momento oportuno, para los cual hacemos el análisis de selección del módulo que existe en el mercado en contraste a los requerimientos y las características físicas y técnicas de los diferentes módulos con su datasheet ver en (Anexo 4), como podemos observar en la tabla 13.

Tabla 13: Elección de Modulo de comunicación

Modulo	Requerimientos			Valoración Total
	SySR6	SRSH23	StRS13	
GPRS/SIM 900	1	1	1	3
Zigbee, Xbee	1	0	1	2
Bluetooth	1	0	1	2

1 cumple

0 no cumple

Fuente: Autoría

Para la transmisión de los datos se elegirá el módulo GPSRS/SIM900 ya que cumple con los requerimientos para que los datos se envíe mediante la red celular.

3.9.4. Elección de software

En esta sección se analiza los requerimientos de software necesarios en el desarrollo de la plataforma de administración y gestión, para lo cual se tiene: proveedor de infraestructura como servicio, el cual ofrece una instancia en la nube, primero se plantea el análisis del lenguaje de programación para dichos requerimientos y luego la plataforma en la nube, para el almacenamiento de los datos y envío a la internet para la presentación de los datos.

3.9.4.1. Elección de lenguaje de programación (Bloque 2)

De acuerdo con los requerimientos, en el apartado de los requerimientos de Software mencionados anteriormente, en la siguiente tabla 14 hacemos referencia a la selección del lenguaje de programación más idónea, hay que basarnos en la placa de procesamiento que elegimos, la plataforma de programación debe cumplir con la funcionalidad requerida por los dispositivos que se encuentra acoplados a la placa como es la disponibilidad de librerías, sus características lo podemos apreciar en (Anexo 5).

Tabla 14: Elección de Lenguaje de programación

Lenguaje	Requerimientos					Valoración Total
	SRSH4	SRSH5	SRSH13	SRSH20	SRSH28	
IDE de Arduino	1	1	1	1	1	5
AVR (Atmega)	1	1	1	0	1	4

1 cumple
0 no cumple

Fuente: Autoría

El entorno al desarrollo del proyecto y dependiendo de las características de programación se deduce que es la IDE de Arduino, es más apropiado y cumple el mayor de los lineamientos que se requiere para el desarrollo del sistema embebido ya que existe la disponibilidad de librerías de los sensores, por lo tanto, se decidió la selección de este.

3.9.4.2. Elección de infraestructura como servicio en la nube (Bloque 4).

En la tabla 15 se muestra de la infraestructura como servicio en la plataforma que son: Amazon Web Services, (AWS), 000webHost, Inmotion Hosting. Las mismas características de cada Infraestructura esta especificado, ver en (Anexo 6)

Tabla 15: Elección de Infraestructura como servicio

Infraestructura como servicio	Requerimientos					Valoración Total
	SRSH13	SRSH24	SRSH29	SRSH31	SRSH32	
Amazon Web Services, (AWS)	1	1	1	1	1	5
000webHost	1	1	1	1	1	5
Inmotion Hosting	1	1	1	1	0	4

1 cumple
0 no cumple

Fuente: Autoría

En esta selección existen dos opciones con la misma puntuación, las dos infraestructuras es buena elección para el uso de la plataforma como servicio de almacenamiento en la nube ya que tienen informaciones más explicativas sobre su configuración y funcionamiento de la internet.

Las tres opciones de nubes públicas con mayor puntaje ofrecen capacidades básicas muy similares en computación, almacenamiento de redes flexibles (Finnegant & Carey, 2018). Además, todas ellas comparten los elementos comunes de una nube pública.

Para el desarrollo del presente proyecto se elige la versión gratuita de un host como el 000webhost por factibilidad de contratación para el investigador, ya que, a diferencia de otras,

acepta tarjeta de débito, es importante señalar, el servicio de administración y gestión puede ser implementado en cualquiera de los proveedores de servicio de infraestructura antes mencionado.

3.10. Desarrollo de la calibración de los sensores (Bloque 1)

Una vez que se haya echo la selección de los componentes tanto hardware y software, vamos a realizar conexiones de los componentes de acuerdo con los bloques correspondientes del sistema para lo cual tenemos en la Ilustración 14 nos indica el diseño propuesto y los bloques de funcionamiento que partimos desde la calibración de los sensores en el bloque 1.

En esta parte preparamos a los sensores para que estos realicen mediciones lo más cercano posible a las propiedades del agua, planteados para el Lago San Pablo, los sensores de calibración con el pH y de oxígeno disuelto. Estos sensores se calibrarán mediante la determinación de la ecuación que en cada caso específico permite transformar los valores análogos enviados por los sensores a la unidad respectiva, siendo para el pH un valor lineal y proporcional a los valores de pH de 0 a 14, y el sensor de oxígeno disuelto con la sustancia química de Hidróxido de Sodio (NaOH 0.5 mol/l).

3.10.1. Lectura y calibración del sensor de pH

Los valores de pH oscilan entre 0-14, donde pH 0 será muy ácido, pH 7 será neutro y pH 14 muy alcalino. El agua está cerca de un pH 7 y generalmente es por aquí que tendremos que monitorear el pH de muchas cosas. En una piscina, por ejemplo, debe ser ligeramente alcalina a 7.2, sistemas hidropónicos alrededor de 6 (para una absorción óptima de la nutrición de las plantas) y para vidas acuáticas alrededor de 6.8.

En la ilustración 19 nos indica los pines de conexión que detalla lo siguiente:

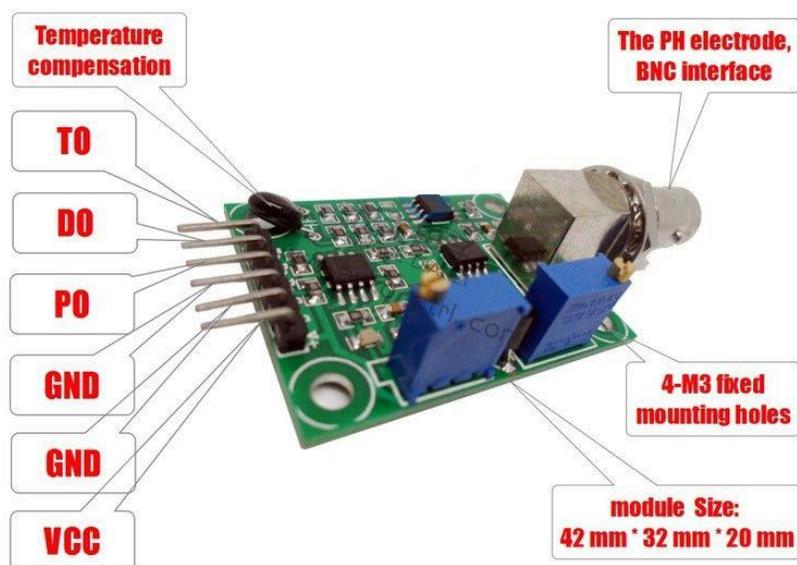


Ilustración 19. Módulo de la Sonda pH

Fuente: (Botshop, 2019)

- TO - Salida de temperatura
- DO - Salida de 3.3V (del potenciómetro de límite de pH)
- PO - Salida analógica de PH **Arduino A0**
- Gnd - Gnd para sonda de PH (puede provenir del pin Arduino GND) **Arduino GND**
- Gnd - Gnd para placa (también puede provenir del pin Arduino GND) **Arduino GND**
- VCC - 5V DC (puede provenir del pin Arduino 5V) **Pin Arduino 5V**
- POT 1 - Compensación de lectura analógica (más cercano al conector BNC)
- POT 2 - Ajuste de límite de PH

En la ilustración 20 tenemos el diagrama de conexión del sensor y el Arduino para preparar la calibración del sensor.

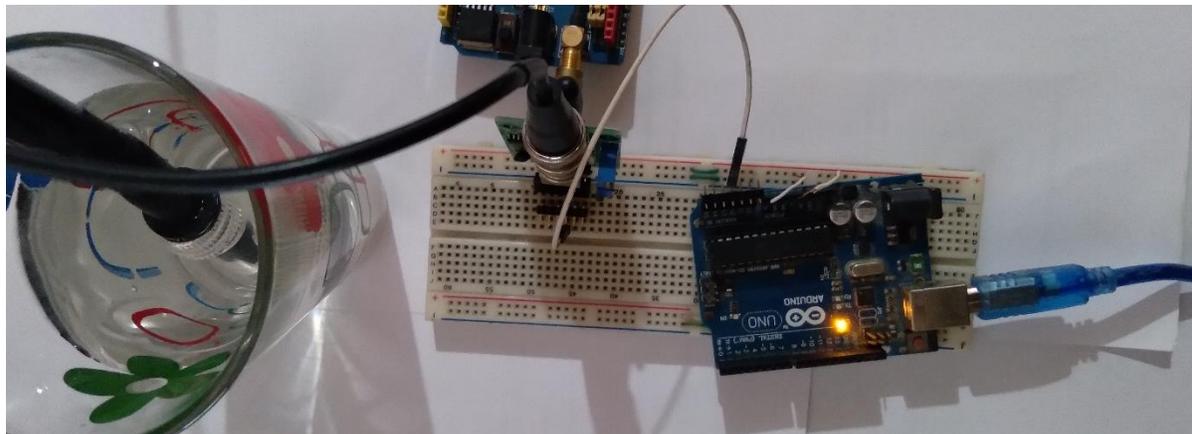


Ilustración 20. Conexión de sensor pH al Arduino

Fuente: Autor

Al principio esta placa por defecto tiene el pH 7 configurado en 0v (o cerca de él, difiere de una sonda de pH a otra, es por eso por lo que tenemos que calibrar la sonda como con los sobres), esto significa que el voltaje irá a menos cuando se leen valores de pH ácidos y eso no puede ser leído por el puerto analógico Arduino. El potenciómetro offset se usa para cambiar esto, de modo que un pH 7 leerá los 2.5v esperados al pin analógico Arduino, el pin analógico puede leer voltajes entre 0v y 5v, por lo tanto, el 2.5v que está a medio camino entre 0v y 5v como pH 7 está a medio camino entre pH 0 y pH 14, en la Ilustración 21 hacemos un cortocircuito para simular un pH7 neutro.



Ilustración 21. Calibrando el voltaje
Fuente: Autor

Una vez calibrado el voltaje, debemos hacer uso de los sobres y agua destilada para poder calibrar la sonda, en la ilustración 22 nos indica la sustancia mezclada con el agua destilada y el sobre.

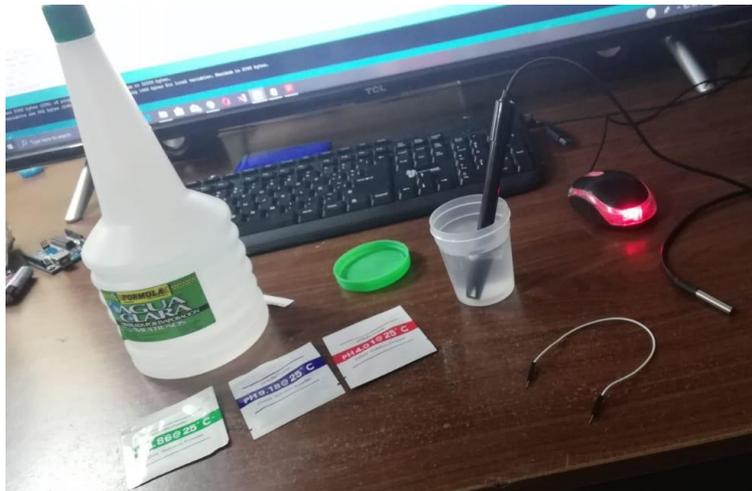


Ilustración 22. Calibración del sensor pH
Fuente: Autor

En la ilustración 23 observamos la respuesta de los datos, con la medición cercana a los valores de investigación.

The image shows two windows from the Arduino IDE. The left window is the serial monitor for COM3, displaying a stream of sensor data. The right window is the code editor showing the source code for a program named 'TESIS1'.

Serial Monitor Data:

PH	VOLTAGEPH	TEMP	OXD
6.85	2.50	17.56 C	9.03mg/L
6.86	2.50	17.56 C	9.03mg/L
6.85	2.50	17.62 C	9.03mg/L
6.85	2.49	17.62 C	9.07mg/L
6.85	2.50	17.62 C	9.07mg/L
6.85	2.49	17.62 C	9.07mg/L
6.86	2.49	17.62 C	9.10mg/L
6.85	2.49	17.62 C	9.10mg/L
6.85	2.50	17.62 C	9.10mg/L
6.85	2.50	17.62 C	9.10mg/L
6.85	2.49	17.69 C	9.10mg/L
6.85	2.50	17.69 C	9.13mg/L
6.85	2.49	17.69 C	9.13mg/L
6.85	2.50	17.69 C	9.16mg/L
6.85	2.49	17.69 C	9.16mg/L
6.85	2.49	17.75 C	9.16mg/L
6.85	2.49	17.75 C	9.16mg/L
6.85	2.49	17.75 C	9.16mg/L
6.85	2.49	17.75 C	9.16mg/L
6.85	2.49	17.75 C	9.16mg/L
6.85	2.49	17.75 C	9.20mg/L
6.85	2.49	17.75 C	9.20mg/L
6.85	2.50	17.81 C	9.20mg/L
6.85	2.49	17.81 C	9.20mg/L
6.85	2.50	17.81 C	9.23mg/L
6.85	2.49	17.81 C	9.23mg/L
6.85	2.49	17.81 C	9.23mg/L
6.85	2.50	17.81 C	9.23mg/L
6.85	2.49	17.87 C	9.23mg/L
6.85	2.49	17.87 C	9.23mg/L
6.86	2.49	17.87 C	9.23mg/L
6.85	2.49	17.87 C	9.26mg/L
6.85	2.49	17.87 C	9.26mg/L
6.85	2.50	17.94 C	9.29mg/L
6.85	2.50	17.94 C	9.29mg/L

Code Editor Content:

```

File Edit Sketch To
TESIS1
}else{
  receivec
  receivec
}
}
return false;
}
}

byte uartParse()
{
  byte modeInc
  if(strstr(re
  modeInde
  else if(strs
  modeInde
  else if(strs
  modeInde
  return mode1
}

void doCalibrati
{
  char *receiv
  static boole
  float voltaq
  switch(mode)

```

Done uploading.
Sketch uses 9,94
Global variables

Ilustración 23. Valores de Medición

Fuente: Autor

3.10.2. Lectura y calibración del sensor de Oxígeno disuelto.

La solución de relleno es una solución de NaOH de 0,5 mol / L. Debe verterla en la tapa de la membrana antes de usarla. Tenga cuidado con esta operación porque la solución es corrosiva. La membrana permeable al oxígeno en la tapa de la membrana es sensible y frágil. Tenga cuidado al manipularla.

El sensor de OD consumirá un poco de oxígeno durante la medición. Agite suavemente la solución y deje que el oxígeno se distribuya uniformemente en el agua, en la Ilustración 24 observamos el diagrama conexión del sensor con el Arduino.

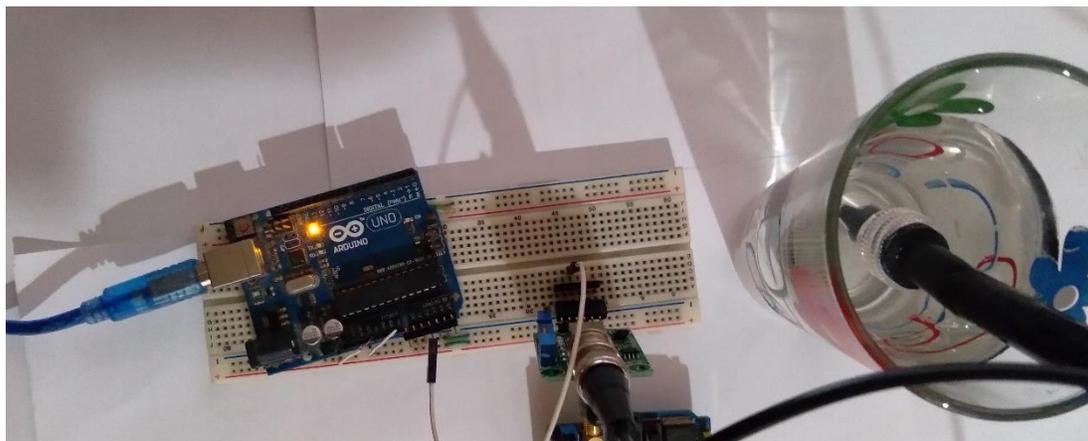


Ilustración 24. Conexión de Arduino con el sensor de OD.
Fuente: Autor

Para la calibración podemos observar en la Ilustración 25, que nos indica el proceso de desenroscar la tapa de la membrana de la sonda y llene aproximadamente 2/3 del volumen de la tapa con solución de NaOH 0,5 mol / L. Asegúrese de que la sonda esté en posición vertical con respecto al plano horizontal. Atornille cuidadosamente la tapa de nuevo a la sonda. Sería bueno si una pequeña solución se desbordara de la tapa para asegurar que la sonda esté completamente llena con solución de NaOH.

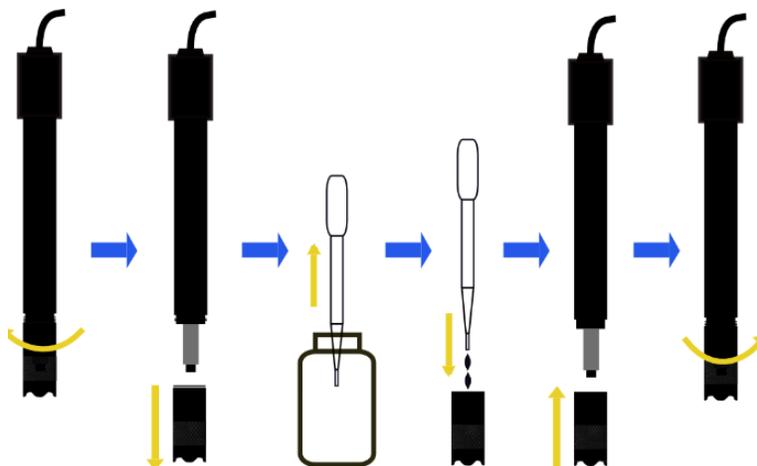


Ilustración 25. Proceso de calibración con la sustancia
Fuente: (Dfrobot)

Como prueba de calibración hicimos la prueba en las orillas de lago san pablo, que el resultado podemos observar en la ilustración 27.

COM8			
PH : 10.66	VOLTAGEPH : 1.88	TEMP: 18.75 C	OXD :10.11mg/L
PH : 10.66	VOLTAGEPH : 1.90	TEMP: 18.75 C	OXD :10.14mg/L
PH : 10.66	VOLTAGEPH : 1.88	TEMP: 18.75 C	OXD :10.11mg/L
PH : 10.65	VOLTAGEPH : 1.89	TEMP: 18.75 C	OXD :10.14mg/L
PH : 10.64	VOLTAGEPH : 1.88	TEMP: 18.75 C	OXD :10.14mg/L
PH : 10.66	VOLTAGEPH : 1.88	TEMP: 18.75 C	OXD :10.14mg/L
PH : 10.64	VOLTAGEPH : 1.95	TEMP: 18.75 C	OXD :10.14mg/L
PH : 10.54	VOLTAGEPH : 1.88	TEMP: 18.75 C	OXD :10.14mg/L
PH : 10.68	VOLTAGEPH : 1.87	TEMP: 18.75 C	OXD :10.11mg/L
PH : 10.60	VOLTAGEPH : 1.88	TEMP: 18.75 C	OXD :10.08mg/L
PH : 10.63	VOLTAGEPH : 1.88	TEMP: 18.75 C	OXD :10.08mg/L
PH : 10.68	VOLTAGEPH : 1.88	TEMP: 18.81 C	OXD :10.14mg/L
PH : 10.35	VOLTAGEPH : 1.91	TEMP: 18.81 C	OXD :10.17mg/L
PH : 10.65	VOLTAGEPH : 1.91	TEMP: 18.81 C	OXD :10.17mg/L
PH : 10.63	VOLTAGEPH : 1.89	TEMP: 18.75 C	OXD :10.17mg/L
PH : 10.68	VOLTAGEPH : 1.87	TEMP: 18.81 C	OXD :10.14mg/L
PH : 10.67	VOLTAGEPH : 1.88	TEMP: 18.75 C	OXD :10.14mg/L
PH : 10.68	VOLTAGEPH : 1.88	TEMP: 18.81 C	OXD :10.14mg/L
PH : 10.69	VOLTAGEPH : 1.88	TEMP: 18.81 C	OXD :10.17mg/L
PH : 10.56	VOLTAGEPH : 1.88	TEMP: 18.75 C	OXD :10.14mg/L
PH : 10.70	VOLTAGEPH : 1.88	TEMP: 18.81 C	OXD :10.14mg/L
PH : 8.83	VOLTAGEPH : 2.21	TEMP: 18.62 C	OXD :10.14mg/L
PH : 7.60	VOLTAGEPH : 2.43	TEMP: 18.50 C	OXD :8.35mg/L
PH : 7.58	VOLTAGEPH : 2.46	TEMP: 18.50 C	OXD :8.38mg/L
PH : 7.55	VOLTAGEPH : 2.45	TEMP: 18.50 C	OXD :8.35mg/L
PH : 7.67	VOLTAGEPH : 2.42	TEMP: 18.50 C	OXD :8.35mg/L
PH : 7.65	VOLTAGEPH : 2.44	TEMP: 18.50 C	OXD :8.35mg/L
PH : 7.67	VOLTAGEPH : 2.42	TEMP: 18.50 C	OXD :8.35mg/L

Autoscroll
 Mostrar marca temporal
Nueva línea
115200 baudio
Limpiar salida

Ilustración 26. Lectura de los datos de OD.
Fuente: Autor

3.10.3. Lectura del sensor de temperatura.

Básicamente un sensor de temperatura es un termómetro digital que opera en un rango de 9 a 12 bits de resolución y que utiliza un protocolo de comunicación denominado One Wire (1-Wire), es decir las mediciones realizadas las envía a la etapa de control a través de dicho protocolo de comunicación para este fin el microcontrolador Arduino debe estar en capacidad de entender e interpretar el protocolo 1-wire lo cual se realiza a través de la importación de dos librerías creadas por el fabricante. Como podemos apreciar en la ilustración 27 la conexión del sensor de temperatura con el Arduino.

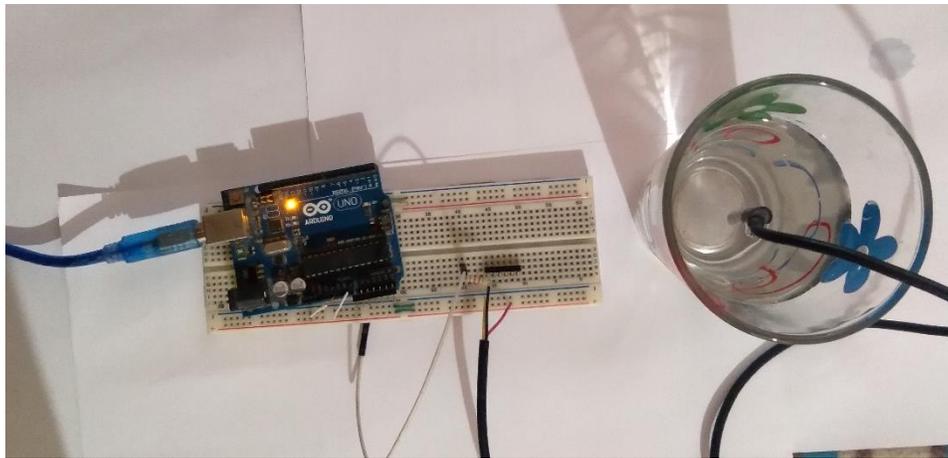
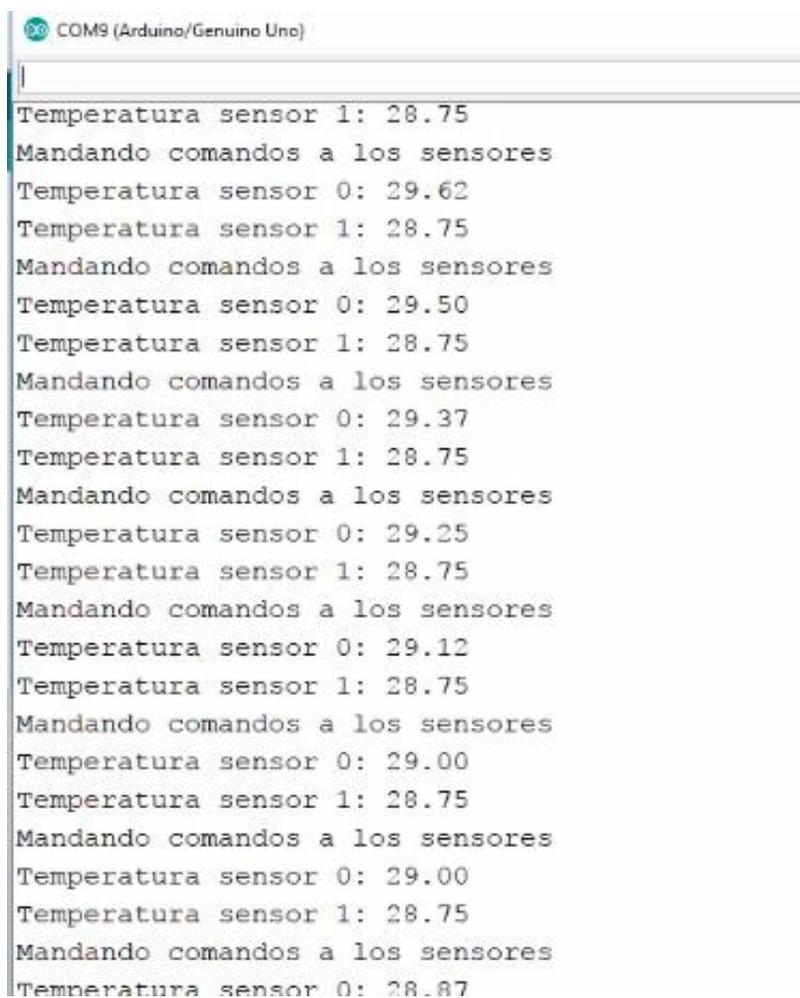


Ilustración 27. Conexión de sensor de temperatura y Arduino
fuente: Autor

En la ilustración 28 podemos ver la lectura de los datos del sensor de temperatura.

The image shows a screenshot of the serial monitor in an IDE, titled 'COM9 (Arduino/Genuino Uno)'. The monitor displays a series of text-based data points. Each cycle consists of two temperature readings: 'Temperatura sensor 1: [value]' followed by 'Mandando comandos a los sensores' and then 'Temperatura sensor 0: [value]'. The values for sensor 1 are consistently 28.75, while sensor 0 values vary between 28.87 and 29.62. The text is displayed in a monospaced font on a white background with a light gray border.

```
COM9 (Arduino/Genuino Uno)
Temperatura sensor 1: 28.75
Mandando comandos a los sensores
Temperatura sensor 0: 29.62
Temperatura sensor 1: 28.75
Mandando comandos a los sensores
Temperatura sensor 0: 29.50
Temperatura sensor 1: 28.75
Mandando comandos a los sensores
Temperatura sensor 0: 29.37
Temperatura sensor 1: 28.75
Mandando comandos a los sensores
Temperatura sensor 0: 29.25
Temperatura sensor 1: 28.75
Mandando comandos a los sensores
Temperatura sensor 0: 29.12
Temperatura sensor 1: 28.75
Mandando comandos a los sensores
Temperatura sensor 0: 29.00
Temperatura sensor 1: 28.75
Mandando comandos a los sensores
Temperatura sensor 0: 29.00
Temperatura sensor 1: 28.75
Mandando comandos a los sensores
Temperatura sensor 0: 28.87
```

Ilustración 28. Lectura de los datos del sensor de temperatura
fuente: Autor

3.10.4. Pruebas de Integración en la Orilla del lago

El sistema propuesto en el presente proyecto cuenta con tres sensores (Temperatura, pH y Oxígeno Disuelto) que están encargado de recolectar los datos en las orillas del Lago San Pablo del parque Acuático. En esta parte de pruebas se trasladó al lago al parque acuático del Lago San Pablo para poder realizar las mediciones reales con el prototipo.

En la ilustración 29 tenemos la preparación de los sensores para comenzar las pruebas de adquisición de los datos.



Ilustración 29: Preparación de sensores

Fuente: Autor

Para corroborar los resultados de los sensores programables se ha adquirido equipo de precisión de la Universidad Técnica del Norte el cual podemos observar en la ilustración 30, donde se está calibrando con la sustancia que viene en kit de medición del instrumento, la calibración nos debería lanzar un dato que nos indica en la sustancia, es decir que debemos tener un pH de 4.



Ilustración 30. Calibración del sensor pH (UTN)
Fuente: Autor

Medición de pH.

En la ilustración de 31 se realiza la adquisición de los parámetros de calidad de agua (pH), con el instrumento de medición, donde nos ayudara a corroborar los datos con los sensores programables, la medición nos da un pH de 8.6.



Ilustración 31. Medición del pH con el instrumento
Fuente: Autor

A continuación, se realizó la medición de pH con los sensores programables, en la ilustración 32 podemos observar los datos que se obtuvieron con el prototipo de medición de los parámetros (pH).



Ilustración 32. Resultado de medición de pH

Fuente: Autor

Como podemos observar en las ilustraciones 31 y 32, existe variaciones de mediciones, pero al final los datos obtenidos entre los dos sensores son muy cercanos y parecidos a los resultados finales.

Medición de Oxígeno Disuelto

Con la ayuda del instrumento de medición de la Universidad Técnica del Norte, se realiza la adquisición de los datos del parámetro del oxígeno disuelto, como podemos observar en la

ilustración 33, con un valor de 11.5, con una variación de un rango de 11.4 a 11.9, en las unidades de (mg/L).



Ilustración 33. Medición de Oxígeno Disuelto

Fuente: Autor

Ahora para poder corroborar las mediciones del instrumento, se realiza la medición del oxígeno disuelto con los sensores programables, los mismos valores que podemos observar en la ilustración 34, con valores cercanos al equipo de medición.

TEMP: 31.56 C	OXD :11.07mg/L
TEMP: 31.44 C	OXD :11.03mg/L
TEMP: 31.31 C	OXD :11.03mg/L
TEMP: 31.12 C	OXD :11.03mg/L
TEMP: 31.00 C	OXD :10.99mg/L
TEMP: 31.00 C	OXD :10.99mg/L
TEMP: 30.94 C	OXD :10.94mg/L
TEMP: 30.94 C	OXD :10.99mg/L
TEMP: 30.94 C	OXD :11.03mg/L
TEMP: 30.87 C	OXD :10.99mg/L
TEMP: 30.87 C	OXD :10.99mg/L
TEMP: 30.87 C	OXD :11.03mg/L

Ilustración 34. Medición de Oxígeno Disuelto Sistema

Fuente: Autor

Como podemos observar en las ilustraciones 33 y 34, existe variaciones de mediciones, pero al final los datos obtenidos entre los dos sensores son muy cercanos y parecidos a los resultados finales, con esto corroboramos los resultados y se nos asemeja a los valores de medición muy cercanos, existe variaciones esto es a tipo de calibración de cada fabricante, pero como las mediciones nos da valores muy parecidos se deduce que los sensores están en su funcionamiento para para la adquisición de los datos.

3.10.5. Diagrama de Flujo (Bloque 1)

En la Ilustración 35 tenemos diagrama de flujo del funcionamiento de todo el proceso de adquisición de los datos y el proceso de almacenamiento de todo el bloque 1, es decir que los tres sensores funcionan correctamente.

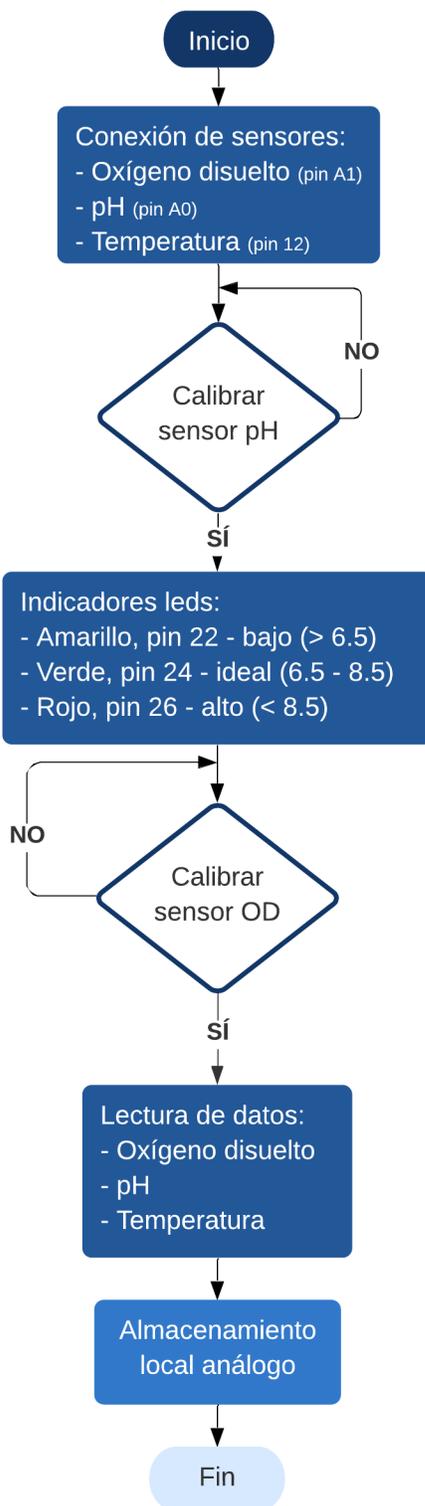


Ilustración 35. Diagrama de Flujo Bloque 1

Fuente: Autor

3.11. Conexiones a la placa programable (Bloque 2)

En esta parte del bloque 2 realizamos la integración de todos los componentes, en primera instancia en un protoboard donde realizamos las pruebas de integración en las orillas del parque acuático del Lago San Pablo. En la Ilustración 36 podemos observar la integración de los componentes en un protoboard.

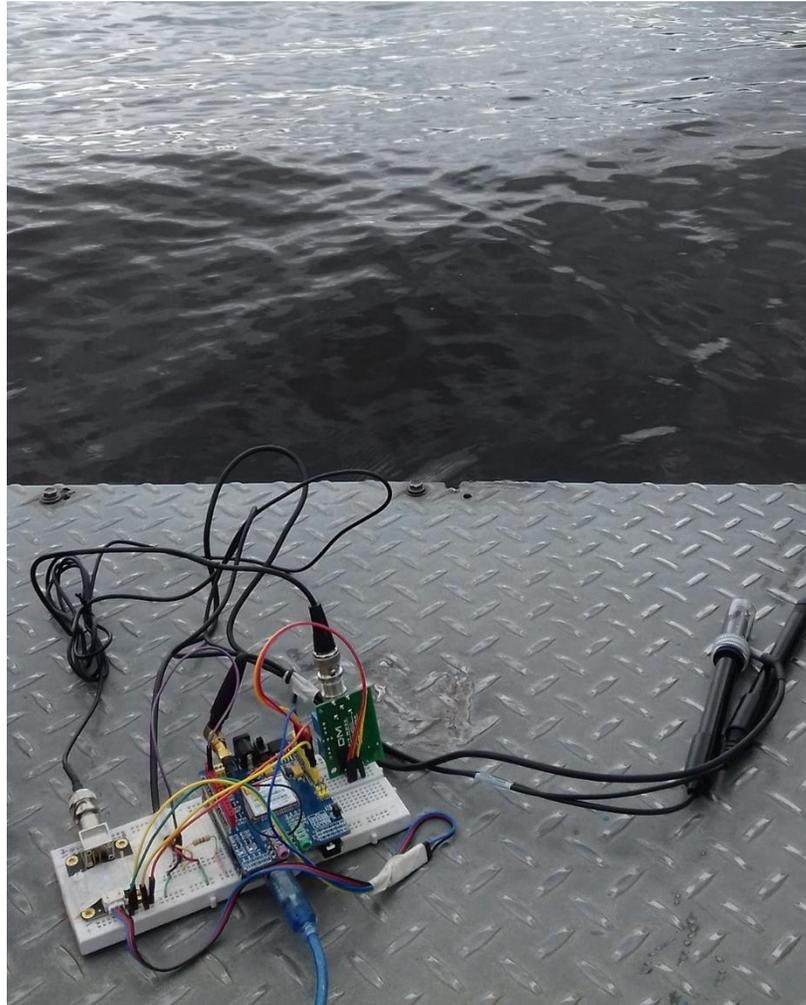


Ilustración 36: Integración de los Componentes

Fuente: Autor

Diagrama de flujo (Bloque 2).

En la ilustración 37, nos indica el diagrama de flujo del bloque 2, donde realizamos la respectiva programación para que los datos obtenidos en el Lago sean procesados para una mejor interpretación y visible en la página web.

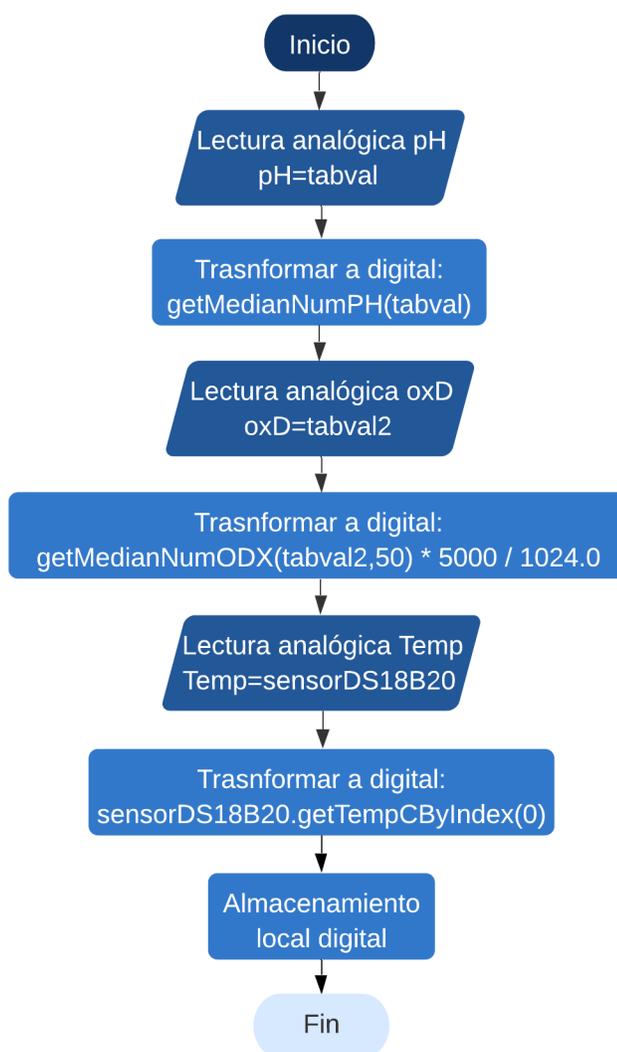


Ilustración 37: Diagrama de Flujo de Bloque 2

Fuente: Autor

3.12. Envío de datos a Thingspeak y a la red GSM (Bloque 3).

En la ilustración 38 tenemos que los datos se almacenan en Thingspeak, en donde podemos observar los datos obtenidos de Lago, donde nosotros podemos descargar los datos para observar y observar las gráficas de los datos.

My Channels

New Channel

Name	Created	Updated
 PH Private Public Settings Sharing API Keys Data Import / Export	2020-11-16	2021-01-05 18:09
 Temperatura Private Public Settings Sharing API Keys Data Import / Export	2020-11-16	2021-01-05 18:09
 Oxígeno Disuelto Private Public Settings Sharing API Keys Data Import / Export	2020-11-16	2021-01-05 18:12

Ilustración 38: Datos en Thingspeak

Fuente: Autor

Diagrama de Flujo (Bloque 3)

En la Ilustración 39 tenemos el diagrama de flujo del proceso que realiza la conexión el módulo GSM, con la red celular mediante comando AT, y su conexión con Thingspeak donde se almacena los datos y la graficas respectivas para poder observar.

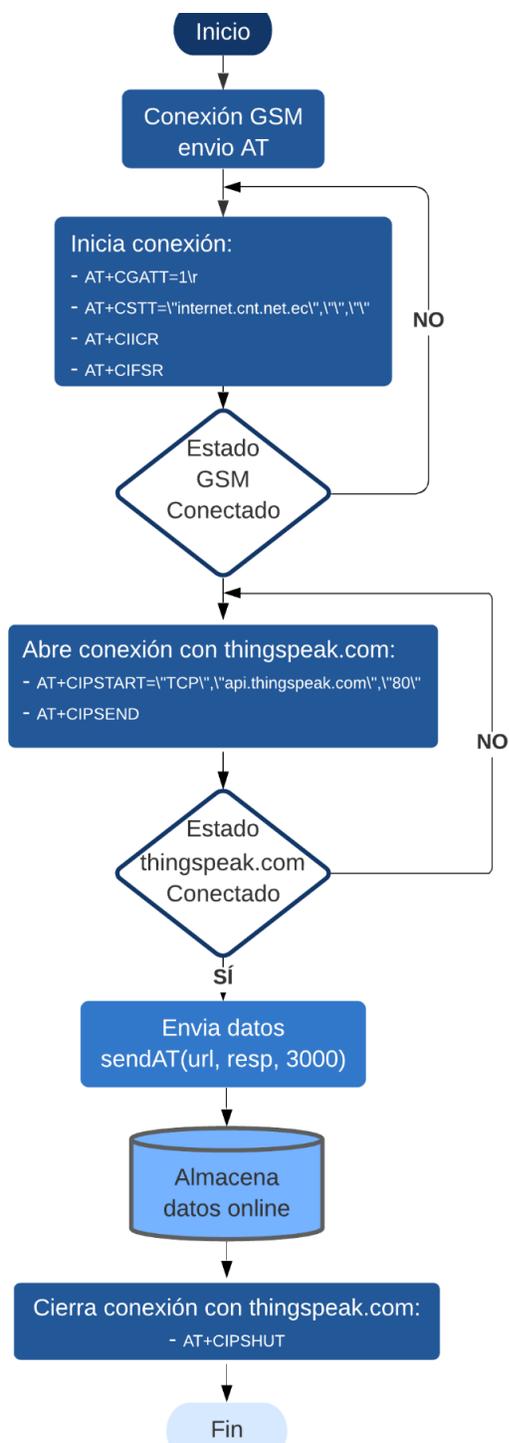


Ilustración 39: Diagrama de Flujo del Bloque 3.

Fuente: Autor

3.13. Visualización de los datos en la página web (Bloque 4).

El Arduino IDE es una plataforma de software que sirve para la programación de código y él envió de datos a la plataforma de visualización todos los datos obtenidos en la medición de los parámetros de calidad de agua, en este caso tenemos los valores de Temperatura, pH y Oxígeno Disuelto. Una vez que se ha obtenido los resultados esperados en las pruebas de funcionamiento realizado en las orillas del Lago San Pablo, se comienza a subir información a la plataforma de visualización de los datos en este caso a la página web es 000webhost, que es un hosting gratuito que tiene servidor web y un servidor de base de datos que ayuda mucho para el almacenamiento de los datos obtenidos de los parámetros del lago, en la Ilustración 40 nos indica la interfaz de ingreso al sitio web.

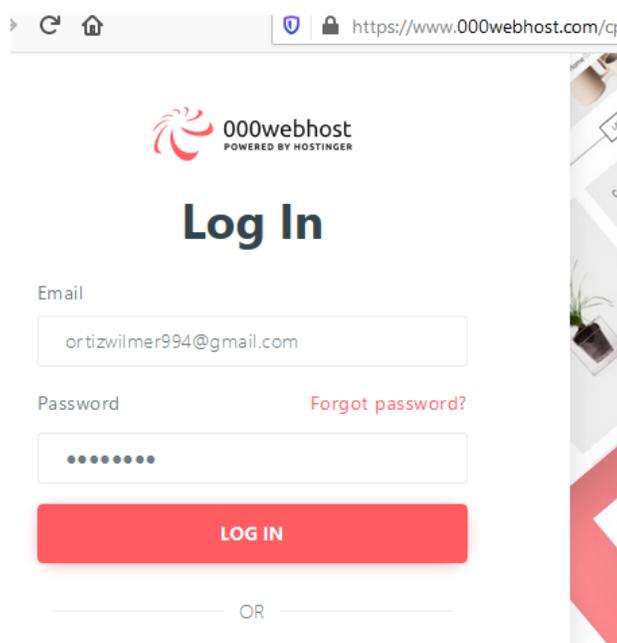


Ilustración 40: Interfaz de ingreso al sitio web

Fuente: Autor

En la Ilustración 41 tenemos la presentación de la portada de la página web, donde cualquier usuario puede ingresar y observar las mediciones de los parámetros de calidad de agua que se realiza con el sistema propuesto.



Ilustración 41: Portada de Presentación de la Página Web

Fuente: Autor

Diagrama de Flujo (Bloque 4)

En la Ilustración 42 tenemos el diagrama de flujo de bloque 4, que es la portada de la página web con sus respectivas instancias, donde le damos la importancia a las mediciones de los parámetros de calidad de agua, donde podemos observar las mediciones con sus respectivas gráficas.

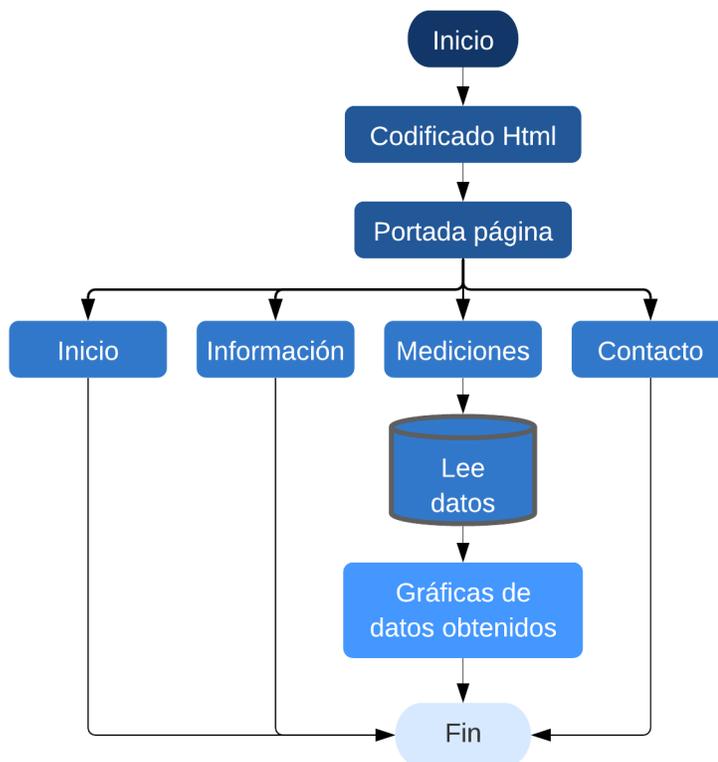


Ilustración 42: Diagrama de Flujo de Bloque 4

Fuente: Autor

3.14. Diagrama de Flujo del sistema General

En esta parte se menciona el proceso de programación para la toma de valores y conversiones de los valores que se obtiene de la medición de los parámetros de calidad, el almacenamiento y la visualización de los datos en la página web. A continuación, observamos el funcionamiento del sistema de medición de los parámetros de calidad de agua por medio de un diagrama de flujos presentado en la Ilustración 43 que ha sido desarrollado tomando en cuenta la comunicación entre los elementos y el almacenamiento en la página web.

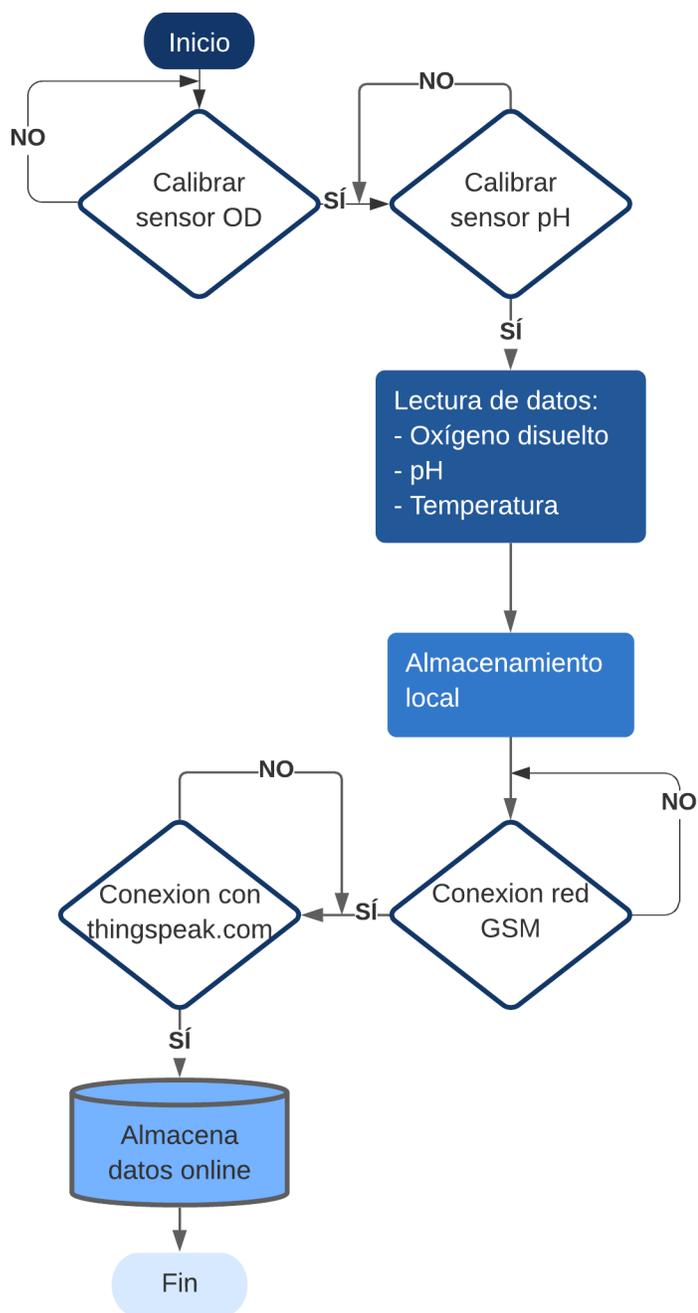


Ilustración 43: Diagrama de Flujo del Sistema

Fuente: Autor

3.15. Diseño del circuito, integrando todos los sensores de medición.

Para hacer las diferentes pruebas de funcionamiento es necesario la utilización de protoboards para realizar las pruebas de campo, pero es necesario el diseño de una placa utilizando baquelita para evitar muchas conexiones de cables y posibles conexiones a la intemperie, en la ilustración 44 podemos observar el diseño del circuito de conexión con los elementos.

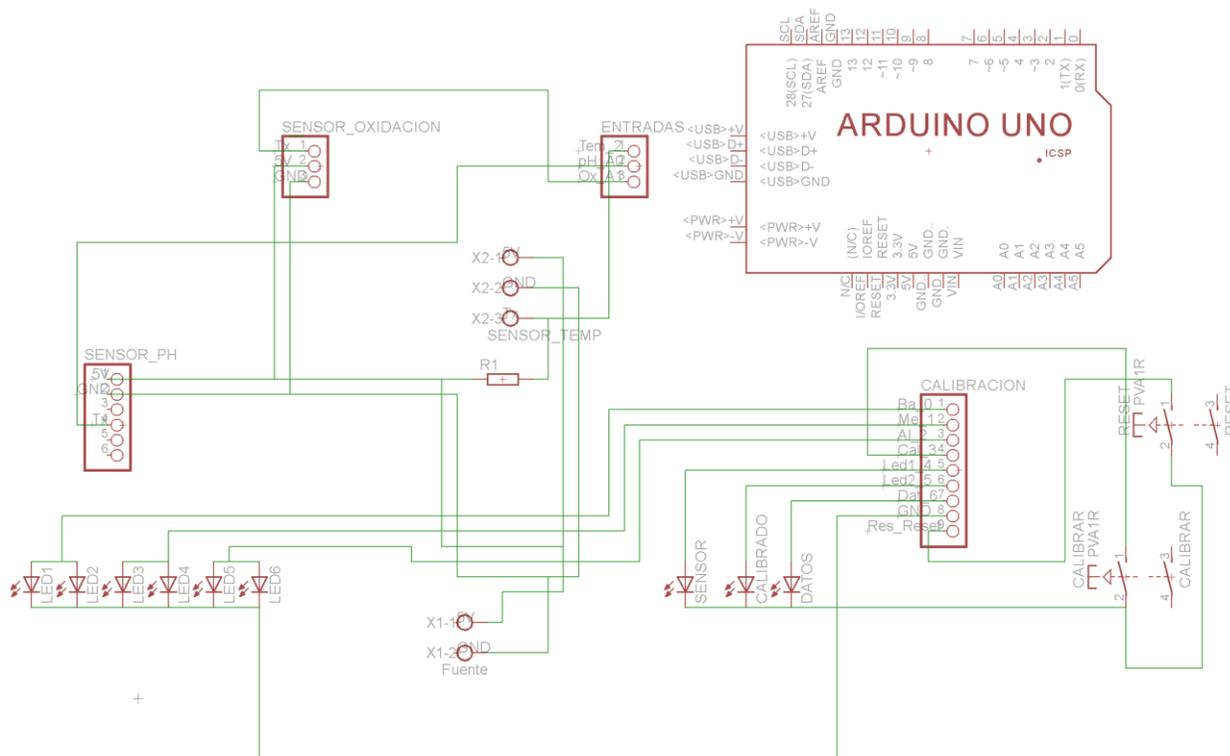


Ilustración 44. Diseño del Circuito

Fuente: Autor

A continuación, podemos observar en la Ilustración 45 el diseño del circuito impreso para la impresión en la baquelita.

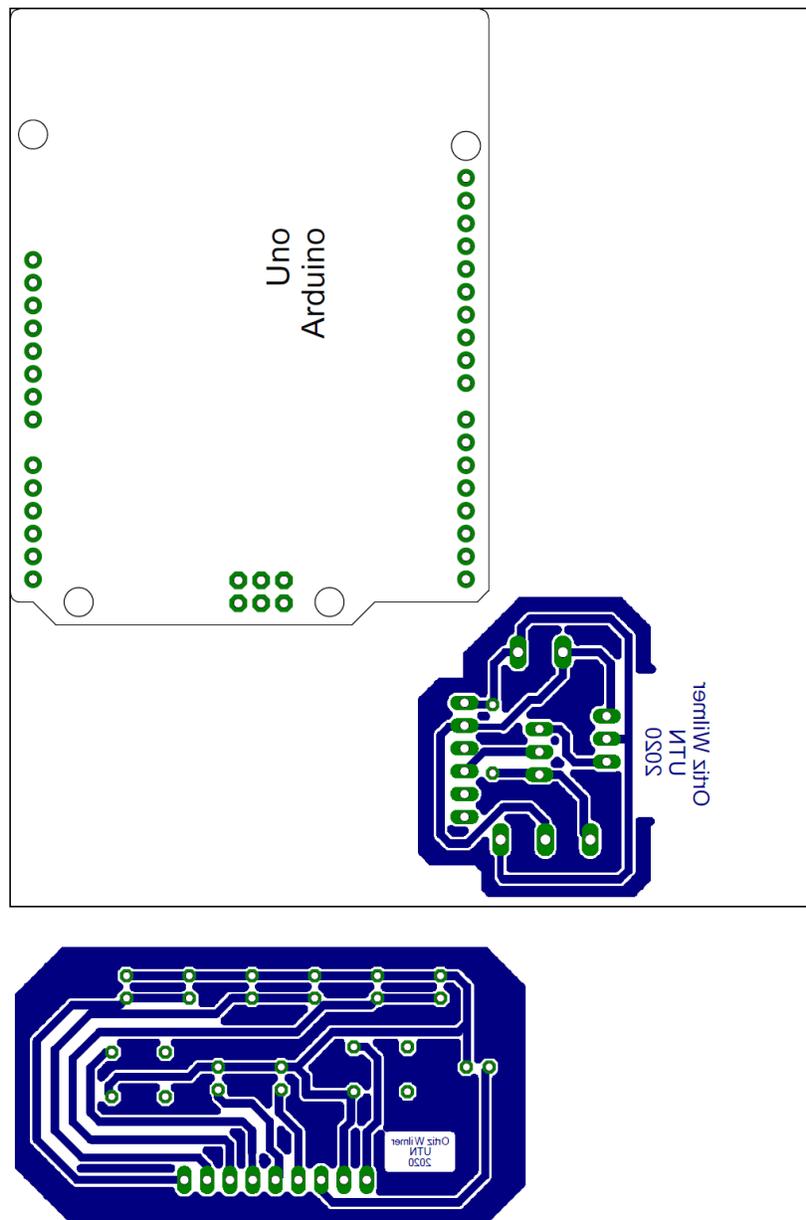


Ilustración 45. Diseño del Circuito Impreso
Fuente: Autor

Capítulo 4. Implementación y Pruebas de Funcionamiento

En el presente apartado se procede a verificar el funcionamiento total del sistema, empezando con pruebas de software y hardware, seguidamente de las pruebas de aceptación para culminar con la evaluación de y finalmente pruebas de medición de los de parámetros planteados para determinar la calidad del agua del Lago San Pablo. Adicionalmente se detallan los costos del sistema y los beneficios que este brinda a la población.

4.1. Integración de todos los bloques de funcionamiento del sistema (Implementación).

En esta parte, es importante observar el diseño de la boya y el espacio idóneo para que los elementos electrónicos y los circuitos impresos sean colocados de manera óptima sin afectar las conexiones de los sensores. En la Ilustración 46 podemos observar la boya con espacio suficiente para la colocación de los circuitos.

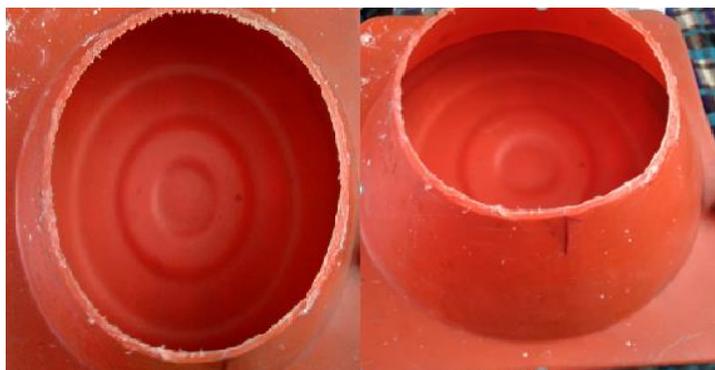


Ilustración 46: La boya donde estarán los circuitos diseñados
Fuente: Autor

Los circuitos impresos ya diseñados en el apartado anterior se deben asegurar para que no exista alteraciones al momento de un oleaje en el Lago, como podemos observar en la Ilustración 47, se está atornillando los circuitos y ordenado los cables sueltos.

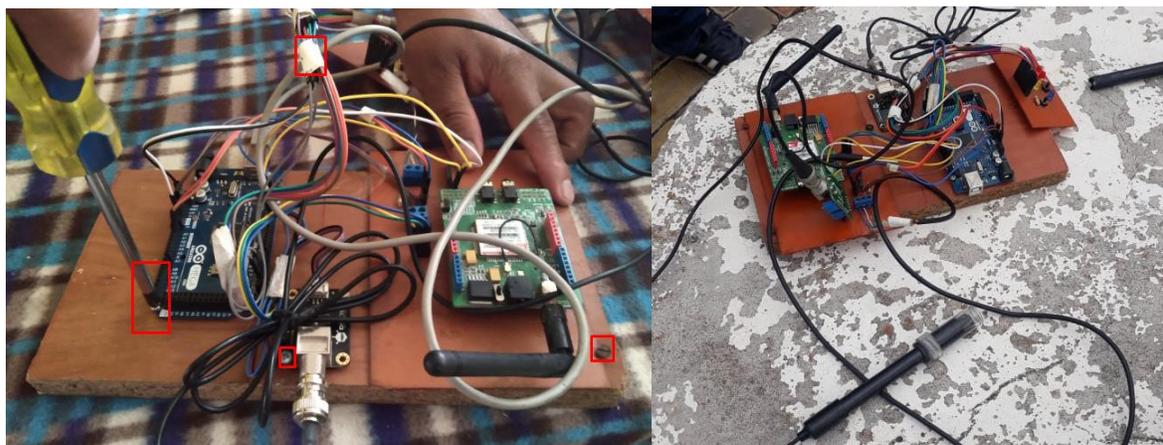


Ilustración 47: Asegurando los circuitos
Fuente: Autor

Insertamos en la boya todos los componentes atornillados en un trípex, como podemos observar en la ilustración 48.

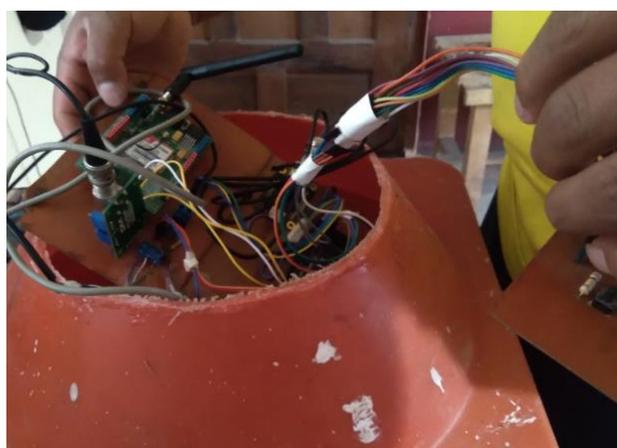


Ilustración 48: Inserción de los circuitos
Fuente: Autor

En la ilustración 49 podemos observar los circuitos dentro de la boya

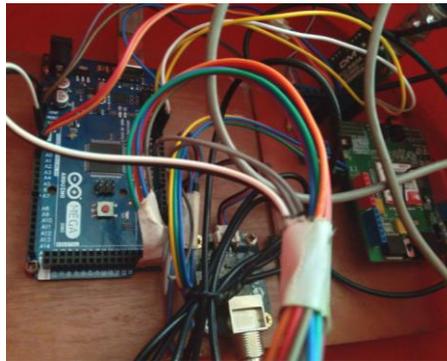


Ilustración 49: Circuitos dentro de la Boya
Fuente: Autor

En vista de que el prototipo tiene que estar en funcionamiento y debe tener una alimentación de energía independiente de la energía eléctrica se consideró la necesidad de integrar una batería recargable que permita dar funcionamiento continuo al prototipo. En la ilustración 50 tenemos el soporte de la batería recargable la cual será adaptado a la boya para que el prototipo funcione.



Ilustración 50. Batería y Soporte.

Fuente: Autor

En la figura 51, observamos la incorporación de la batería a la boya la misma que nos sirve para proporcionar energía al prototipo y poder adquirir los parámetros de calidad.



Ilustración 51: Incorporación de la batería a la boya.

Fuente: Autor

Por último tenemos la boya listo para poner en el lago y adquirir los parámetros de calidad de agua en el Lago, como podemos observar en la Ilustración 52.



Ilustración 52: La boya.
Fuente: Autor

4.2. Pruebas de hardware.

En la Tabla 16 se muestra el cronograma de pruebas a seguir en donde se detallan el tipo de prueba, personas involucradas, duración, tipo de componente (hardware o software), lugar de toma de datos, y resultados estimados. La evaluación se basa en constatar la ubicación adecuada de los componentes, la operatividad e impermeabilidad del sistema además de la duración de la batería.

Tabla 16. Cronograma de pruebas del sistema

N°	Descripción	Personas involucradas	Duración	Tipo de componente	Lugar	Resultados estimados
1	Examinar el acoplamiento de cada uno de los componentes del sistema.	Autor	2 nov 2020 al 6 nov 2020	<i>Hardware:</i> Sistema remoto de parámetros de calidad del agua.	Domicilio del autor	Se espera que cada componente funcione correctamente, sin moverse o interferir los unos con los otros.
2	Probar la eficacia de la	Autor	9 nov 2020 al	<i>Hardware:</i> Sistema	Lago San Pablo	Se espera que el agua no penetre en

	impermeabilidad y capacidad de flotar del sistema.		13 nov 2020	remoto de parámetros de calidad del agua.		el sistema y que la boya flote sin inconvenientes.
3	Cotejar el funcionamiento de la batería con panel solar con el sistema en funcionamiento.	Autor	16 nov 2020 al 20 nov 2020	<i>Hardware:</i> Sistema remoto de parámetros de calidad del agua.	Lago San Pablo	Se estima que al ser una batería solar el sistema este todo el tiempo en funcionamiento.
4	Verificar la visualización de datos tomados en la página web.	Autor	23 nov 2020	<i>Software:</i> Dispositivos Smart con acceso a Internet.	Domicilio	Se espera que los datos tomados en el lago se encuentren almacenados en la página web.

Fuente: Propia

4.2.1. Prueba de los componentes (Hardware).

En esta parte vamos a probar los componentes del sistema de acuerdo con los stakeholders planteados en el capítulo anterior, con el acoplamiento de todos los componentes de cada uno de los bloques a la boya flotante, para lo cual hacemos referencia a la funcionalidad mediante un checklist con los requerimientos, como podemos observar en la tabla 17.

Tabla 17: Tabla de Validación

Tabla de Validación de los Requerimientos de los Stakeholders																		
Funciona	Requerimientos																	
	StRS1	StSR2	StSR3	StRS5	StRS6	StRS7	StRS9	StRS10	StRS12	StRS13	SySR2	SySR3	SySR4	SySR5	SySR7	SySR15	SySR26	SySR27
SI	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
NO																		✓

Fuente: Propia

En la primera parte, para ingresar los sensores al lago y poder adquirir los datos y dar cumplimiento al requerimiento SySR5, realizamos la calibración de los sensores con agua destilado e Hidróxido de Sodio respectivamente como podemos observar en la Ilustración 22.

Con estas pruebas se da alcance a todos los requerimientos que planteados en los requerimientos planteados en el capítulo anterior.

4.2.2. Prueba de Funcionalidad

Una vez soldados completado la funcionalidad de los componentes electrónicos tanto hardware y software mediante los requerimientos, se aplica diferentes movimientos al sistema para posteriormente verificar que los componentes se encuentren en su sitio, de la misma forma se pone la boya en una lavandería para verificar la estabilidad ya mencionada, la Ilustración 53 muestra el dispositivo dentro del agua.



Ilustración 53. Sistema en el agua
Fuente: Propia

Una vez verificada la posición de los componentes se procede a ejecutar las pruebas descritas en la Tabla 1818 y a los requerimientos planteados en el capítulo anterior.

Tabla 18. Pruebas físicas del dispositivo.

N°	Descripción	Cumple	
		Si	No
1	Acople de sensores y sin cruces	✓	
2	Base de circuitos encajado en la boya	✓	
3	Arduino y módulo GSM inmóviles y seguros	✓	
4	Batería fija, ubicada correctamente en dirección al sol	✓	

Fuente: Propia

Resultados: La placa y sensores del dispositivo se acoplan completamente en la boya como se observa en la Tabla 1818, estos se encuentran sujetos de forma correcta, dando cumplimiento a las Prueba 1 de la Tabla 1616. De acuerdo con el resultado obtenido se observa que el sistema se encuentra en correcto funcionamiento ya que las pruebas revelan que el dispositivo cumple con los requerimientos de mantener los componentes en su sitio sin interferir los unos con los otros, a continuación, se procede a realizar la prueba 2 que consiste en verificar la permeabilidad y capacidad de flotar del sistema.

4.2.3. Prueba de impermeabilidad y capacidad de flotar

Con los componentes fijos de forma correcta, se realiza la prueba 2 en el dispositivo, para esto se ingresa la boya en las orillas del lago San Pablo ubicado en Otavalo – Imbabura con latitud de 0°12'03.7224" Norte y longitud de 78°13'20.82" Este, véase Ilustración 5454.

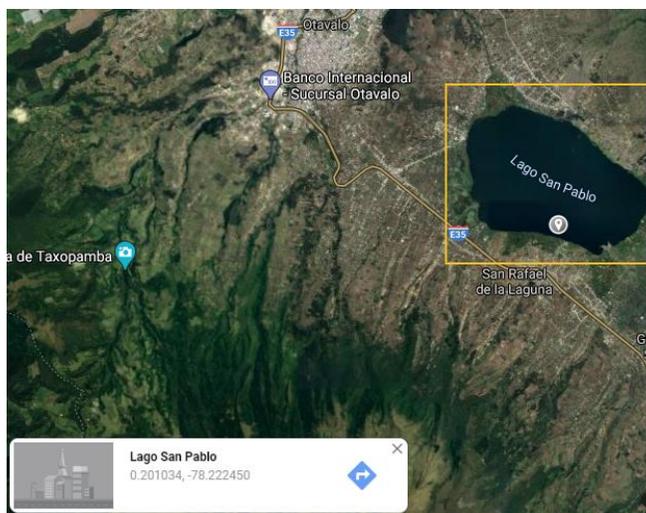


Ilustración 54. Ubicación geográfica del Lago San Pablo
Fuente: Google Maps

La medición se realiza en las orillas del lago mencionado, se deja caer la boya amarrada a una soga para que no de vaya con la corriente, como se observa en la Ilustración 5555. Aquí se puede apreciar el sistema situado en el lugar de medición para la evaluación respectiva. La valoración de la prueba se realiza teniendo en cuenta los procesos que debe seguir el sistema para almacenar las mediciones de los parámetros propuestos para posteriormente mostrarse en la página web creada.



Ilustración 55 Ubicación de la boya en el lago
Fuente: Propia

En la Tabla 19 se observan los ítems evaluados para verificar la utilidad del sistema.

Tabla 19. Pruebas del sistema en el lago San Pablo.

N°	Descripción	Cumple	
		Si	No
1	Los sensores se encuentran sumergidos correctamente en el agua	✓	
2	La boya se mantiene flotando en el agua	✓	
3	Separación correcta entre sensores	✓	
4	Permeabilidad del sistema	✓	
5	El sistema interfiere con el turismo de la zona		✓

Fuente: Propia

Resultados: El sistema de medición de calidad del agua, según se muestra en la Tabla 1919, funciona correctamente en el agua debido a que todo el circuito electrónico está impermeabilizado evitando así que ingrese cualquier líquido que pueda provocar daños; de la misma forma se observa que la boya flota correctamente sin posibilidad a que se hunda. Con respecto a los resultados de la prueba se puede evidenciar que el sistema posee las propiedades requeridas para ser ubicado en el lago sin riesgo de filtraciones indeseadas demostrando la correcta protección de los componentes y el posterior daño del sistema. Con la prueba 2 finalizada con resultados positivos se procede a detallar a continuación la prueba de duración de la batería.

4.2.4. Prueba de batería solar

A continuación, se pone a prueba la duración de la batería con el sistema en funcionamiento, al ser una batería de carga solar, se pretende verificar el tiempo de duración máximo de la batería en las noches que su carga se reduce considerablemente (tiempo estimado 2 horas), en días lluviosos o nublados la carga disminuye, pero no de una forma alarmante, esto se

traduce a que el sistema no estará funcional durante pocas horas por la noche. En la Tabla 200 se observan las características evaluadas en este caso:

Tabla 20 Pruebas de batería.

N°	Descripción	Cumple	
		Si	No
1	Tiempo de duración de batería por la noche mayor o igual al estimado	✓	
2	Medición de datos constante	✓	
3	El sistema se mantiene operacional	✓	
4	La batería se recarga con los rayos del sol	✓	

Fuente: Propia

Resultados: La batería cumple correctamente con el requerimiento mínimo de dos horas continuas en funcionamiento durante la noche (sin sol), además la medición de datos durante el día es ininterrumpida ya que el sistema está encendido y la batería se recarga con los rayos solares en un tiempo apropiado (Ilustración 5656). Los resultados obtenidos en la prueba muestran que la batería funciona correctamente logrando que el sistema cumpla con los objetivos trazados, el número de registros de los parámetros del agua es apropiada para establecer la calidad de esta en tiempo real. A continuación, se detallan las pruebas de toma de datos y visualización en la página web (Prueba 4).



Ilustración 56. Batería solar en funcionamiento
Fuente: Propia

4.2.5. Prueba de visualización de datos online

Una vez concluidas las pruebas de hardware y comprobado el su funcionamiento eficaz del sistema, se procede a realizar pruebas en la toma de datos y su posterior presentación en la página web, para esto se realiza toma de datos durante 1 día en el que se evidencia según la Ilustración 5757 lo siguiente:

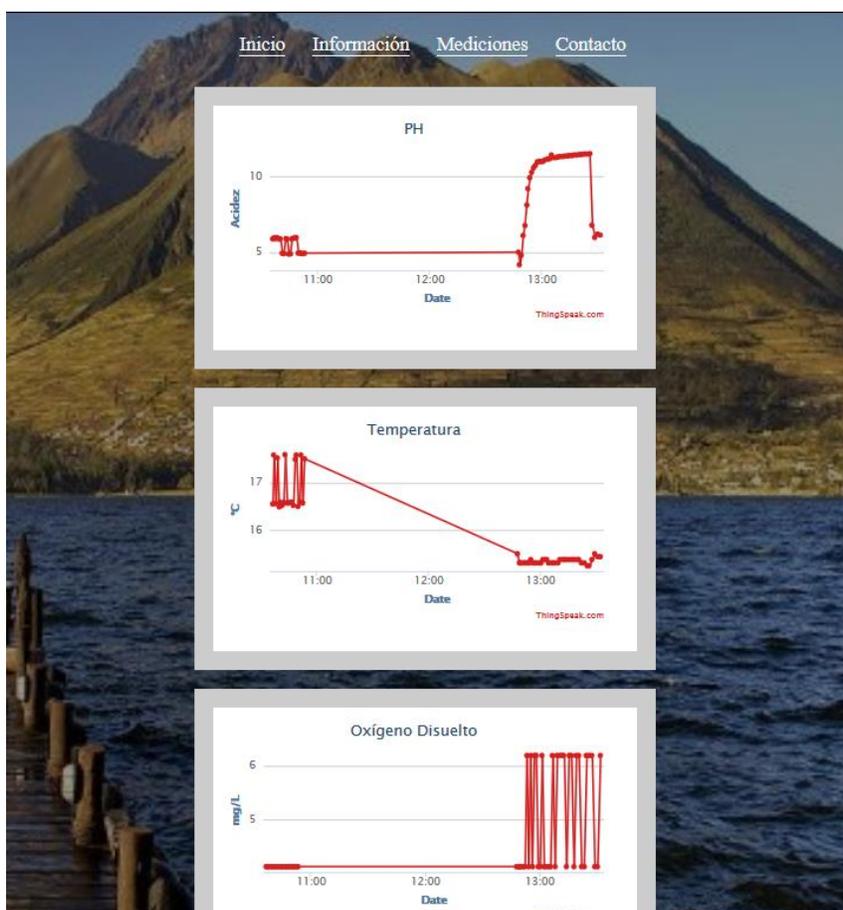


Ilustración 57. Histórico de datos
Fuente: Propia

Los datos que se recolectan en tiempo prolongado se logran evidenciar en la web, se puede acceder a los datos desde cualquier dispositivo smart que cuente con conexión a internet. Con los datos almacenado correctamente en la nube se procede a evaluar la toma de datos, según los indicadores de la Tabla 2121; se evalúa el tiempo de establecimiento de conexión GSM entre el dispositivo y la red de telecomunicación (CNT), el acceso a los datos, la comprensión de la información mostrada, entre otras.

Con los resultados de las pruebas de subida de datos, se establecen los resultados de la Tabla 2121 antes mencionada, la valoración se realiza por medio de 2 criterios: cumple (se evidencia claramente todo lo mencionado) o no cumple (no se evidencia cumplimiento del requisito).

Tabla 21. Pruebas de subida de datos.

N°	Descripción	Cumple	
		Si	No
1	Sistema embebido compatible con sensores	✓	
2	Sistema embebido con 3 puertos de lectura analógica para ubicar los sensores	✓	
3	Sensores con módulo para conectar a la placa	✓	
4	Sensores compatibles con los respectivos módulos	✓	
5	Dispositivos de los usuarios con acceso a Internet	✓	
6	Datos procesados inmediatamente en el sistema embebido	✓	
7	Tiempo de establecimiento de conexión GSM menor a 1 minuto	✓	
8	Cobertura de red GSM en el lago San pablo para la subida correcta de parámetros	✓	
9	Base de datos de almacenamiento soportar diversos tipos de datos	✓	
10	Recolección de datos en tiempos prolongados	✓	
11	Información ordenada, clara y actualizada	✓	

Fuente: Propia

4.3. Mediciones de parámetros de calidad del agua

Con las pruebas elaboradas se muestra el correcto funcionamiento del sistema, teniendo en cuenta esto se continua con la evaluación de la calidad del agua del lago, para esto se analiza la variación que presentan los parámetros en el Lago.

Toma de datos cerca del muelle del Parque Acuático de san Pablo, véase Ilustración 5858.



Ilustración 58. Boya ubicada cerca del muelle del lago San Pablo
Fuente: Propia

En la Tabla 22 se observan los niveles de pH, oxígeno disuelto y temperatura definidos por la OMS para el agua potable mismos con los que se comparara los parámetros medidos en cada uno de los escenarios.

Tabla 22. Niveles de calidad del agua emitidos por la OMS.

N°	Propiedad física o química	Unidad	Rango
1	pH	–	6,5 – 8,5
2	Oxígeno disuelto	mg/L	7 – 8
3	Temperatura	°C	15<T<45

Fuente: (OMS, 2020)

4.3.1. Medición de calidad del agua Orillas del parque acuático. Araque.

En la Tabla 2324, La temperatura con un promedio de 17.02°C por otro lado está dentro del rango considerado como agua saludable.

Tabla 2422 se muestran las mediciones de pH, oxígeno disuelto y temperatura obtenidas con las que se evalúa la calidad del agua que el Lago San Pablo. Como ya se mencionó anteriormente corresponde a las medidas tomadas en las orillas del Lago del parque acuático en un día con poca afluencia turística en el momento que no existía lanchas o pequeñas embarcaciones dentro del lago, únicamente la presencia de patos que habitan en el lugar.

Según la Tabla 2323, se puede observar que el pH está en un rango de 4.86 – 5.96 medidas, de la misma manera, según la La temperatura con un promedio de 17.02°C por otro lado está dentro del rango considerado como agua saludable.

Tabla 2424 se aprecian valores de temperatura en un rango de 16,49 – 17.59 °C, por último, según la Tabla 2525 el nivel de oxígeno disuelto en el agua tiene un nivel constante de 6.19 mg/L. Al realizar una comparativa con los estándares expuestos por la OMS mostrados en la Tabla 2222, se tiene que:

Tabla 23. Medición de pH en el muelle.

N°	Horario	Variable	N°	Horario	Variable
----	---------	----------	----	---------	----------

		pH			pH
1	2020-11-23 10:02:02	4.86	32	2020-11-23 10:28:22	4.88
2	2020-11-23 10:02:58	5.94	33	2020-11-23 10:29:12	4.94
3	2020-11-23 10:03:45	4.94	34	2020-11-23 10:30:00	4.87
4	2020-11-23 10:04:33	4.90	35	2020-11-23 10:30:55	4.86
5	2020-11-23 10:05:25	5.89	36	2020-11-23 10:31:50	4.93
6	2020-11-23 10:06:19	5.95	37	2020-11-23 10:32:36	4.88
7	2020-11-23 10:07:09	5.87	38	2020-11-23 10:33:24	5.95
8	2020-11-23 10:07:56	5.87	39	2020-11-23 10:34:13	4.96
9	2020-11-23 10:08:53	5.92	40	2020-11-23 10:35:04	5.86
10	2020-11-23 10:09:39	5.87	41	2020-11-23 10:35:56	5.88
11	2020-11-23 10:10:26	4.86	42	2020-11-23 10:36:43	5.96
12	2020-11-23 10:11:22	4.90	43	2020-11-23 10:37:37	5.88
13	2020-11-23 10:12:13	5.95	44	2020-11-23 10:38:33	5.95
14	2020-11-23 10:13:04	5.87	45	2020-11-23 10:39:21	5.87
15	2020-11-23 10:14:01	5.86	46	2020-11-23 10:40:09	5.88
16	2020-11-23 10:14:48	5.86	47	2020-11-23 10:41:04	4.93
17	2020-11-23 10:15:45	5.94	48	2020-11-23 10:41:51	4.90
18	2020-11-23 10:16:40	5.86	49	2020-11-23 10:42:47	5.89
19	2020-11-23 10:17:33	4.87	50	2020-11-23 10:43:42	5.87
20	2020-11-23 10:18:29	4.92	51	2020-11-23 10:44:33	4.88
21	2020-11-23 10:19:20	4.90	52	2020-11-23 10:45:20	4.89
22	2020-11-23 10:20:09	5.86	53	2020-11-23 10:46:14	5.87
23	2020-11-23 10:20:55	5.94	54	2020-11-23 10:47:06	5.92
24	2020-11-23 10:21:42	4.86	55	2020-11-23 10:48:00	5.94
25	2020-11-23 10:22:28	4.92	56	2020-11-23 10:48:46	5.96
26	2020-11-23 10:23:17	4.86	57	2020-11-23 10:49:40	4.94
27	2020-11-23 10:24:09	5.89	58	2020-11-23 10:50:30	4.96
28	2020-11-23 10:24:54	4.92	59	2020-11-23 10:51:15	4.91
29	2020-11-23 10:25:47	5.91	60	2020-11-23 10:52:09	4.90
30	2020-11-23 10:26:38	4.89	61	2020-11-23 10:52:58	4.93
31	2020-11-23 10:27:34	5.92			

Fuente: Propia

La temperatura con un promedio de 17.02°C por otro lado está dentro del rango considerado como agua saludable.

Tabla 24. Medición de Temperatura en el muelle.

N°	Horario	Variable Temperatura	N°	Horario	Variable Temperatura
----	---------	-------------------------	----	---------	-------------------------

	(°C)		(°C)		
1	2020-11-23 10:02:14	16.49	32	2020-11-23 10:28:38	16.59
2	2020-11-23 10:03:11	16.50	33	2020-11-23 10:29:26	16.52
3	2020-11-23 10:03:59	17.50	34	2020-11-23 10:30:12	16.58
4	2020-11-23 10:04:45	16.50	35	2020-11-23 10:31:08	17.54
5	2020-11-23 10:05:40	16.50	36	2020-11-23 10:32:02	17.49
6	2020-11-23 10:06:31	17.55	37	2020-11-23 10:32:51	16.51
7	2020-11-23 10:07:25	17.59	38	2020-11-23 10:33:38	16.58
8	2020-11-23 10:08:11	17.54	39	2020-11-23 10:34:29	16.51
9	2020-11-23 10:09:07	17.57	40	2020-11-23 10:35:18	17.51
10	2020-11-23 10:09:55	16.50	41	2020-11-23 10:36:12	16.55
11	2020-11-23 10:10:39	17.59	42	2020-11-23 10:36:55	17.58
12	2020-11-23 10:11:35	17.51	43	2020-11-23 10:37:53	16.56
13	2020-11-23 10:12:28	17.56	44	2020-11-23 10:38:46	17.52
14	2020-11-23 10:13:17	16.51	45	2020-11-23 10:39:35	16.49
15	2020-11-23 10:14:17	17.52	46	2020-11-23 10:40:21	16.59
16	2020-11-23 10:15:03	17.50	47	2020-11-23 10:41:19	16.52
17	2020-11-23 10:15:57	17.52	48	2020-11-23 10:42:05	16.58
18	2020-11-23 10:16:53	17.59	49	2020-11-23 10:43:01	17.59
19	2020-11-23 10:17:47	17.55	50	2020-11-23 10:43:58	16.57
20	2020-11-23 10:18:43	17.59	51	2020-11-23 10:44:48	16.57
21	2020-11-23 10:19:36	17.52	52	2020-11-23 10:45:32	16.58
22	2020-11-23 10:20:24	16.54	53	2020-11-23 10:46:30	16.59
23	2020-11-23 10:21:11	17.59	54	2020-11-23 10:47:19	16.52
24	2020-11-23 10:21:56	16.54	55	2020-11-23 10:48:12	17.49
25	2020-11-23 10:22:44	17.52	56	2020-11-23 10:48:58	17.58
26	2020-11-23 10:23:31	17.55	57	2020-11-23 10:49:54	16.50
27	2020-11-23 10:24:25	16.59	58	2020-11-23 10:50:43	16.59
28	2020-11-23 10:25:08	16.55	59	2020-11-23 10:51:28	17.58
29	2020-11-23 10:26:01	16.52	60	2020-11-23 10:52:24	16.57
30	2020-11-23 10:26:54	17.59	61	2020-11-23 10:53:14	17.50
31	2020-11-23 10:27:48	16.54			

Fuente: Propia

Y finalmente el oxígeno disuelto una medida constante de 6.19 mg/L indica que existe poca presencia de oxígeno en el agua, haciendo que sea dañino para cierta parte de las especies pudiendo experimentar hipoxia si el nivel baja aún más, podemos observar en la tabla 25.

Tabla 25. Medición de Oxígeno Disuelto en el muelle.

N°	Horario	Variable Oxígeno Disuelto (mg/L)	N°	Horario	Variable Oxígeno Disuelto (mg/L)
62	2020-11-23 12:47:55	4.13	82	2020-11-23 13:08:05	4.13
63	2020-11-23 12:48:46	4.13	83	2020-11-23 13:09:16	6.19
64	2020-11-23 12:49:38	4.13	84	2020-11-23 13:10:28	6.19
65	2020-11-23 12:50:31	4.13	85	2020-11-23 13:11:41	6.19
66	2020-11-23 12:51:25	4.13	86	2020-11-23 13:12:55	6.19
67	2020-11-23 12:52:20	4.13	87	2020-11-23 13:14:10	4.13
68	2020-11-23 12:53:16	6.19	88	2020-11-23 13:15:26	6.19
69	2020-11-23 12:54:13	4.13	89	2020-11-23 13:16:43	6.19
70	2020-11-23 12:55:11	6.19	90	2020-11-23 13:18:01	4.13
71	2020-11-23 12:56:10	4.13	91	2020-11-23 13:19:20	6.19
72	2020-11-23 12:57:10	6.19	92	2020-11-23 13:20:40	6.19
73	2020-11-23 12:58:11	6.19	93	2020-11-23 13:22:01	4.13
74	2020-11-23 12:59:13	4.13	94	2020-11-23 13:23:23	4.13
75	2020-11-23 13:00:16	4.13	95	2020-11-23 13:24:46	6.19
76	2020-11-23 13:01:20	6.19	96	2020-11-23 13:26:10	6.19
77	2020-11-23 13:02:25	4.13	97	2020-11-23 13:27:35	6.19
78	2020-11-23 13:03:31	4.13	98	2020-11-23 13:29:01	4.13
79	2020-11-23 13:04:38	4.13	99	2020-11-23 13:30:28	4.13
80	2020-11-23 13:05:46	4.13	100	2020-11-23 13:31:56	6.19
81	2020-11-23 13:06:55	6.19			

Fuente: Propia

Con las pruebas de hardware y software del proyecto finalizadas con resultados positivos se puede establecer que el sistema de medición de la calidad del agua es apto para el propósito establecido y servicial para los turistas de este paradero, debido a que se mantienen informados constantemente acerca de los parámetros que determinan si la calidad del agua de la que tan cerca se encuentran durante su estadía en el lugar, además presenta esta información en gráficos que son muy sencillos de interpretar.

Con los resultados de la adquisición de los parámetros de calidad de agua en las orillas del parque acuático del Lago San Pablo, con temperatura 17°, oxígeno disuelto de 6.19 mg/L y de pH

con 5.95 en promedio, con resultados que no varían mucho, podemos concluir que el agua en el escenario 1, es decir en las orillas del parque acuático no es apto para el consumo humano ni para riego, aunque para las actividades recreativas si es recomendable teniendo siempre el cuidado de que el agua es de mala calidad, pero que ayuda al turismo local.

Al concluir con el apartado de las pruebas en cada una de las áreas del sistema y en los dos diferentes escenarios que tienen notables cambios en las mediciones al tener condiciones fisicoquímicas diferentes tanto en la orilla como en la vertiente, se requiere conocer el impacto que el proyecto tiene en los usuarios de sitio turístico y los costos que se generaron durante el desarrollo; esto se obtiene mediante un análisis de factibilidad detallado a continuación.

4.4. Pruebas de aceptación con los Usuarios

Una vez realizado las pruebas de funcionamiento de hardware y verificado su funcionamiento, es necesario saber si es que se ha cumplido con los requerimientos descritos y con las expectativas de los usuarios. En una visita al parque acuático de la comunidad de Araque se dio a conocer a los visitantes y al presidente de la misma comunidad que existe un sistema que mide los valores de los parámetros de calidad de agua, en la Ilustración 60 observamos a los usuarios que ingresan a la base de datos y visualizan la información de los parámetros de calidad agua del lugar, se realizó una encuesta a las 5 personas miembros del cabildo sobre el sistema realizado (Ver anexo 8), sobre la funcionalidad del sistema en las orillas del parque acuático.



Ilustración 59: Usuarios observando las mediciones

Fuente: Autor

Además, se dio a conocer a los dirigentes de la comunidad de Araque sobre el trabajo realizado y los datos obtenidos en el parque acuático sobre los parámetros de la calidad de agua, los dirigentes son las autoridades quienes administran el lugar turístico y al mismo tiempo están preocupados por las plantas de tratamiento que existe cerca de la laguna que contamina al todo el Lago, con estos datos obtenidos le es posible reclamar a la empresa pública de agua potable de Otavalo (EMAPAO) para que controlen bien las plantas de tratamiento. Con los acercamientos a los dirigentes de logra completar las pruebas de aceptación, en la Ilustración 61 observamos a los dirigentes de la comunidad con el autor del presente trabajo donde se dio a conocer sobre el presente trabajo realizado.



Ilustración 60: Reunión con los Dirigentes de Araque

Fuente: Autor

Tabla 26: Pruebas de aceptación de usuarios y Stakeholders

Requerimientos	Muy Satisfactorio	Satisfactorio	Poco Satisfactorio
StRS1	X		
StRS3	X		
StRS6	X		
StRS7	X		
StRS9		X	
StRS12	X		
SySR5	X		

SySR13		X
SySR14	X	
SySR15	X	
SySR19	X	
SySR26	X	
SRSR6	X	
SRSR12	X	
SRSR13	X	
SRSR27	X	
SRSR29	X	

Fuente: Propia

Con el acercamiento respectivo a los dirigentes de la comunidad de Araque y al mismo tiempo se realizó una encuesta (ver Anexo 8) para tener validez del sistema y lograr completar las pruebas de aceptación del usuario donde se realiza una tabla ... de valoración donde se va a entender tres criterios como son: Muy satisfactorio con todo lo mencionado, satisfactorio al tener un desempeño casi total y poco satisfactorio en caso de no se haya cumplido con los requerimientos de stakeholders descritos en el capítulo anterior.

4.5. Factibilidad del proyecto

Un estudio de factibilidad va a ayudar a orientar la toma de decisiones en la evaluación de un proyecto, se formula con base en información que tiene la menor incertidumbre posible para medir las posibilidades de éxito o fracaso de un proyecto de inversión, apoyándose en él se tomará la decisión de proceder o no con su implementación. Determina la existencia de recursos que permitan cumplir con los objetivos y metas de lo planteado, también sirve para determinar si el

proyecto ha tenido el impacto esperado en el público al que va dirigido y para verificar si el problema se resuelve con la inversión realizada. Los objetivos que se buscan cumplir con el análisis de factibilidad se describen a continuación.

a) Determinar una necesidad no cubierta

Primeramente, se busca comprobar la existencia de una necesidad no satisfecha, misma que se describe en el estudio realizado antes de empezar con el proyecto y se encuentra plasmado en el Capítulo I, con mayor precisión se encuentra en el problema planteado.

b) Señalar la viabilidad técnica y la disponibilidad de recursos

En segundo lugar, se determina la viabilidad técnica y la cantidad de recursos disponibles para la elaboración del proyecto, este análisis se presenta en el Capítulo III, aquí se trata todo lo referente a al diseño del sistema y todo lo que esto implica.

c) Evaluar los beneficios del proyecto

En tercer lugar y como último punto, con el fin de establecer las ventajas sociales y ambientales del proyecto, se elabora un análisis de costos que se han generado de acuerdo con los materiales directos y mano de obra usada y de los beneficios que el sistema brinda a los turistas, con esto antecedentes el sistema es factible para la utilización y análisis de los parámetros de medición como la Temperatura, Oxígeno Disuelto y pH.

4.5.1. Costo del proyecto

En las Tabla 2827 y 28 se listan los componentes utilizados en el desarrollo del sistema de medición incorporados en una boya, estos se usan para determinar el costo (Tabla 2927) que

corresponde al hardware (Tabla 2728) y software (Tabla 2829, programación de los dispositivos microcontroladores) empleados en este proyecto.

Tabla 27 Costo del hardware del dispositivo.

N°	Detalle	Cantidad	Costo (\$)		
			Material	Envío	Total
1	Arduino UNO	1	\$ 11,00	\$ -	\$ 11,00
2	Módulo SIM900	1	\$ 35,00	\$ -	\$ 35,00
3	Sensor de pH	1	\$ 46,00	\$25,00	\$ 71,00
4	Sensor de temperatura	1	\$ 10,00	\$ -	\$ 10,00
5	Sensor de oxígeno disuelto	1	\$ 169,00	\$ -	\$ 169,00
6	Batería Power Bank	1	\$ 20,00	\$ -	\$ 20,00
7	Otros componentes electrónicos	1	\$ 5,00	\$ -	\$ 5,00
8	Boya	1	\$ 15,00	\$ -	\$ 15,00
Subtotal 1					\$ 336,00

Fuente: Propia (Anexo 2 proforma)

Tabla 28 Costo de ingeniería del dispositivo.

N°	Detalle	Cantidad	Costo	
			Hora	Total
1	Programación (electrónica)	40	\$1,79*	\$ 71,60
2	Programación (Pagina Web)	20	\$1,79*	\$ 35,80
3	IDE de Arduino	1	\$ -	\$ -
4	Diseño de placa	8	\$1,79	\$ 14,32
Subtotal 2				\$ 121,72

* Valor obtenido del sueldo básico de un programador en Ecuador, (Ministerio de Trabajo, 2021, pág. 51).

Fuente: Propia

Tabla 29 Costo total del dispositivo.

N°	Detalle	Cantidad
1	Subtotal 1	\$ 336,00
2	Subtotal 2	\$ 121,72
TOTAL		\$ 457,72

Fuente: Propia

4.5.2. Beneficios del sistema

A continuación, se presentan los beneficios que el sistema brinda los 3000 personas que ingresan al mes al parque acuático del Lago San Pablo, beneficiando directamente a las 4000 mil habitantes de la comunidad de Araque (número aproximado según el presidente de la asociación la Garza del parque acuático), siendo que, estos se relacionan de forma muy estrecha con las ventajas que el sistema.

- Al ser hoy un día la salud uno de los tesoros más preciados de la humanidad, el beneficio principal que se muestra es la posibilidad de conocer cuando el agua en las orillas del parque acuático de Lago San pablo no está apta para el consumo humano o para darse un baño en él, preservando de esta forma la integridad de buena salud de los usuarios del sitio.
- Por otra parte, informa a las personas de la calidad en tiempo real del parque acuático del Lago San Pablo y únicamente a un radio de distancia limitado si no a cualquier persona que pueda tener acceso a internet debido a que los datos se actualizan constantemente en la página web elaborada
- Al obtener estadísticas de la calidad del agua se pueden elaborar horarios en los que se muestre cuando el agua se encuentre apta para el consumo humano y cuando no evitando así que las personas se enfermen y reduciendo costos en visitas médicas o medicamentos.
- Alrededor del Lago San Pablo se encuentran varios poblados, debido a esto se puede evidenciar que las actividades realizadas por el hombre son las principales causantes de la contaminación del lago San Pablo. Su mayor utilización es para el

pastoreo, desagüe de los chochos, las plantaciones de frutilla, entre otras, actividades que podrían ser perjudiciales si se siguen realizando sin conciencia, al mostrar de forma tangible el daño que se está causando a este extenso cuerpo de agua los pobladores empezaran a tomar conciencia de sus actos.

- En base a los análisis realizados (costo - beneficio) en el sistema y en lo que se refiere a él, se evidencia de forma clara que la inversión realizada es baja en comparación de todos los benéficos que conlleva tanto a nivel personal como de sociedad. Con los acontecimientos recientes ocurridos en el 2020 se busca preservar la salud sin escatimar recursos y el mantener una constante información de la calidad del agua del lago es indispensable para evitar posibles catástrofes, este cometido se logra solventar con el proyecto de que se implementa en una boya autosuficiente, como se ha venido demostrando en los apartados anteriores.

Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones

En el presente capítulo se detalla las conclusiones y recomendaciones del proyecto desarrollado, de esta manera se analiza los objetivos planteados inicialmente y también se determina si el dispositivo es idóneo para los fines planteados.

5.1. Conclusiones.

- El sistema de medición de parámetros de calidad de agua, en las orillas del parque acuático del Lago San Pablo funciona de manera adecuada de acuerdo con el diseño presentado, pero nos demuestra que el agua no es apta para el consumo humano, pero si es recomendable para las actividades recreativas ayudando así al turismo local de la comunidad de Araque.
- El prototipo de adquisición de parámetros de calidad de agua en las orillas del parque acuático es fiable en un 95%, este porcentaje es debido a la calibración de los sensores de pH y Oxígeno disuelto.
- El dispositivo de medición de parámetros de calidad es factible para su utilización y sobre todo permite conocer a las personas que van a disfrutar de los atractivos turísticos del parque acuático y las bondades del Lago San Pablo, en las orillas del parque acuático.
- El dispositivo presenta información fidedigna y segura que no se encuentra a las alteraciones de terceros ya que es accesible solo a las personas interesadas siempre y cuando se facilite las credenciales de acceso, aunque los datos de las mediciones de los parámetros de calidad están a la luz de todas las personas.

- La tecnología utilizada nos permite realizar un registro y la visualización adecuado de las variaciones de los datos de los tres parámetros de calidad de agua, temperatura, pH y Oxígeno disuelto, en las orillas del parque acuático a todas las personas que forman parte de este Ecosistema.
- El prototipo de recolección de los parámetros de calidad está orientada al cuidado y prevención del medio ambiente especialmente en los Lagos y Lagunas de cualquier lugar, con los datos obtenidos podemos analizar si es que cumple con los criterios de calidad para el uso recreativo, flora y fauna acuática, agricultura, consumo humano, etc., según la normativa legal del Registro Oficial 387 AM. 083B- 097^a.

5.2. Recomendaciones

- Se debe calibrar los sensores antes de poner la boya en el agua para que la adquisición de los datos se recolecta con la menor probabilidad de error.
- Se recomienda que en toda la infraestructura del parque acuático tenga una red inalámbrica de mayor alcance para que las personas visitantes tengan acceso a la página web y puedan observar los datos de los parámetros de calidad de agua.
- No se debe realizar las mediciones de los parámetros de calidad de agua, cuando exista demasiado oleaje debido al movimiento de flora y fauna acuática que pueden dañar con fricción a la boya y a los sensores.
- Este proyecto es la base, para que en un futuro se pueda presentar un sistema más completo que mida la calidad de agua en todos los puntos donde exista descarga

de las aguas servidas y en los puntos donde se realiza actividad turística y recreativas.

- Solicitar al GAD Municipal de Otavalo que se establezca un programa de monitoreo continuo de la calidad de agua del Lago San Pablo, con la finalidad de mantener un seguimiento del proceso de eutrofización que se encuentra desarrollándose en este cuerpo hídrico.

Bibliografía

- ADAFRUIT. (2015). *Arduino IDE*. Obtenido de <https://learn.adafruit.com/add-boards-arduino-v164/overview>
- Anxinke, S. (s.f.). *ESP-12E WiFi Module*. Obtenido de www.ai-thinker.com
- Arduino. (s.f.). *Arduino - Store*. Obtenido de <https://store.arduino.cc/product/GBX00067>
- Areaid. (2017). *Sensor KY-20*. Obtenido de Arduino Modules: <http://arduinomodules.info/ky-20-module/>
- AZCO. (2012). *TECNOLOGÍA ELECTROVÁLVULAS Y VÁLVULAS*. Obtenido de https://www.asconumatics.eu/images/site/upload/_es/pdf1/00005es.pdf
- Carrión, E. (2016). *Sistema de monitoreo de Monóxido de Carbono mediante una Red de Sensores Inalámbricos y una Plataforma como Servicio en la Nube para una Residencia*. Ibarra-Ecuador: Universidad Técnica del Norte.
- del Valle, L. (s.f.). *ProgramarFacil*. Obtenido de <https://programarfacil.com/podcast/82-escoger-mejor-sensor-temperatura-arduino/>
- Deutsche Welle. (05 de Agosto de 2016). *Tele 13 Radio*. Obtenido de El señor cronómetro de los juegos olímpicos de río 2016: <http://www.t13.cl/noticia/deportes13/rio-2016/el-senor-del-cronometro-juegos-olimpicos-rio-2016>

- Dirección de Turismo y Desarrollo Económico Local - GADM Otavalo. (2015). *Lago San Pablo*. Obtenido de Dirección de Turismo y Desarrollo Económico Local - GADM Otavalo: <http://www.otavalo.travel/sitios-y-lugares-turisticos-de-otavalo/laguna-de-san-pablo.html>
- DroidPanic. (2013). *Redes Wifi*. Obtenido de <http://droidpanic.com/otimizando-nuestra-red-wifi/>
- Electrogate. (2017). *Valvula Solenoide*. Obtenido de <http://blog.eletrogate.com/automacao-de-sistema-de-irrigacao-sensor-de-umidade-e-valvula-solenoide/>
- ELECTRONILAB. (2017). *Sensores De Flujo De Agua*. Obtenido de <https://electronilab.co/tienda/sensor-de-flujo-de-agua-g12-1-30lmin/>
- FabricaDigital. (2015). *Actualiza tu módulo WiFi ESP8266*. Obtenido de <https://fabricadigital.org/2015/10/actualiza-tu-modulo-wifi-esp8266-con-el-firmware-de-comandos-at/>
- Ferreras, I. (06 de 2016). *Sensor IoT*. Obtenido de <http://eprints.ucm.es/38565/1/tfg.pdf>
- Gadgets, I. &. (2017). *RTL8710*. Obtenido de <http://www.icstation.com/rtl8710-rtl8710af-wifi-wireless-transceiver-module-compatible-with-12e12f-arduino-p-8153.html>
- Garcia, L. (2015). *TEORÍA DE LA MEDICIÓN DE CAUDALES Y VOLÚMENES DE AGUA*. Obtenido de http://aguas.igme.es/igme/publica/libros2_TH/art2/pdf/teoria.pdf

- García, L. (s.f.). *Medida y evaluación de las extracciones de agua subterránea. ITGE*. Obtenido de TEORÍA DE LA MEDICIÓN DE CAUDALES Y VOLÚMENES DE AGUA:
http://aguas.igme.es/igme/publica/libros2_TH/art2/pdf/teoria.pdf
- Garfinkel, S. (03 de October de 2015). *MIT Technology Review*. Obtenido de Cloud Computing:
<https://www.technologyreview.com/s/425618/cloud-computing-defined/>
- GCF. (2015). *Informática Básica*. Obtenido de <https://edu.gcfglobal.org/es/informatica-basica/que-es-hardware-y-software/1/>
- Gidahatari. (s.f.). *Cómo medir pH desde tu laptop en tiempo real con Arduino?* Obtenido de <https://gidahatari.com/ih-es/como-medir-ph-desde-tu-laptop-en-tiempo-real-con-arduino>
- Hernandes, J. M. (2005). *Software Libre: Técnicamente viable, económicamente sostenible y socialmente justo*. Barcelona: Infonomía.
- INEC. (2012). *Información ambiental en hogares*. Obtenido de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/Ambientales2012junio/Presentacio_Junio%202012.pdf
- Infotec. (2016). *Sistemas Embebidos: Innovando hacia los Sistemas Inteligentes*. Obtenido de http://www.semanticwebbuilder.org.mx/es_mx/swb/Sistemas_Embebidos_Innovando_hacia_los_Sistemas_Inteligentes_
- Ing. Castro, J. (15 de Enero de 2019). *Medición de Calidad de Agua en el Lago San Pablo*. (O. Wilmer, Entrevistador)

Instrument, T. (2017). *AllDataSheet*. Obtenido de [http://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Mpu-](http://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Mpu-6050%20datasheet&gclid=CjwKCAjwx_boBRA9EiwA4kIELqi5KWhfYY9qKfWhRH7LvhytxDGathzPs67UpO6lhY-ODWypy47RnxoC3FEQAvD_BwE)

[6050%20datasheet&gclid=CjwKCAjwx_boBRA9EiwA4kIELqi5KWhfYY9qKfWhRH7LvhytxDGathzPs67UpO6lhY-ODWypy47RnxoC3FEQAvD_BwE](http://www.alldatasheet.com/view.jsp?Searchword=Mpu-6050%20datasheet&gclid=CjwKCAjwx_boBRA9EiwA4kIELqi5KWhfYY9qKfWhRH7LvhytxDGathzPs67UpO6lhY-ODWypy47RnxoC3FEQAvD_BwE)

International Triathlon Union - Rules. (2015). *ITU Competition Rules*. Obtenido de ITU Competition Rules.

International Triathlon Union. (2014). *Competiciones oficiales nivel 1 conometraje*.

Isaac, G. (2015). *Electrónica*. Obtenido de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/4740/fichero/6.+Electronica+de+control.pdf>

Llamazares, J. C. (s.f.). *ecojovent*. Obtenido de ¿Cómo funciona? Tarjetas identificadoras sin contacto o sistemas RFID: <http://www.ecojovent.com/dos/03/RFID.html>

M2M. (2016). Obtenido de <https://www.m2maplicaciones.es/es/servicios/lectura-remoto-sensores-IoT/1/>

Mercado Libre. (s.f.). Obtenido de <http://www.mercadolibre.com.ec/>

MODMYPI. (2016). *Raspberry Pi 3- Model B*. Obtenido de <https://www.modmypi.com/pis-and-peripherals-1139/raspberry-pi-3-model-b>

NaylampMechatronics. (2017). *Tutorial del sensor de flujo de agua*. Obtenido de http://www.naylampmechatronics.com/blog/47_tutorial-sensor-de-flujo-de-agua.html

Nicolas, V. (s.f.). *SISTEMA EMBEBIDO PARA LA CONEXIÓN DE UN PLC SIEMENS S7-200*

A LA RED GSM. Obtenido de

<http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11141/fichero/PFC%252F4+Red+GSM.pdf>

OMEGA SA. (s.f.). *OMEGA.* Obtenido de [http://www.omegawatches.com/es/planet-](http://www.omegawatches.com/es/planet-omega/sport/olympic-games/)

[omega/sport/olympic-games/](http://www.omegawatches.com/es/planet-omega/sport/olympic-games/)

OMS . (2003). *Control de la contaminación del agua.* Obtenido de OMS:

https://www.who.int/water_sanitation_health/resourcesquality/watpolcontrol/es/

ORIS. (2016). *Swiss Made Watches.* Obtenido de https://www.oris.ch/data/4139_pm_sp.pdf

Pablo, T. (2015). *Caudal.* Obtenido de

http://www.astro.ugto.mx/~papaqui/ondasyfluidos/Tema_2.10-Gasto_o_Caudal.pdf

Panamahitec. (s.f.). *NodeMCU.* Obtenido de [http://panamahitek.com/esp8266-y-nodemcu-la-](http://panamahitek.com/esp8266-y-nodemcu-la-nueva-generacion/)

[nueva-generacion/](http://panamahitek.com/esp8266-y-nodemcu-la-nueva-generacion/)

PlacaArduino. (s.f.). *UnoR3.* Obtenido de <http://arduino.cl/arduino-uno/>

Ramiro Anrango, Á. A. (02 de 2014). *Sistemas Open Harware y Open Source Aplicados a la*

Enseñanza de la Electronica. Obtenido de www.uniquindio.edu.co

Rodríguez, J. (2013). *Efecto Hall.* Obtenido de

<https://electromagnetismo2012a.wikispaces.com/file/view/efecto+hall.pdf>

Rojas, M. (14 de Febrero de 2014). *Geek Chickens*. Obtenido de Control de acceso con lector de tarjetas RFID usando Arduino: <http://geekchickens.blogspot.com/2014/01/control-de-acceso-con-lector-de.html>

Rolando, L. (2011). "*DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MEDIDOR DIGITAL*". Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5000/1/T-ESPEL-0859.pdf>

SAAE. (2017). *Hidrómetro*. Obtenido de <http://www.saaeitapetinga.com.br/conhecendo-o-hidrometro/>

SAPIENSMAN. (s.f.). *VALVULAS SOLENOIDE*. Obtenido de http://www.sapiensman.com/tecnoficio/electricidad/valvula_solenoides.php

Saul, J. (Septiembre de 2016). *HETPRO*. Obtenido de <http://hetpro-store.com/TUTORIALES/modulo-lector-rfid-rc522-rf-con-arduino/>

Schuler, E. (Octubre de 2016). *CCM*. Obtenido de <http://es.ccm.net/contents/619-identificacion-por-radiofrecuencia-rfid>

Secretaría Nacional De Planificación Y Desarrollo. (2013). *Plan Nacional para el Buen Vivir*. Quito: Senplades.

SENAGUA. (s.f.). *INSTRUCTIVO PARA CONFORMACIÓN Y LEGALIZACIÓN DE JUNTAS*. Obtenido de <http://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/NORMATIVA-SECUNDARIA.pdf>

Sigma Electrónica LTDA. (s.f.). *SEN0237-A*. Obtenido de <https://www.sigmaelectronica.net/producto/sen0237-a/>

SIMAS. (2012). *APRENDE A LEER TU MEDIDOR DE AGUA*. Obtenido de <http://www.simassabinas.com.mx/leermedidor.php>

Susana, T. (2013). *SENSORES DE FLUJO, PRINCIPIOS DE MEDICIÓN*. Obtenido de <http://www.aie.cl/files/file/comites/ca/abc/sensores-de-flujo.pdf>

TexasInstrument. (2017). *AllDataSheet*. Obtenido de http://www.alldatasheet.com/view_datasheet.jsp?Searchword=ESP8266

TexasInstrument. (2017). *AllDataSheet*. Obtenido de http://www.alldatasheet.com/view_datasheet.jsp?Searchword=NRF24L01

Thmas Boyle, D. G. (2013). *Intelligent Metering for Urban Water*. Obtenido de MDPI Water: www.mdpi.com/journal/water

Toledo, J. (s.f.). *Hardware Reconfigurable*. Obtenido de http://repositorio.upct.es/xmlui/bitstream/handle/10317/352/2005_AI_12.pdf?sequence=1&isAllowed=y

VEGA, R. (2016). *Patrones De Diseño IOT*. Obtenido de <https://ricveal.com/blog/patrones-dise%C3%B1o-iot/>

Vergara, A. (2018). *Lenguajes de programación: compilados vs interpretados*. Obtenido de <https://www.facilcloud.com/noticias/lenguajes-de-programacion-compilados-interpretados/>

Virgam. (2015). *Azul Web*. Obtenido de <https://www.azulweb.net/que-son-los-sistemas-embebidos/>

Yuan, M. (2017). *MQTT*. Obtenido de <https://www.ibm.com/developerworks/ssa/library/iot-mqtt-why-good-for-iot/index.html>

YUNQUERA, J. (2010). Obtenido de <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11138/fichero/memoria%252FCap%C3%ADtulo+3.pdf>

ANEXOS

1. Entrevista al presidente de la comunidad de Araque (Anexo 1).



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN

Entrevista y discusión de los Stakeholders.

En la comunidad de Araque, el lunes 9 de septiembre del 2019, se realiza la reunión de trabajo, en la cual se entrevista al señor presidente de la comunidad de Araque con el fin de analizar la problemática del parque acuático, relacionado a la contaminación del Lago, el correcto funcionamiento de las plantas de tratamiento y en general los daños ambientales que causa al Lago, específicamente en las orillas del parque acuático del Lago San Pablo, lo cual será de gran ayuda para el desarrollo de tesis planteado con el tema: **DISEÑO DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN REMOTA PARA LA ADQUISICIÓN DE PARÁMETROS DE CALIDAD DE AGUA EN LAS ORILLAS DEL PARQUE ACUÁTICO LAGO-SAN PABLO.**

Entrevista por el Sr: Wilmer Ortiz Cacuango, estudiante de la Universidad Técnica del Norte, de la carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación.

Introducción:

Entrevistador: Mi nombre es Wilmer Ortiz, estudiante de la carrera de ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación de la Universidad Técnica del Norte, soy un morador más de la Parroquia de San Pablo de Lago, por tal motivo tengo el interés de realizar un trabajo de finalización de mi carrera apoyando en algo a la sociedad, con esto nosotros demostramos que la electrónica y los avances tecnológicos nos puede aportar mucho en la sociedad y para el desarrollo de la misma, por esta razón tengo el gusto de conversar con Ud., señor presidente a manera de una entrevista la cual me ayudara a profundizarme en el tema para la investigación y para el desarrollo de la tesis.

Entrevistado: Un gusto saludarle, soy el presidente de la comunidad de Araque, nosotros como comunidad y a la cabeza los cabildos que se elige cada año, trabajamos en el turismo local, y queremos que el turismo nos dinamiza la economía en el sector del Parque Acuático. Por lo que cual cualquier estudio técnico que nos favorezcan a impulsar el turismo es bienvenido y podemos conversar y si en algo puedo ayudar estamos para solventar cualquier inquietud.

Entrevista:

Entrevistador: Muchas gracias por su apertura, me gustaría conocer un poco más sobre la administración de parque acuático, ¿la comunidad, la junta parroquial o el municipio?

Entrevistado: La administración directa es de la comunidad de Araque, y la asociación la Garza también nos colabora en vender comida para los visitantes y la comunidad se encarga de cobrar peajes a los carros particulares, de la cual se obtiene un poco de ingresos para solventar las respetivas gestiones en favor de la población.

Entrevistador: ¿aproximadamente cuantos turistas ingresan al Parque Acuático, a la semana y al mes.?

Entrevistado: No sabría decir número exacto, pero de todas maneras a la semana más o menos ingresan 1000 personas, si es que hay días feriados en el mes, más o menos ingresan hasta 6 o 7 mil personas.



Entrevistador: ¿tienen algún registro de los turistas que ingresan al parque acuático?

Entrevistado: no tenemos nada de registro, solo observamos a las personas que ingresan.

Entrevistador: ¿Qué actividades se puede desempeñar dentro del parque acuático??

Entrevistado: generalmente es un lugar de distracción, se puede dedicar a las actividades como, jugar futbol, básquet, boli Ball, paseo en lanchas y algunas personas hasta se meten en las orillas de la Laguna para nadar, también muchas personas ingresan cada día a lavar la ropa en la vertiente y otras personas del sector ingresan a dar agua a los animalitos por lo general animales de especie bobino.

Entrevistador: ¿según a su criterio, piensa que la laguna está contaminada.?

Entrevistado: efectivamente, si existe contaminación y son de las personas que ingresan a lavar la ropa en la vertiente, es decir que toda la suciedad se desemboca a la Laguna, no solo eso, la comunidad de Araque tiene una planta de tratamiento para las aguas servidas, por lo que esas plantas no están funcionando al 100%, y muchas veces esas aguas servidas son desembocadas a la laguna, son los principales problemas que existe sobre la contaminación a la laguna.

Entrevistador: ¿se podría solucionar esos problemas de contaminación, como sería la solución a su criterio.?

Entrevistado: pienso que debe existir políticas públicas desde el municipio y EMAPAO para que todas las plantas de tratamiento a la redonda de la laguna sean manejadas con mayor precisión, tratar de mejorar las plantas de tratamiento de las aguas servidas, para que sea tratada de manera eficiente.

Entrevistador: ¿conoce o a escuchado de los parámetros de calidad de agua.?

Entrevistado: he escuchado algo de pH, pero no me he interesado en buscar significados o a que se puede referirse.

Entrevistador: Existe algunos parámetros de calidad de agua que se puede analizar en los laboratorios, como por ejemplo el pH, temperatura, turbidez, oxígeno disuelto etc., todos estos parámetros generalmente nos ayuda a saber que el agua pueda tener un grado de contaminación. ¿Le gustaría conocer sobre estos parámetros de calidad y mantenerse informado si el agua de la laguna es apta para consumo de los animalitos, para riego o incluso para consumo humano??

Entrevistado: si me gustaría conocer y así poder informar a las personas que ingresan al parque acuático, y con los resultados de los análisis nosotros los dirigentes también podemos reclamar a EMAPAO para que mejoren en las plantas de tratamiento y muchas veces no sabemos nada del espejo de agua, aparentemente el agua está limpia, pero siempre va a estar contaminada el agua de la laguna.



Entrevistador: ¿cree Ud., que hace falta una máquina para que recoja los datos de calidad de agua de la laguna.?

Entrevistado: si hace falta bastante, aunque yo no sepa mucho del tema, pero existen turistas y personas del medio ambiente que entienden mucho del tema y sería de gran ayuda tener algunos datos sobre los índices de contaminación del Lago y poder informar a las instituciones correspondientes y prevenir más contaminación del agua.

Entrevistador: ¿con que frecuencia le gustaría que los datos de la calidad de agua se muestren.?

Entrevistado: me gustaría que cada hora o cada media hora estaría bien, porque a cada rato puede confundir a las personas de mucha información de los valores.

Entrevistador: ¿en qué le gustaría ver los datos que recoge la maquina sobre la calidad de agua.?

Entrevistado: me gustaría ver en una pantalla gigante, como por ejemplo en las ciudades saben indicar las horas, pienso que para mí sería eso lo más excelente, pero también sería bueno en un celular inteligente, como en la actualidad la mayoría tienen celular e internet al mismo tiempo puede ser una buena opción en un celular también.

Entrevistador: ¿Cómo le gustaría que la maquina sea en su tamaño y en su ficcionalidad??

Entrevistado: tal vez seria indiferente su tamaño, pero que no sea una maquina grande que conlleve aplicar fuerza para llevar al lago, tal vez podría ser como una especie de boya hasta para maniobrar. En su funcionalidad me gustaría que la maquina avise la verdad sobre los índices que Ud., va a medir en el Lago.

Entrevistador: ¿En qué parte del lago de gustaría poner la maquina??

Entrevistado: en las orillas del Lago estaría bien, ¿se puede medir en otros lados de la laguna?

Entrevistador: si, inclusive para otros tipos de lagos o ríos también es aplicable.

Entrevistador: ¿muchas gracias por su tiempo, es todo lo que interesaba saber, le estaré molestando en otro momento.?

Entrevistado: Gracias, estamos para ayudar y ayudarnos.

Conclusión

Se converso en forma verbal con el presidente de la comunidad de Araque y los socios de la asociación la Garza de la misma localidad indicando de los beneficios del sistema de medición de parámetros de calidad, de la cual ellos forman parte del sistema que se va a diseñar, con esta entrevista y la buena predisposición de los cabildos de la comunidad se analizara los requerimientos necesarios para el diseño del prototipo.

Aproximadamente con una hora de entrevista se da por terminado, para la constancia de lo tratado firman a continuación:



M.Sc. Jaime Michilena
Director de Tesis



Sr. Wilmer Ortiz
Estudiante

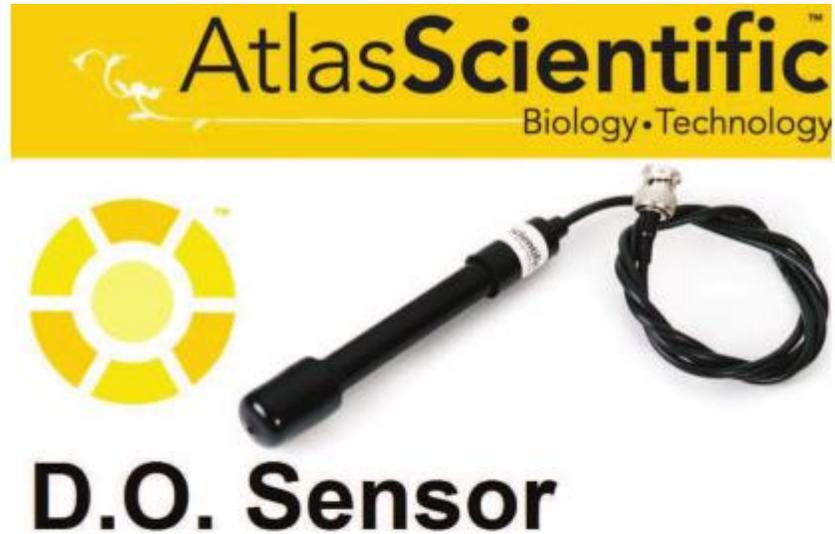


Sr. Franklin Yacelga
Presidente de la comunidad de Araque



2. Características de los Hardware, del Bloque 1 (Anexo 2).

Opción 1, Sensor Oxígeno Disuelto Atlas Scientific.



Designed for use with galvanic dissolved Oxygen meters, transmitters and controllers. Ideal for lab or portable use, fresh water and salt water capable. Their Rugged Epoxy design makes them virtually unbreakable. The wire length is 30" (76cm) and has a BNC connector.

This D.O. sensor can be fully submerged indefinitely.

Typical Applications

- Standard Lab use
- Field use
- Hydroponics
- Fish keeping
- Wine making
- Food Safe
- Mixed aqueous/organic
- Samples containing Heavy metals
- Environmental monitoring

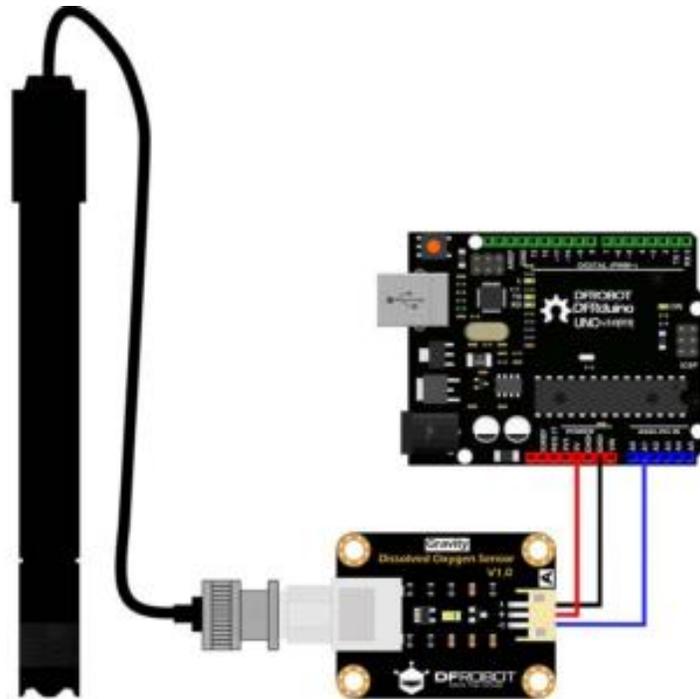
Specifications

- Range: 0-20 mg/L
- Body Material: Epoxy and Noryl
- Max Temperature: 50 Degrees C
- Max PSI: 690 kPa (100PSI)
- Calibration Single point in air
- Dimensions: 16.5mm X 116mm (0.65" X 4.57")

Opción 2. Sensor Oxígeno disuelto analógico para Arduino, Datasheet SEN0237-A

Gravity: Analog Dissolved Oxygen Sensor / Meter Kit For Arduino

SKU:SEN0237-A



Arduino Dissolved Oxygen (DO) Sensor Connection Diagram

SPECIAL INSTRUCTION

Due to the International Import and Export Policy, the corrosive solution (acid & alkaline solution) is not allowed to deliver by air transportation. The filling solution is not included in the kit. You have to purchase it from local shop or deploy the solution by yourself, refer to WKI FAQ-Q4. It can't work without filling solution! Please be caution with the purchase!

Note:

1. The filling solution is 0.5 mol/L NaOH solution. You need to pour it in the membrane cap before use. Please be caution with the operation because the solution is corrosive. Please wear gloves! If the solution accidentally drops onto the skin, wash your skin with plenty of water immediately.
2. The oxygen permeable membrane in the membrane cap is sensitive and fragile. Be caution when handling with it. Fingernail and other sharp objects should be avoided.
3. The DO sensor will consume a little oxygen during the measurement. Please gently stir the solution and let the oxygen to be distributed evenly in the water.

FEATURES

Dissolved Oxygen Probe :

1. Galvanic probe, no need polarization time
2. Filling solution and membrane cap is replaceable, low maintenance cost

Signal Converter Board :

1. 3.3–5.5V wide-range power supply, compatible with most Arduino microcontroller
2. 0–3.0V analog output, compatible with all microcontrollers with ADC function.
3. Gravity interface, plug and play, easy to use

SPECIFICATION

Dissolved Oxygen Probe

- Type: Galvanic Probe
- Detection Range: 0–20mg/L
- Response Time: Up to 95% full response, within 90 seconds (25°C)
- Pressure Range: 0–50PSI
- Electrode Service Life: 1 year (normal use)
- Maintenance Period: Membrane Cap Replacement Period: 1–2 months (In muddy water); 4–5 months (In clean water) Filling Solution Replacement Period: Once every month
- Cable Length: 2 meters
- Probe Connector: BNC **Signal Converter Board**
- Operating Voltage: 3.3–5.5V
- Output Signal: 0–3.0V
- Cable Connector: BNC
- Signal Connector: Gravity Analog Interface (PH2.0-3P)
- Dimension: 42mm * 32mm

SHIPPING LIST

- Galvanic Dissolved Oxygen Probe with Membrane Cap x1
- Spare Membrane Cap x1
- Signal Converter Board x1
- Gravity Analog Sensor Cable x1

Características de los sensores de pH, datasheet.

Opción 1. Medidor del sensor de pH SKU SEN061.

PH meter SKU SEN0161

Introduction

Need to measure water quality and other parameters but haven't got any low cost pH meter? Find it difficult to use with [Arduino](#)? Here comes an analog pH meter, specially designed for [Arduino controllers](#) and has built-in simple, convenient and practical connection and features. It has an LED which works as the Power Indicator, a BNC connector and PH2.0 sensor interface. To use it, just connect the pH sensor with BNC connector, and plug the PH2.0 interface into the analog input port of any [Arduino controller](#).



If pre-programmed, you will get the pH value easily. Comes in compact plastic box with foams for better mobile storage. **Attention: In order to ensure the accuracy of the pH probe, you need to use the standard solution to calibrate it regularly. Generally, the period is about half a year. If you measure the dirty aqueous solution, you need to increase the frequency of calibration.**

Applications

- Water quality testing
- Aquaculture

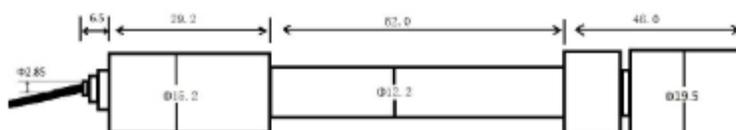
Specification

- Module Power : 5.00V
- Module Size : 43mm×32mm
- Measuring Range:0-14PH
- Measuring Temperature :0-60 °C

- Accuracy : $\pm 0.1\text{pH}$ (25 °C)
- Response Time : $\leq 1\text{min}$
- pH Sensor with BNC Connector
- PH2.0 Interface (3 foot patch)
- Gain Adjustment Potentiometer
- Power Indicator LED
- Cable Length from sensor to BNC connector:660mm

Board Overview

pH Electrode Size



pH Electrode Characteristics

The output of pH electrode is Millivolts, and the pH value of the relationship is shown as follows (25 °C):

VOLTAGE (mV)	pH value	VOLTAGE (mV)	pH value
414.12	0.00	-414.12	14.00
354.96	1.00	-354.96	13.00
295.80	2.00	-295.80	12.00
236.64	3.00	-236.64	11.00
177.48	4.00	-177.48	10.00
118.32	5.00	-118.32	9.00
59.16	6.00	-59.16	8.00
0.00	7.00	0.00	7.00

Tutorial

Connecting Diagram

Opción 2. Sensor de pH, GAOHOU PH0-14

How to use a PH probe and sensor

If you worked with PH metering before you will know that PH values range from 0-14. Where PH 0 Will be very acidic, PH 7 will be neutral and PH 14 very alkaline. Water is near a PH 7 and this is usually around here that we will need to monitor PH of many things. A swimming pool, for example, should be slightly alkaline at 7.2, hydroponics systems around 6 (for optimum plant nutrition takeupt) and aquaponics around 6.8.

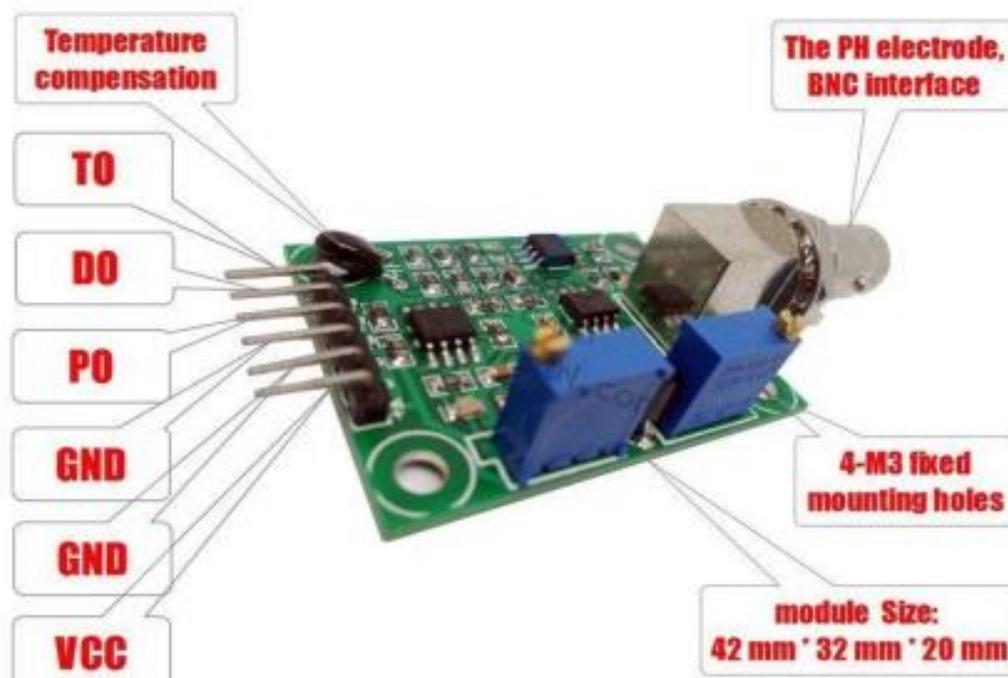
I wrote this **PH probe and sensor** "how to" because it is not as straightforward as one would think (but quite easy when you understand the ins and outs) mostly because there is not a lot of information on this on the Internet, surely not detailed information.

We will first look at the ph probe module board and then the PH probe because both the PH probe and sensor have to be set correctly:

- offset setting
- limit setting
- sketch to test the board analogue range
- sketch for PH reading and calibration.
- calibration of PH probe

- PH probe usage

The ph probe module in this tutorial is available on our site here: [PH probe module BNC conector](#)



PH Probe Sensor Pinout

TO - Temperature output

DO - 3.3V Output (from ph limit pot)

PO - PH analog output ==> **Arduino A0**

Gnd - Gnd for PH probe (can come from Arduino GND pin) ==> **Arduino GND**

Gnd - Gnd for board (can also come from Arduino GND pin) ==> **Arduino GND**

VCC - 5V DC (can come from Arduino 5V pin) ==> **Arduino 5V pin**

POT 1 - Analog reading offset (Nearest to BNC connector)

POT 2 - PH limit setting

PH probe module Offset and how to use it.

This board have the ability to supply a voltage output to the analogue board that will represent a PH value just like any other sensor that will connect to an analog pin. Ideally, we want a PH 0 represent 0v and a PH of 14 to represent 5V.

BUT there is a catch....., this board by default have PH 7 set to 0V (or near it, it differs from one PH probe to another, that is why we have to calibrate the probe as you will see later on), This means that the voltage will go into the minuses when reading acidic PH values and that cannot be read by the analog Arduino port. The offset pot is used to change this so that a PH 7 will read the expected 2.5V to the Arduino analog pin, the analog pin can read voltages between 0V and 5V hence the 2.5V that is halfway between 0V and 5V as a PH 7 is halfway between PH 0 and PH 14,

You will need to turn the offset potentiometer to get the right offset, The offset pot is the blue pot nearest to the BNC connector.

To set the offset is easy. First, you need to disconnect the probe from the circuit and short-circuit the inside of the BNC connector with the outside to simulate a neutral PH (PH7). I took a piece of wire, strip both sides, wrap the one side around the outside of the BNC connector and push the other side into the BNC hole. This short-circuit represents about a neutral PH reading of 7.



PH limit setting

There is another pot that acts like a limit switch. Basically, the D0 pin on the sensor board will supply 3.3V to the pin until a preset PH value (that you set with the limit pot) is reached, at this point a red LED will light up and the pin will go down to about 0V.

I did not play with this much but suppose it can be handy if you want to activate a buzzer or something if a certain PH is reached, it will work great on an Arduino digital port – that will go high from about 2V up.

This will work if the PH value goes higher than the set value. If you want it to trigger something when the PH goes lower, you need to monitor the digital pin to trigger when the digital pin goes low.

You will unfortunately not be able to set this limit between two values, either if the pH goes up to high or if the PH drop to low. Programmatically you of cause can do an upper and lower limit.

Connecting and calibrating the PH probe.

The hard part is over and this offset does not have to be set again, even if you change PH probes. We have PH probes available here: PH probe Electrode BNC connector
Here is a couple of things to know about PH probes:

1. The probes readings change over time and need to be calibrated every now and again to make sure the value is still the same and be adjusted if it did change.
2. You need at least one PH buffer solution to calibration your PH probe. They are available at many different PH values, A buffer solution of 6.86 and 4.01 is most common as it covers the range of most applications. If you are only going to use one buffer solution make sure its value is near the value range you will use in your normal tests – if it is pool water a buffer solution of 6.86 is usually near enough.
3. Buffers come in pre-made solutions or as a powder. I prefer the powder because it is cheaper and does not have an expiration date. The powder is easy to make up as well, I suppose it depends on the power you will use, the one I use you add the powder to 250ml distilled water and stir until all powder is dissolved. It will last about a month once you added water to it.

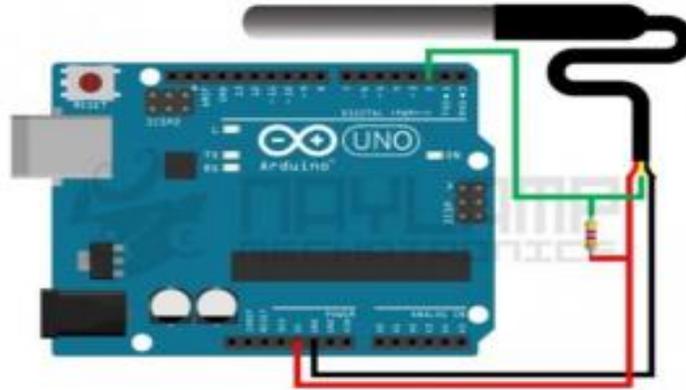


A PH probe **takes some time** to get to the right value, allow it to be in the liquid you want to measure for at least two minutes or longer, it does not mean it will be stable at one ph value,

Características de los sensores de temperatura datasheet.

Opcion 1. Sensor de temperatura DS18B20.

Tutorial sensor digital de temperatura DS18B20



Sensor DS18B20

El DS18B20 es un sensor digital de temperatura que utiliza el protocolo 1-Wire para comunicarse, este protocolo necesita solo un pin de datos para comunicarse y permite conectar más de un sensor en el mismo bus.

El sensor DS18B20 es fabricado por Maxim Integrated, el encapsulado de fabrica es tipo TO-92 similar al empleado en transistores pequeños. La presentación comercial más utilizada por conveniencia y robustez es la del sensor dentro de un tubo de acero inoxidable resistente al agua, con el que trabajemos este tutorial.



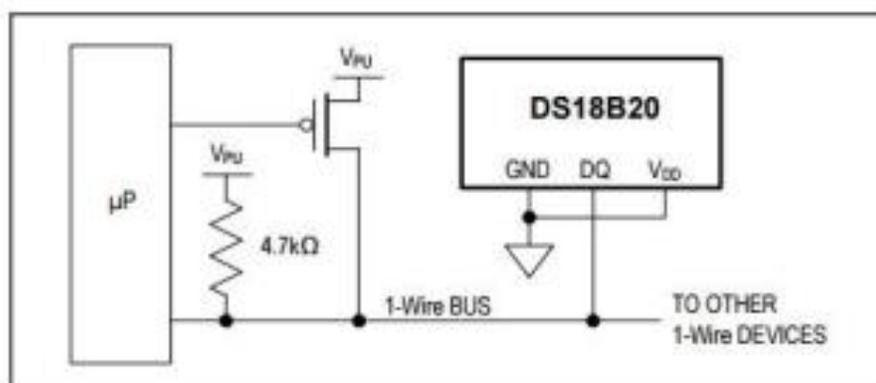
Con este sensor podemos medir temperatura desde los -55°C hasta los 125°C y con una resolución programable desde 9 bits hasta 12 bits.

Cada sensor tiene una dirección única de 64bits establecida de fábrica, esta dirección sirve para identificar al dispositivo con el que se está comunicando, puesto que en un bus 1-wire pueden existir más de un dispositivo.

El sensor tiene dos métodos de alimentación:

Alimentación a través del pin de datos:

De esta forma, el sensor internamente obtiene energía del pin de datos cuando este se encuentra en un estado alto y almacena carga en un condensador para cuando la línea de datos esté en un estado bajo, a esta forma de obtener energía se le llama "Parasite Power" y se usa cuando el sensor debe conectarse a grandes distancias o en donde el espacio es limitado, puesto que de esta forma no se necesita la línea de VDD. El diagrama para su conexión debe ser de la siguiente forma:

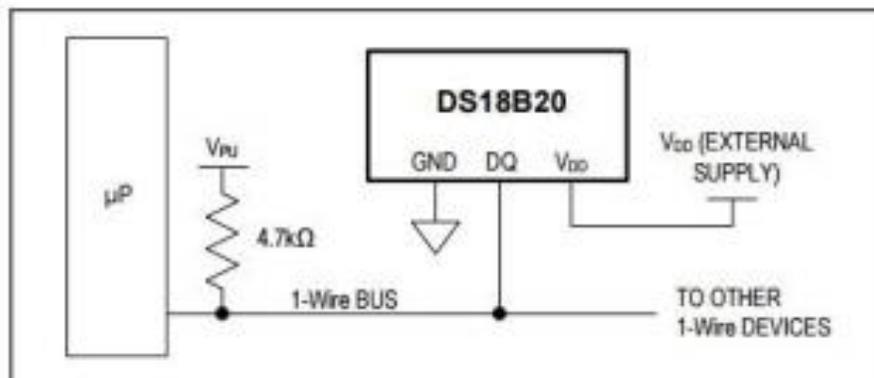


Notar que el pin GND y VDD están ambos conectados a GND, esto es indispensable para que se active el Parasite Power. EL MOSFET en la imagen es necesario para cuando se realicen conversiones de temperatura o copiar datos desde la memoria de circuito de la EEPROM, en estas operaciones la corriente de operación aumenta y si solo se suministra energía a través de la resistencia pueden causar caídas de voltaje en el condensador interno.

Alimentación usando una fuente externa:

De esta forma el sensor se alimenta a través del pin VDD, de esta forma el voltaje es estable e independiente del tráfico del bus 1-wire.

El diagrama de conexión es de la siguiente forma:



Esta forma de alimentación es la más recomendada y es la utilizada en este tutorial.

Librerías para el DS18B20 en Arduino

Para poder trabajar el DS18B20 en Arduino necesitamos dos librerías:

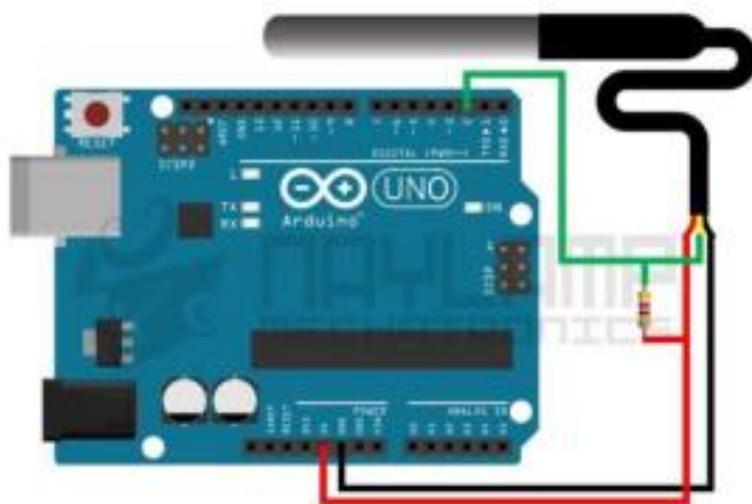
- Librería **OneWire**, descarga: <https://github.com/PaulStoffregen/OneWire>

En esta librería está implementado todo el protocolo del bus 1-wire. Y puede usarse tanto para el DS18B20 como para otros dispositivos 1-wire, para mayor información sobre la librería: http://www.pjrc.com/teensy/td_libs_OneWire.html

-Librería **DallasTemperature**, descarga: <https://github.com/milesburton/Arduino-Temperature-Control-Library>

En esta librería están implementadas las funciones necesarias para poder realizar las lecturas o configuraciones del DS18B20, para mayor información de la librería revisar: http://www.milesburton.com/Dallas_Temperature_Control_Library

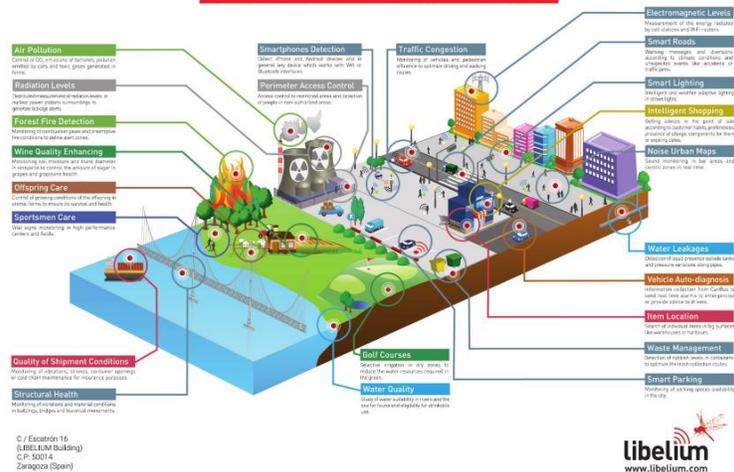
Conexiones del DS18B20 con Arduino:



Opcion 2. Kit de sensor de temperatura Libelium.



La tecnología Libelium impacta en el mundo



C/ Escañón 16
(LIBELIUM Building)
C.P. 50014
Zaragoza (Spain)

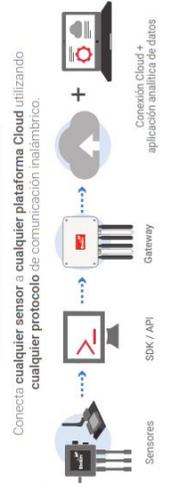


Nueva plataforma de sensores inalámbricos para IoT certificada mundialmente



- Características:**
- Plataforma IoT más rápida y precisa.
 - Compatible con las últimas tecnologías cloud y protocolos de comunicación
 - Con la experiencia de más de 10.000 desarrolladores y usuarios en el mundo
 - Añade nuevos modos de ahorro energética que extienden el periodo de vida hasta 10 años
 - Completamente certificada con CE (Europe), FCC (EE.UU.), IC (Canada), ANATEL (Brazil), RCM (Australia), PTCRB (EE.UU.) and AT&T (EE.UU.)

Interoperabilidad para el IoT

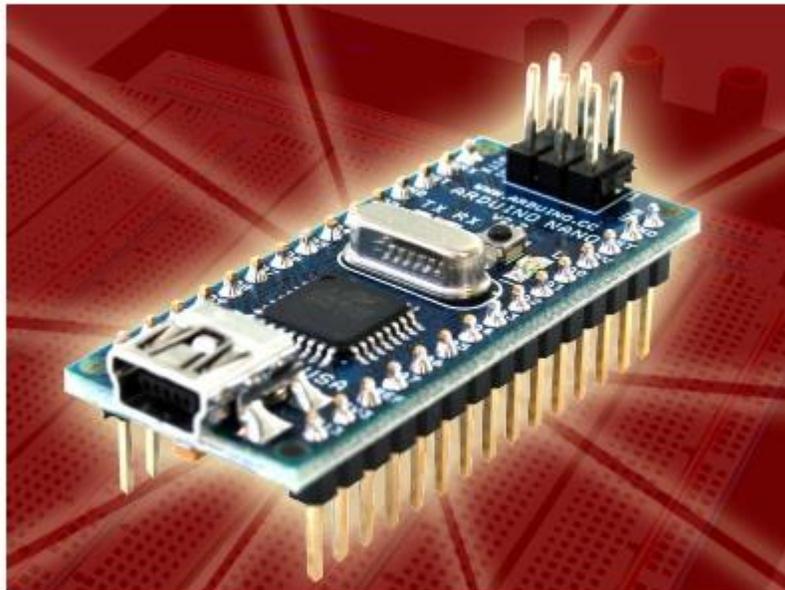


3. Elección de hardware de bloque 2, Sistema embebido (Placa Programable) (Anexo 3).

Opción 1. Arduino Nano.

Arduino Nano (V2.3)

User Manual



Released under the Creative Commons Attribution Share-Alike 2.5 License

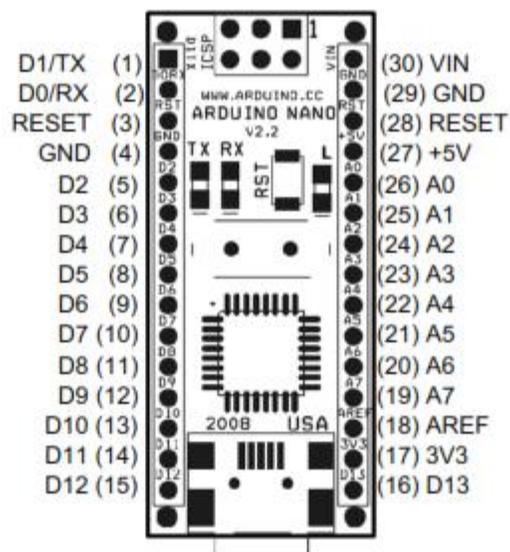
<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.5/>

More information:

www.arduino.cc

Rev. 2.3

Arduino Nano Pin Layout



Pin No.	Name	Type	Description
1-2, 5-16	D0-D13	I/O	Digital input/output port 0 to 13
3, 28	RESET	Input	Reset (active low)
4, 29	GND	PWR	Supply ground
17	3V3	Output	+3.3V output (from FTDI)
18	AREF	Input	ADC reference
19-26	A7-A0	Input	Analog input channel 0 to 7
27	+5V	Output or Input	+5V output (from on-board regulator) or +5V (input from external power supply)
30	VIN	PWR	Supply voltage

Opción 2. Arduino MiniPro.

<http://www.agelectronica.com>

DEV-11113: ARDUINO PRO MINI 328 5 V A 16 MHZ.

 Intermedio



NIVEL DE ENTRADA

Estas placas y módulos son los mejores para realizar proyectos básicos a intermedios.

Descripción

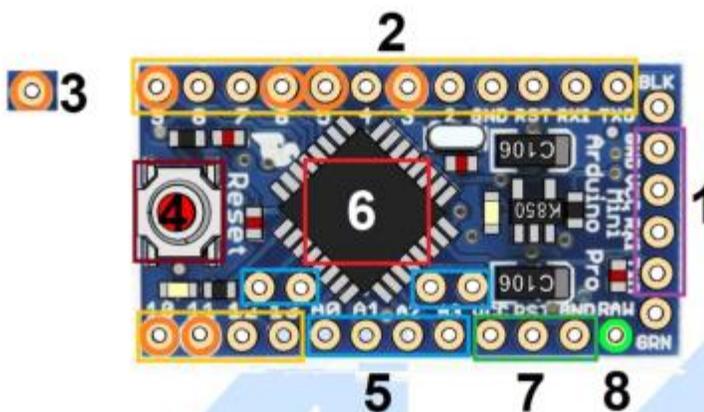
Mini Pro es una placa de microcontroladores que está pensada para usuarios que entienden las limitaciones del voltaje del sistema (5V), contiene 14 pines digitales de entrada/salida (6 de los cuales se pueden usar como PWM), 8 entradas analógicas, con una frecuencia de 16MHz y cuenta con un botón de reinicio, **la placa no viene con pines para que puedas soldar cualquier conector.**

Nota: "Si está suministrando energía no regulada a la placa, asegúrese de conectarla al pin "RAW" y no a la VCC".

Especificaciones

Microcontrolador	ATmega328
Velocidad del reloj	16MHz
Memoria Flash	32KB
Memoria SRAM	2KB
Memoria EEPROM	1 KB
Voltaje de Funcionamiento	5 V
Corriente de Funcionamiento:	150 mA
Pines digitales I/O	14(incluidos 6 salidas para PWM)
Pines de Entrada Analógicos	8
Comunicación	TTL RX/TX
Dimensiones	33 x 18 mm
Fuente de Alimentación externa:	fuelle de alimentación de CD externa (5 -12 V)

<http://www.agelectronica.com>

Hardware Overview**1) Puerto Serie TTL**

Para la comunicación el puerto serial RX/TX del transmisor-receptor de TTL.

2) Pines de entradas / salidas digitales

Los pines digitales (del 0 al 13 se puede usar como entrada o salida, usando las funciones `pinMode()`, `digitalWrite()` y `digitalRead()`). Operan a 5 volts. Cada pin puede proporcionar o recibir un máximo de 40 mA y tiene una resistencia interna de pull-up (desconectada por defecto).

3) Pines de PWM.

Son pines digitales que generan dos valores 0 y 5 V, un ON y un OFF, se utilizan para controlar la dirección de los servos entre otras cosa. Así lo que hacen es generar pulsos (un pulso es la subida y bajada, esa onda cuadrada que se forma) cada x tiempo. Según el tiempo, que se controla con el ciclo de trabajo.

4) Boton Reset.

Reinicia cualquier código que este cargado en el Arduino.

5) Pines de entradas analógicas.

El área de pines con las etiquetas A0 a A3 son entradas analógicas. Estos pines pueden leer la señal de un sensor analógico (como un sensor de temperatura) y convertirlo en un valor digital que podemos leer. Cada una de las entradas proporciona 10 bits de resolución (es decir, 1024 valores diferentes).

6) Microcontrolador ATmega328.

El ATmega328 cuenta con una frecuencia de 16MHz, además que contiene una memoria flash de 32 KB para almacenamiento.

7) Alimentación y GND.

Son los suministros de 5V, así como pines GND(tierra) en la tarjeta, los cuales pueden ser utilizado para alimentar circuitos y dispositivos electrónicos.

8) RAW(Alimentación no regulada).

Si está suministrando energía no regulada a la placa, asegúrese de conectarla al pin "RAW" y no a la "VCC".

Alimentación

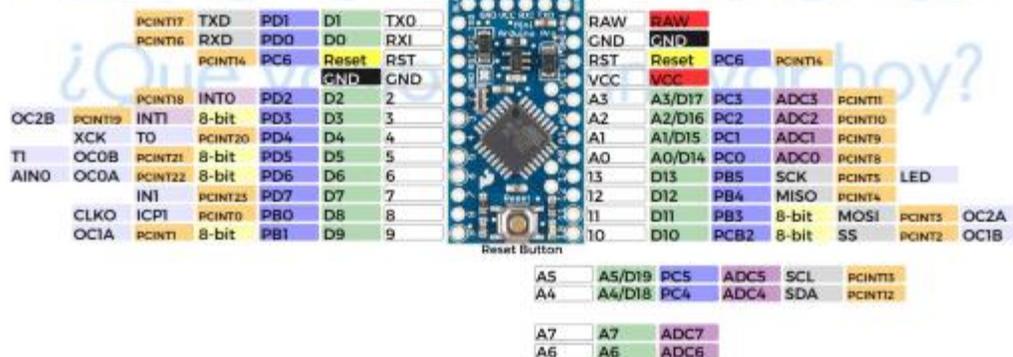
El Arduino PRO MINI puede alimentarse a través de una fuente de alimentación externa de 5 -12 V de CD, además soporta energía no regulada a la placa, asegúrese de conectarla al pin RAW.

Diagrama de conexión.

Name:	ADC
Reset	PWM
GND	Serial
Control	Ext Interrupt
Arduino	PC Interrupt
Port	Misc

Arduino Pro Mini (DEV-11113)

Programmed as Arduino Pro Mini w/ ATmega328
16MHz/5V



Opción 3. Arduino Uno.



Product Overview

The Arduino Uno is a microcontroller board based on the ATmega328 ([datasheet](#)). It has 14 digital input/output pins (of which 6 can be used as PWM outputs), 6 analog inputs, a 16 MHz crystal oscillator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started. The Uno differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega8U2 programmed as a USB-to-serial converter.

"Uno" means one in Italian and is named to mark the upcoming release of Arduino 1.0. The Uno and version 1.0 will be the reference versions of Arduino, moving forward. The Uno is the latest in a series of USB Arduino boards, and the reference model for the Arduino platform; for a comparison with previous versions, see the [index of Arduino boards](#).

Index

Technical Specifications	Page 2
How to use Arduino Programming Environment, Basic Tutorials	Page 6
Terms & Conditions	Page 7
Environmental Policies half sqm of green via Impatto Zero®	Page 7



radiospares **RADIONICS**



Technical Specification

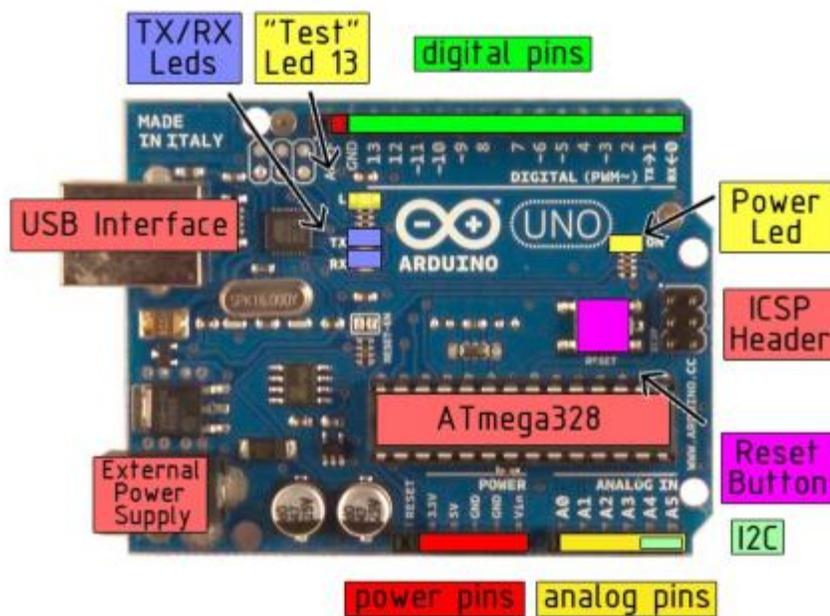


EAGLE files: [arduino-duemilanove-uno-design.zip](#) Schematic: [arduino-uno-schematic.pdf](#)

Summary

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz

the board



radiospares

RADIONICS



4. Características de Sistema de comunicación Bloque 3 (Anexo 4).

Opción 1. Modulo GPRS-GSM.

GPRS Module

-SIM900 GSM/GPRS Module

Overview



GPRS module is a GSM/GPRS module based on the SIM900 Quad-band GSM/GPRS module. It is controlled via AT commands (GSM 07.07 ,07.05 and SIMCOM enhanced AT Commands), and fully compatible with Arduino / Iteduino and Mega.

Features

- Quad-Band 850/900/1800/1900MHz
- GPRS multi-slot calsss 10/8
- GPRS mobile station class B
- Compliant to GSM phase 2/2+
- Class 4 (2W@850/900MHz)
- Class 1 (1W@1800/1900MHz)
- Control via commands (GSM 07.07, 07.05 and SIMCOM enhanced AT Commands)
- Short message service
- Free serial port selection
- 3.5 inch standard sonic sockets for MIC and phone
- Operation temperature: -40°C ~ +85°C

Specifications

PCB size	71.4mm X 66.0mm X 1.6mm
Indicators	PWR, status LED, net LED
Power supply	5V
Communication Protocol	UART
RoSH	Yes

Electrical Characteristics

Specification	Min	Type	Max	Unit
Power Voltage (Vsupply)	4.5	-	5.5	VDC
Input Voltage VH:	0.7VCC	-	5.5	V
Input Voltage VL:	-0.3	0	0.3VCC	V
Current Consumption (pulse)	-	-	2000	mA
Current Consumption (Continues)			500	mA
Baud rate		115200		bps

Opción 2. Modulo ZigBee

XBee® & XBee-PRO® ZB
ZigBee® Embedded RF Module Family for OEMs

Embedded RF modules provide low-cost, low-power wireless connectivity using the ZigBee PRO Feature Set.

Overview

XBee and XBee-PRO ZB embedded RF modules provide cost-effective wireless connectivity to devices in ZigBee mesh networks. Utilizing the ZigBee PRO Feature Set, these modules are interoperable with other ZigBee devices, including devices from other vendors*.

Products in the XBee family are easy to use. They require no configuration or additional development; users can have their network up and running in a matter of minutes.

Programmable versions of the XBee-PRO ZB module make customizing ZigBee applications easy. Programming directly on the module eliminates the need for a separate processor. Because the wireless software is isolated, applications can be developed with no risk to RF performance or security.

XBee modules are available in a variety of protocols and frequencies. The common hardware footprint shared by Digi's XBee modules means users can substitute one XBee for another with minimal development time and risk.

*Interoperability requires the ZigBee Feature Set or ZigBee PRO Feature Set to be deployed on all devices. Contact Digi Support for details.

Related Products



Gateways



Modules



Adapters



Development Kits

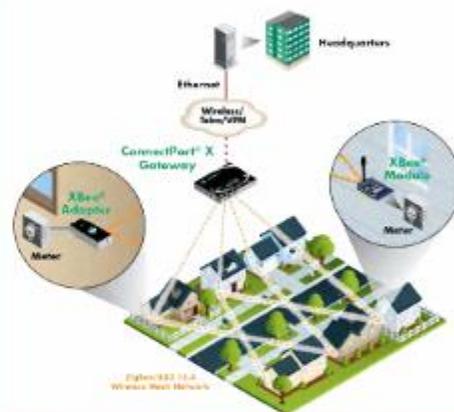


Network Extenders



Sensors

Application Highlight

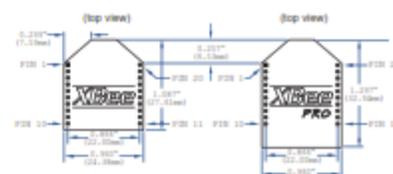
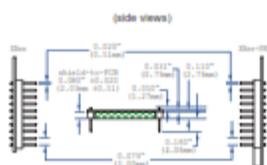


Features/Benefits

- Interoperability with ZigBee compliant devices*
- No configuration needed for out-of-the-box RF communications
- Common XBee footprint for a variety of RF modules
- ZigBee mesh networking protocol
 - Improved data traffic management
 - Remote firmware updates
 - Self-healing and discovery for network stability
- Programmable versions of the XBee-PRO ZB enable custom ZigBee application development
 - 8-bit Freescale™ 508 microprocessor brings intelligence to devices
 - CodeWarrior® development tools for easy customization



Platform	XBee® ZB	XBee-PRO® ZB	Programmable XBee-PRO® ZB
Performance			
RF Data Rate	250 Kbps		
Indoor/Urban Range	133 ft (40 m)	300 ft (90 m)	
Outdoor/RF Line-of-Sight Range	400 ft (120 m)	2 miles (3200 m) / Int'l 5000 ft (1500 m)	
Transmit Power	1.25 mW (+1 dBm) / 2 mW (+3 dBm) boost mode	63 mW (+18 dBm) / Int'l 10 mW (+10 dBm)	
Receiver Sensitivity (1% PER)	-96 dBm in boost mode	-102 dBm	
Features			
Adjustable Power	Yes		
I/O Interface	3.3V CMOS UART, ADC, DIO		3.3V CMOS UART, SPI, I2C, PWM, DIO, ADC
Configuration Method	API or AT commands, local or over-the-air		
Frequency Band	2.4 GHz		
Interference Immunity	DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)		
Serial Data Rate	1200 bps - 1 Mbps		
ADC Inputs	(4) 10-bit ADC inputs		
Digital I/O	10		
Antenna Options	Chip, Wire Whip, U.FL, RPSMA	PCB Embedded Antenna, Wire Whip, U.FL, RPSMA	
Operating Temperature	-40° C to +85° C, 0-95% humidity non-condensing		
Programmability			
Memory	N/A		32 KB Flash / 2 KB RAM
CPU/Clock Speed	N/A		HCS08 / Up to 50.33 MHz
Networking & Security			
Encryption	128-bit AES		
Reliable Packet Delivery	Retries/Acknowledgments		
IDs and Channels	PAN ID, 64-bit IEEE MAC, 16 channels	PAN ID, 64-bit IEEE MAC, 15 channels	
Power Requirements			
Supply Voltage	2.1 - 3.6VDC		2.7 - 3.6VDC
Transmit Current	35 mA / 45 mA boost mode @ 3.3VDC	205 mA	220 mA
Receive Current	38 mA / 40 mA boost mode @ 3.3VDC	47 mA	62 mA
Power-Down Current	<1 uA @ 25° C	3.5 uA @ 25° C	4 uA @ 25° C
Regulatory Approvals			
FCC, IC (North America)	Yes		
ETSI (Europe)	Yes		
C-TRCK (Australia)	Yes		
TELEC (Japan)	Yes	Yes (int'l unit only)	



Visit www.digi.com for part numbers.

DIGI SERVICE AND SUPPORT - You can purchase with confidence knowing that Digi is here to support you with expert technical support and a one-year warranty. www.digi.com/support

Digi International
877-912-3444
952-912-3444
info@digi.com

Digi International
France
+33-1-55-61-98-98
www.digi.fr

Digi International
KK
+81-3-5428-0261
www.digi-intl.co.jp

Digi International
(HK) Limited
+852-2833-1008
www.digi.cn

Digi m2m Solutions
India Pvt. Ltd
+91-80-4287-9887
info@digi.com



01001471
03/511

BUY ONLINE • www.digi.com

© 2006-2011 Digi International Inc.

All rights reserved. Digi, Digi International, the Digi logo, the Making Wireless M2M Easy logo, ConneCT, XBee and XBee-PRO are trademarks or registered trademarks of Digi International Inc. in the United States and other countries worldwide. All other trademarks are the property of their respective owners. All information provided is subject to change without notice.



Opción 3. Modulo Bluetooth.

fluctuant in the range of 30-40mA. The mean current is about 25mA. After paring, no matter processing communication or not, the current is 8mA. There is no sleep mode. This parameter is same for all the Bluetooth modules.	fluctuant in the range of 30-40 m. The mean current is about 25mA. After paring, no matter processing communication or not, the current is 8mA. There is no sleep mode. This parameter is same for all the Bluetooth modules.
Reset: PIN11, active if it's input low level. It can be suspended in using.	Reset: PIN11, active if it's input low level. It can be suspended in using.
Level: Civil	Level: Civil

The table above that includes main parameters of two serial modules is a reference for user selection.

HC-03/HC-05 serial product is recommended.

3. Information of Package

The PIN definitions of HC-03, HC-04, HC-05 and HC-06 are kind of different, but the package size is the same: 28mm * 15mm * 2.35mm.

The following figure 1 is a picture of HC-06 and its main PINs. Figure 2 is a picture of HC-05 and its main PINs. Figure 3 is a comparative picture with one coin. Figure 4 is their package size information. When user designs the circuit, you can visit the website of Guangzhou HC Information Technology Co., Ltd. (www.wavesen.com) to download the package library of protle version.

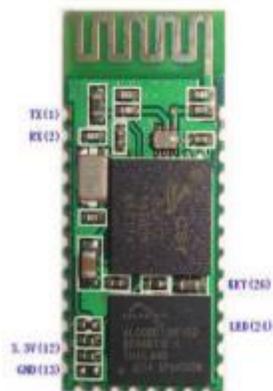


Figure 1 HC-06

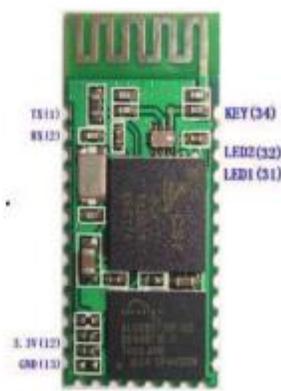


Figure 2 HC-05



Figure 3 Comparative picture with one coin

LINFOR BLUE T
www.linfor.com

LV-BC-2.0

单位：mm

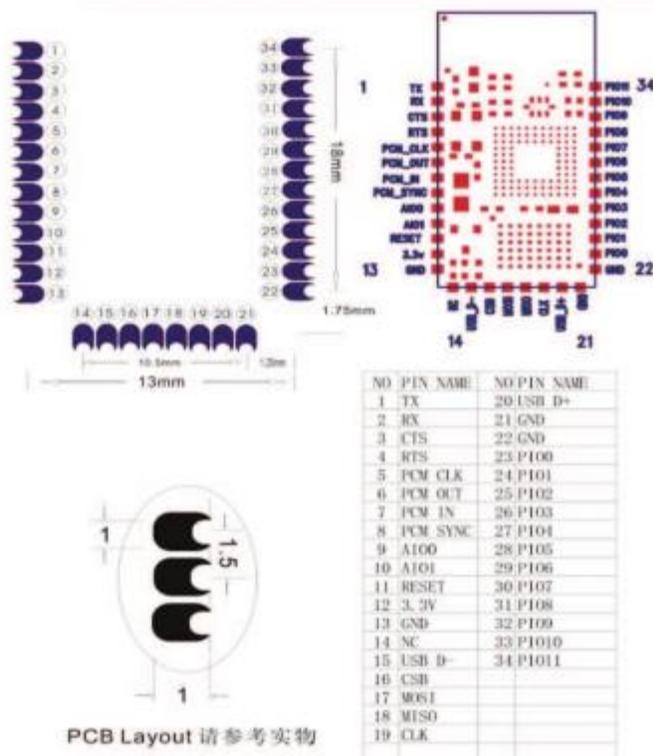


Figure 4 Package size information

4. The Using and Testing Method of HC-06 for the First Time

This chapter will introduce the using method of HC-06 in detail. User can test the module according to this chapter when he or she uses the module at the first time.

PINs description:

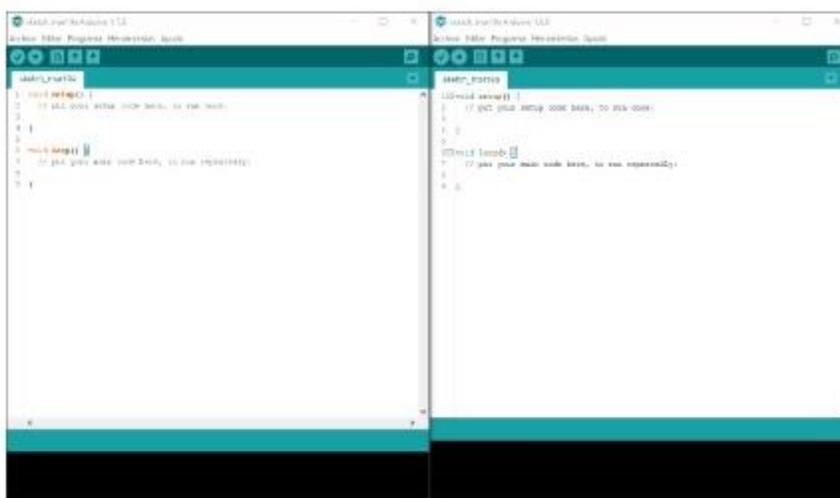
PIN1	UART_TXD , TTL/CMOS level, UART Data output
PIN2	UART_RXD, TTL/COMS level, s UART Data input
PIN11	RESET, the reset PIN of module, inputting low level can reset the module, when the module is in using, this PIN can connect to air.
PIN12	VCC, voltage supply for logic, the standard voltage is 3.3V, and can work at 3.0-4.2V
PIN13	GND
PIN22	GND
PIN24	LED, working mode indicator Slave device: Before paired, this PIN outputs the period of 102ms square wave. After paired, this PIN outputs high level. Master device: On the condition of having no memory of pairing with a slave device, this PIN outputs the period of 110ms square wave. On the condition of having the memory of pairing with a slave device, this PIN outputs the period of 750ms square wave. After paired, this PIN outputs high level.
PIN26	For master device, this PIN is used for emptying information about pairing. After emptying, master device will search slaver randomly, then remember the address of the new got slave device. In the next power on, master device will only search this address.

5. Características de lenguaje de programación (Anexo 5).

IDE Arduino.

IDE Arduino.org: Se trata de un fork del IDE de arduino.cc que a su vez deriva de Wiring <http://wiring.org.co/>. Este IDE no dispone de la gestión mejorada de librerías y placas.

Ambos IDEs son actualmente muy similares a simple vista, pero en el interior hay varias diferencias.



- Todos los cambios de las versiones se pueden ver en: <http://labs.arduino.org/Arduino+IDE+Previous+Releases>
- Está disponible para su descarga en <http://www.arduino.org/software>
- Guía de inicio: <http://labs.arduino.org/First+steps+with+Arduino+IDE+1.7.x+for+Windows>
- Código fuente: <https://github.com/arduino-org/Arduino>

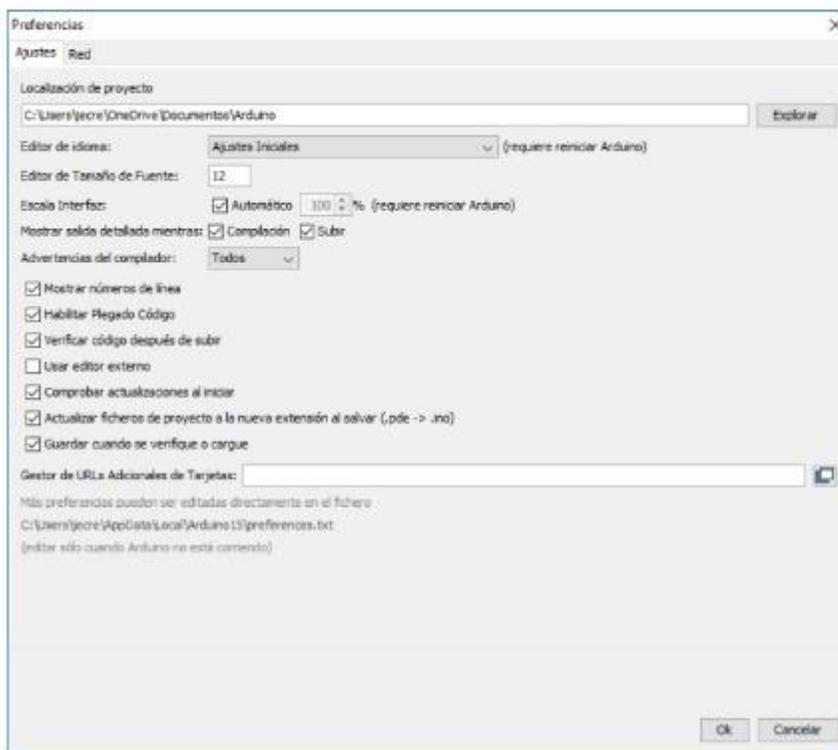
Más información en: <http://labs.arduino.org/Arduino%20IDE>

IMPORTANTE: la versión del IDE de arduino.org es actualmente la 1.7.8, puede llevar a error y pensar que es una versión superior al IDE de arduino.cc que va por la versión 1.6.8, pero no es cierto, se trata de un IDE diferente, es más, el IDE de arduino.org está menos evolucionado que el IDE de arduino.cc.

IMPORTANTE: si ya tienes instalado el IDE de arduino.cc, el instalador del IDE de arduino.org trata de desinstalarlo como si fuera una versión anterior, cuando realmente es un IDE diferente. Por este motivo es mejor hacer una instalación manual del IDE de arduino.org en lugar de usar el instalador.

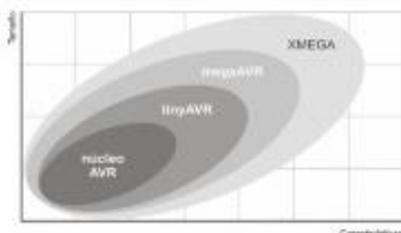
Las preferencias y la ruta donde se guardan los sketches y librerías en los dos IDEs difiere y su configuración es importante si vamos a tener en nuestro ordenador conviviendo ambos IDEs y queremos que compartan librerías y sketches.

Para el IDE de arduino.cc, desde la pantalla de preferencias del IDE configuramos la ruta donde se guardan los sketches y librerías, de forma que al instalar una actualización mantenemos todos los datos o si instalamos varios IDEs van a compartir estos datos.



Microcontrolador avr

Los microcontroladores AVR se basan en un núcleo cuya arquitectura fue diseñada por Alf-Egil Bogen y Vegard Wollan, estudiantes del Instituto Noruego de Tecnología, arquitectura que posteriormente fue refinada y desarrollada por la firma Atmel. El término AVR no tiene un significado implícito, a veces se considera como un acrónimo en el que se involucra a los diseñadores del núcleo, es decir AVR puede corresponder con Alf-Vegard-RISC.



En concreto, este libro se enfoca a los dispositivos ATmega8 y ATmega16, para ambos, sus principales características técnicas son.

Memoria de código: 8 Kbyte (ATmega8) o 16 Kbyte (ATmega16) de memoria flash.

Memoria de datos: 1 Kbyte de SRAM y 512 bytes de EEPROM.

Terminales para entrada/salida: 23 (ATmega8) o 32 (ATmega16).

Frecuencia máxima de trabajo: 16 MHz.

Voltaje de alimentación: de 2.7 a 5.5 Volts.

Temporizadores: 2 de 8 bits y 1 de 16 bits.

Canales PWM: 3 (ATmega8) o 4 (ATmega16).

Fuentes de interrupción: 19 (ATmega8) o 21 (ATmega16).

Interrupciones externas: 2 (ATmega8) o 3 (ATmega16).

Canales de conversión Analógico/Digital: 8 de 10 bits.

Reloj de tiempo real.

Interfaz SPI Maestro/Esclavo.

Transmisor/Receptor Universal Sincrono/Asíncrono (USART).

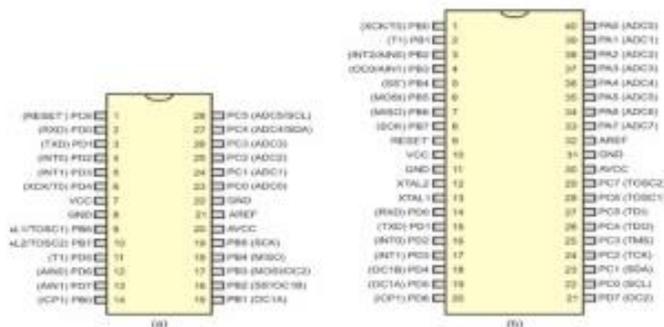
Interfaz serial de dos hilos.

Programación "In System".

Oscilador interno configurable.

Watchdog timer.

Comercialmente el ATmega8 se encuentra disponible en encapsulados PDIP de 28 terminales o bien, encapsulados TQFP o MLF de 32 terminales. Para el ATmega16 se tiene una versión en PDIP de 40 terminales y otras con encapsulados TQFP, QFN o MLF de 44 terminales. Las versiones en PDIP son las más convenientes durante el desarrollo de prototipos por su compatibilidad con las tablas de pruebas (protoboard). En la figura se muestra el aspecto externo para ambos dispositivos, considerando un encapsulado PDIP.



6. Características de Infraestructura como servicio (anexo 6).

Si desea identificar rápidamente el óptimo de acuerdo con nuestro equipo de revisión, le sugerimos que eche un vistazo a las siguientes soluciones:

Amazon S3	vs	000webhost	Alojamiento InMotion																																
 <p>descripción general de Amazon S3</p> <p>HAÇA UNA PREGUNTA AL VENDEDOR</p>		 <p>descripción general de 000webhost</p> <p>HAÇA UNA PREGUNTA AL VENDEDOR</p>	 <p>VISITA LA PÁGINA WEB</p> <p>PRUEBA GRATIS</p>																																
SmartScore™ 7.0		SmartScore™ 8.5	SmartScore™ 9.2																																
<p>Planes Disponibles</p>		<p>Planes Disponibles</p> <p>Planes de alojamiento web compartido</p> <table border="1"> <tr><td>Precio:</td><td>\$4.54</td></tr> <tr><td>Almacenamiento:</td><td>ilimitado</td></tr> <tr><td>Banda ancha:</td><td>ilimitado</td></tr> <tr><td>No. de dominios:</td><td>ilimitado</td></tr> <tr><td>No. de correos electrónicos:</td><td>ilimitado</td></tr> </table> <p>Planes de alojamiento VPS</p> <table border="1"> <tr><td>Precio:</td><td>\$24.99</td></tr> <tr><td>Almacenamiento:</td><td>75 GB</td></tr> <tr><td>Banda ancha:</td><td>4 TB</td></tr> </table>	Precio:	\$4.54	Almacenamiento:	ilimitado	Banda ancha:	ilimitado	No. de dominios:	ilimitado	No. de correos electrónicos:	ilimitado	Precio:	\$24.99	Almacenamiento:	75 GB	Banda ancha:	4 TB	<p>Planes Disponibles</p> <p>Planes de alojamiento web compartido</p> <table border="1"> <tr><td>Precio:</td><td>\$3.99</td></tr> <tr><td>Almacenamiento:</td><td>ilimitado</td></tr> <tr><td>Banda ancha:</td><td>ilimitado</td></tr> <tr><td>No. de dominios:</td><td>2</td></tr> <tr><td>No. de correos electrónicos:</td><td>ilimitado</td></tr> </table> <p>Planes de alojamiento VPS</p> <table border="1"> <tr><td>Precio:</td><td>\$24.99</td></tr> <tr><td>Almacenamiento:</td><td>75 GB</td></tr> <tr><td>Banda ancha:</td><td>4 TB</td></tr> </table>	Precio:	\$3.99	Almacenamiento:	ilimitado	Banda ancha:	ilimitado	No. de dominios:	2	No. de correos electrónicos:	ilimitado	Precio:	\$24.99	Almacenamiento:	75 GB	Banda ancha:	4 TB
Precio:	\$4.54																																		
Almacenamiento:	ilimitado																																		
Banda ancha:	ilimitado																																		
No. de dominios:	ilimitado																																		
No. de correos electrónicos:	ilimitado																																		
Precio:	\$24.99																																		
Almacenamiento:	75 GB																																		
Banda ancha:	4 TB																																		
Precio:	\$3.99																																		
Almacenamiento:	ilimitado																																		
Banda ancha:	ilimitado																																		
No. de dominios:	2																																		
No. de correos electrónicos:	ilimitado																																		
Precio:	\$24.99																																		
Almacenamiento:	75 GB																																		
Banda ancha:	4 TB																																		
<p>Instalaciones rápidas</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> b2evolution <input type="radio"/> Drupal <input type="radio"/> Fantástico / Softaculous <input checked="" type="radio"/> Joomla <input type="radio"/> Magento <input type="radio"/> Mambo <input type="radio"/> MediaWiki <input checked="" type="radio"/> Wordpress <input type="radio"/> SSL 		<p>Instalaciones rápidas</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> b2evolution <input checked="" type="radio"/> Drupal <input checked="" type="radio"/> Fantástico / Softaculous <input checked="" type="radio"/> Joomla <input checked="" type="radio"/> Magento <input checked="" type="radio"/> Mambo <input checked="" type="radio"/> MediaWiki <input checked="" type="radio"/> Wordpress <input checked="" type="radio"/> SSL 	<p>Instalaciones rápidas</p> <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> b2evolution <input checked="" type="radio"/> Drupal <input checked="" type="radio"/> Fantástico / Softaculous <input checked="" type="radio"/> Joomla <input checked="" type="radio"/> Magento <input checked="" type="radio"/> Mambo <input checked="" type="radio"/> MediaWiki <input checked="" type="radio"/> Wordpress <input checked="" type="radio"/> SSL 																																
<p>Lista de características</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Pagar para usar ✓ Disponibilidad del 99.99% y durabilidad del 99.99999999% ✓ Confiable y escalable ✓ Calculadora AWS, realizar un seguimiento de sus costos de uso ✓ La primera transferencia saliente de 1 GB por mes es gratuita ✓ Transferencia de datos entrantes gratuita ✓ Solicitudes de eliminación gratuitas ✓ Elección de la ubicación del depósito, optimizada para la latencia ✓ Opciones para la transferencia segura de 		<p>Lista de características</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Constructor de sitios simple ✓ Creador de sitios avanzado ✓ Soporte por teléfono, chat en vivo ✓ Asistencia para instalar scripts ✓ Ayuda para desarrollar su sitio web ✓ Scripts CGI ✓ PHP ✓ Ruby on Rails ✓ Acceso SSH ✓ Perl ✓ Python ✓ Empleos de Cron ✓ FrontPage 	<p>Lista de características</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Alojamiento SSD ✓ Alojamiento cPanel compartido ✓ Alojamiento de comercio electrónico ✓ Alojamiento SSH ✓ Alojamiento Ruby ✓ Alojamiento PostgreSQL ✓ Alojamiento barato ✓ Servidores dedicados baratos 																																

1 Información general

Amazon S3 ofrece soluciones de almacenamiento de datos. El "S3" significa "servicio de almacenamiento simple".

2 Comparaciones con Amazon S3

Nombre Comparación

-  Comparar con Heaven Hosted
-  Comparar con FastHosts
-  Comparar con TSOHost
-  Comparar con Heficed
-  Comparar con Wooservers
-  Comparar con 100 TB

3 Alternativas populares de Amazon S3

nombre del producto Puntaje

	Alternativas de AwardSpace	6.4
	Alternativas de DoctorHoster	8.0
	Alternativas de hospedaje de Krytal	7.5
	Alternativas de alojamiento de CloudHoster	7.5

1 Información general

000webhost.com es un líder de la industria en la prestación de servicios de alojamiento web gratuitos de primera clase sin publicidad.

2 Comparaciones con 000webhost

Nombre Comparación

-  Comparar con Heficed
-  Comparar con UltraHost
-  Comparar con TSOHost
-  Comparar con 100 TB
-  Comparar con Wooservers
-  Comparar con Heaven Hosted

3 Alternativas populares de 000webhost

nombre del producto Puntaje

	Alternativas de Arvix	9.2
	Alternativas de Go Daddy	8.0
	Alternativas de alojamiento de Quickbooks	8.5
	Alternativas de Fozzy	8.0

1 Información general

InMotion Hosting es una empresa de primera categoría que cuenta con un historial de gran reputación.

2 Comparaciones de alojamiento InMotion

Nombre Comparación

-  Comparar con FastHosts
-  Comparar con GoSSDHosting
-  Comparar con Wooservers
-  Comparar con Heficed
-  Comparar con Limestone Networks
-  Comparar con Heaven Hosted

3 Alternativas populares de alojamiento InMotion

nombre del producto Puntaje

	Alternativas de Go Daddy	8.8
	Alternativas de pareja	8.3
	Alternativas de Register.com	8.2
	Alternativas de alojamiento híbrido de CloudHoster VPS	8.0

7. Proforma (Anexo 7)

ES ELECTROSTORE

VENTAS

COD_VENTA: 186 FECHA: 28/11/2019 DE00
 CÉDULA / RUC: 9999999999 TELÉFONO: N/A
 CLIENTE: CONSUMIDOR FINAL TÉRMINO_VENTA: EFECTIVO
 DIRECCIÓN: N/A DOCUMENTO:

CODIGO	NOMBRE	CANTIV.	UNITARIO	V. TOTAL
SHIE0005	SHIELD GSM GPRS SIM900 CONEXIÓN	2	\$ 35,00	\$ 70,00
ARD0003	ARDUINO UNO R3 DIP GENERICO + CABLE USB	2	\$ 11,00	\$ 22,00
SHIE0004	SHIELD ETHERNET WIZNET W5100 R3	1	\$ 19,00	\$ 19,00
SEN0059	SENSOR DE TEMPERATURA DIGITAL ALTA PRECISION XH-W:	1	\$ 10,00	\$ 10,00
SEN0058	SENSOR DE PH + TARJETA ACONDICIONADORA	1	\$ 46,00	\$ 46,00
* SHIE0000				

SUBTOTAL: \$167,00

5% DESCUENTO: \$8,35

ENVÍO: \$0,00

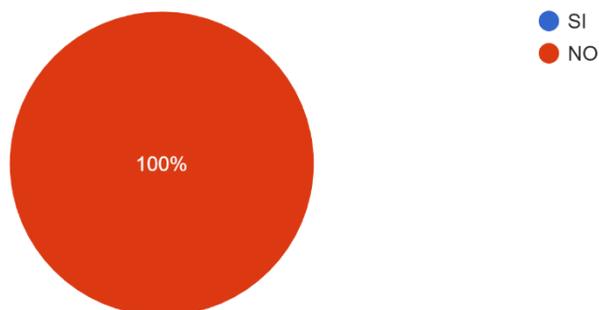
VALOR TOTAL: \$158,65

SALIR SUMA GUARDAR

8. Encuesta al Usuario (Anexo 8)

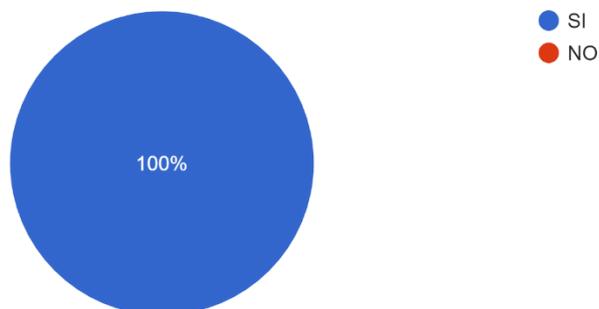
1. Existe en toda la infraestructura del parque acuático de la comunidad de Araque puntos de conexión a internet (WIFI)?.

5 respuestas



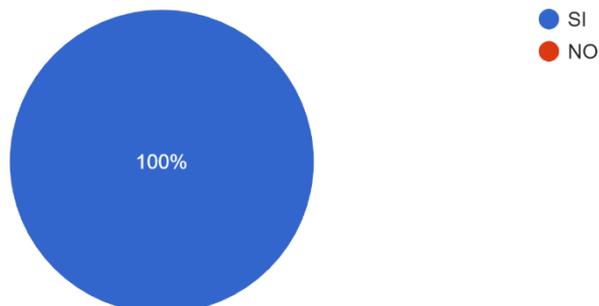
2. ¿Puede acceder a la página web donde se puede visualizar las mediciones de los parámetros de calidad de agua?

5 respuestas



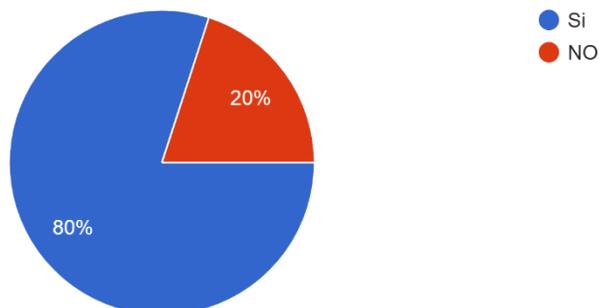
3. ¿Puede visualizar las mediciones de los parámetros de calidad de agua, pH, Temperatura y Oxígeno Disuelto?

5 respuestas



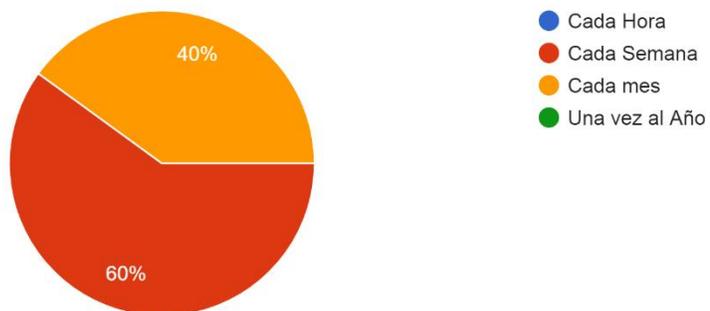
4. ¿Son fáciles de interpretar las gráficas?

5 respuestas



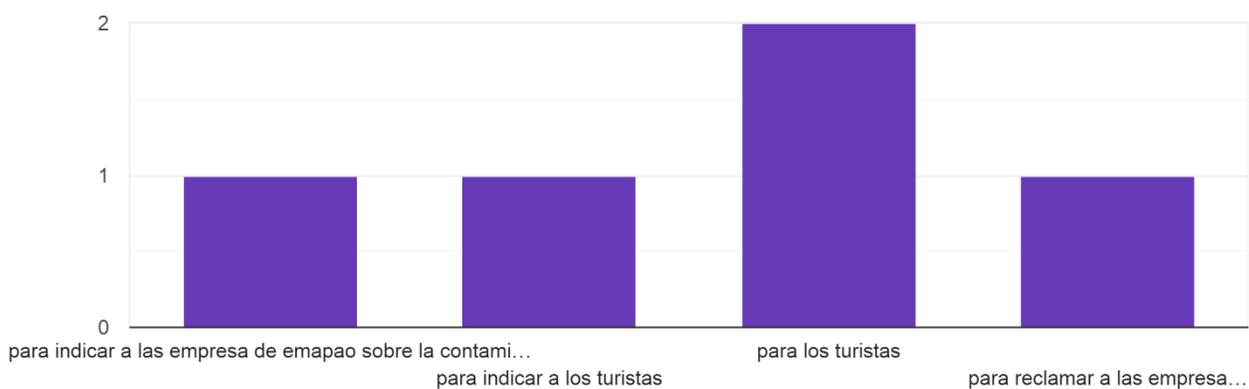
5. ¿Con que frecuencia le gustaría saber las mediciones de los parámetros de calidad de agua?

5 respuestas



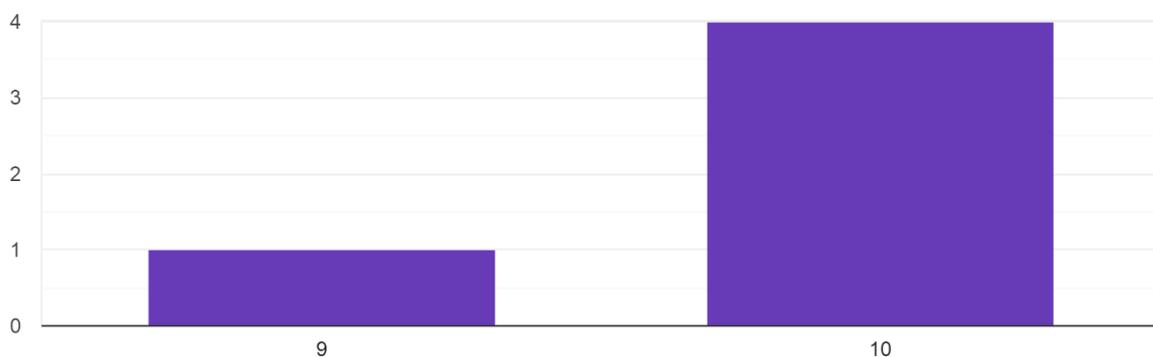
6. ¿Cómo le ayuda a Ud. saber la medición de los parámetros de calidad de agua?

5 respuestas



7. Cómo lo califica del sistema de medición realizado para el lago san pablo.? Del 1 a 10

5 respuestas



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN

Entrevista y discusión de los Stakeholders.

1. Existe en toda la infraestructura del parque acuático de la comunidad de Araque puntos de conexión a internet (WIFI)?
 - a) Si
 - b) No
 2. ¿Puede acceder a la página web donde se puede visualizar las mediciones de los parámetros de calidad de agua?
 - a) Si
 - b) No
 3. ¿Puede visualizar las mediciones de los parámetros de calidad de agua, pH, Temperatura y Oxígeno Disuelto?
 - a) Si
 - b) No
 4. ¿Son fáciles de interpretar las gráficas?
 - a) Si
 - b) No
 5. ¿Con que frecuencia le gustaría saber las mediciones de los parámetros de calidad de agua?
 - a) Cada hora
 - b) Cada semana
 - c) Cada mes
 - d) Una vez al año
 6. ¿Como le ayuda a Ud. saber la medición de los parámetros de calidad de agua?
-
7. Cómo lo califica del sistema de medición realizado para el lago san pablo.? Del 1 a 10.

9. Registro Oficial 387 AM. 083B- 097^a (Anexo 9)**REGISTRO OFICIAL**

Administración del Sr. Ec. Rafael Correa Delgado
 Presidente Constitucional de la República

EDICIÓN ESPECIAL

Año III - Nº 387

Quito, miércoles 4 de
 noviembre de 2015



Ministerio
 del **Ambiente**



TECNOLOGÍA AL SERVICIO DEL DERECHO

LEY DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Art. 10.- El derecho de autor protege también la forma de expresión mediante la cual las ideas del autor son descritas, explicadas, ilustradas o incorporadas a las obras.

No son objeto de protección:

a) Las ideas contenidas en las obras, los procedimientos, métodos de operación o conceptos matemáticos en sí, los sistemas o el contenido ideológico o técnico de las obras científicas, ni su aprovechamiento industrial o comercial; y,

b) Las disposiciones legales y reglamentarias, las resoluciones judiciales y los actos, acuerdos, deliberaciones y dictámenes de los organismos públicos, así como sus traducciones oficiales.

REGISTRO OFICIAL ÓRGANO DEL GOBIERNO DEL ECUADOR en línea registrada de la Corte Constitucional de la República del Ecuador.

Págs.

ACUERDOS:

083-B Refórmese el Libro IX del Texto Unificado de Legislación Secundaria ..	1
097-A Refórmese el Texto Unificado de Legislación Secundaria	6
140 Expídese el Marco Institucional para Incentivos Ambientales	79

No. 083-B

Lorena Tapia Núñez
 MINISTRA DEL AMBIENTE

Considerando:

Que, el numeral 25 del artículo 66 de la Constitución de la República del Ecuador, señala que se reconoce y garantiza a las personas el derecho a acceder a bienes y servicios públicos y privados de calidad, con eficiencia, eficacia y buen trato, así como a recibir información adecuada y veraz sobre su contenido y características;

Que, el artículo 154 de la Constitución de la República del Ecuador, establece que a las ministras y ministros de Estado, además de las atribuciones establecidas en la ley, les corresponde: 1. Ejercer la rectoría de las políticas públicas del área a su cargo y expedir los acuerdos y resoluciones administrativas que requiera su gestión;

2 Miércoles 4 de noviembre de 2015 -- Edición Especial N° 387 - Registro Oficial

Que, el artículo 226 de la Constitución de la República del Ecuador, determina que las instituciones del Estado, sus organismos, dependencias, las servidoras o servidores públicos y las personas que actúen en virtud de una potestad estatal ejercerán solamente las competencias y facultades que les sean atribuidas en la Constitución y la ley. Tendrán el deber de coordinar acciones para el cumplimiento de sus fines y hacer efectivo el goce y ejercicio de los derechos reconocidos en la Constitución;

Que, el artículo 227 de la Constitución de la República del Ecuador, determina que la administración pública constituye un servicio a la colectividad que se rige por los principios de eficacia, eficiencia, calidad, jerarquía, desconcentración, descentralización, coordinación, participación, planificación, transparencia y evaluación;

Que, el inciso primero del artículo 313 de la Constitución de la República del Ecuador, establece que el Estado se reserva el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos, de conformidad con los principios de sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia;

Que, el inciso segundo del artículo 313 de la Constitución de la República del Ecuador, establece que los sectores estratégicos, de decisión y control exclusivo del Estado, son aquellos que por su trascendencia y magnitud tienen decisiva influencia económica, social, política o ambiental, y deberán orientarse al pleno desarrollo de los derechos y al interés social;

Que, el inciso tercero del artículo 313 de la Constitución de la República del Ecuador, establece que se consideran sectores estratégicos la energía en todas sus formas, las telecomunicaciones, los recursos naturales no renovables, el transporte y la refinación de hidrocarburos, la biodiversidad y el patrimonio genético, el espectro radioeléctrico, el agua, y los demás que determine la ley;

Que, el literal c) del artículo 10-2 del Estatuto del Régimen Jurídico Administrativo de la Función Ejecutiva, establece que corresponde a la Función Ejecutiva ejercer la atribución de Coordinación, que consiste en la facultad de concertar los esfuerzos institucionales múltiples o individuales para alcanzar las metas gubernamentales y estatales, cuyo objetivo es evitar duplicación de esfuerzos por parte de las entidades que conforman el Ejecutivo o retrasos en la consecución de los objetivos de desarrollo;

Que, el literal d) del artículo 10-2 del Estatuto del Régimen Jurídico Administrativo de la Función Ejecutiva, establece que corresponde a la Función Ejecutiva ejercer la atribución de Evaluación, que consiste en la facultad de determinar, de manera sistemática y objetiva, la pertinencia, eficacia, eficiencia, efectividad e impacto de actividades, en relación a los objetivos programados y en base a un sistema de indicadores de gestión y resultados;

Que, el literal f) del artículo 10-2 del Estatuto del Régimen Jurídico Administrativo de la Función Ejecutiva, establece que corresponde a la Función Ejecutiva ejercer la atribución de Planificación, que consiste en la facultad para establecer y articular políticas, estrategias, objetivos y acciones en el diseño, ejecución y evaluación de planes, programas y

proyectos, para lograr un resultado esperado, previniendo las situaciones o escenarios desfavorables o riesgosos, y los obstáculos que puedan evitar o demorar el cumplimiento de dicho resultado;

Que, el literal h) del artículo 10-2 del Estatuto del Régimen Jurídico Administrativo de la Función Ejecutiva, establece que corresponde a la Función Ejecutiva ejercer la atribución de Regulación, que consiste en la facultad de emitir normas para el adecuado y oportuno desarrollo y cumplimiento de la política pública y la prestación de los servicios, con el fin de dirigir, orientar o modificar la conducta de los agentes regulados;

Que, el numeral primero del artículo 101 del Estatuto del Régimen Jurídico Administrativo de la Función Ejecutiva, señala que la Administración Pública Central sirve con objetividad los intereses generales y actúa de acuerdo con los principios de legalidad, eficacia, jerarquía, descentralización, desconcentración y coordinación, con sometimiento pleno a la Constitución, a la ley y al derecho, igualmente, deberá respetar en su actuación los principios de buena fe y de confianza legítima;

Que, el numeral segundo del artículo 101 del Estatuto del Régimen Jurídico Administrativo de la Función Ejecutiva, establece que la Administración Pública Central, en sus relaciones, se rige por el principio de cooperación y colaboración; y, en su actuación por los criterios de eficiencia y servicio a los administrados;

Que, el artículo 124 del Estatuto del Régimen Jurídico Administrativo de la Función Ejecutiva, determina que los actos de la Administración Pública serán ejecutivos, salvo las excepciones establecidas en esta norma y en la legislación vigente. Se entiende por ejecutividad la obligación que tienen los administrados de cumplir lo dispuesto en el acto administrativo;

Que, mediante Decreto Ejecutivo No. 3516, publicado en la Edición Especial No. 02 de 31 de marzo de 2003, se publicó el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente;

Que, el artículo 1 del Decreto Ejecutivo No. 549, publicado en el Registro Oficial No. 522 de 29 de agosto de 2011, señala que la Ministra del Ambiente, por tratarse de su ámbito de gestión, expedirá mediante Acuerdo Ministerial, las normas que estime pertinentes para sustituir el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, publicado en la Edición Especial número 2 del Registro Oficial de 31 de marzo de 2003;

Que, mediante Acuerdo Ministerial No. 066, publicado en el Registro Oficial No. 207 de 04 de junio de 2010, se modifica los valores estipulados en el Ordinal V, artículo 11, Título II, Libro IX del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, referente a los Servicios de Gestión y Calidad Ambiental;

Que, mediante Acuerdo Ministerial No. 052 de 06 de abril de 2011, publicado en el Registro Oficial No. 465 de 08 de junio de 2011, se modifica los valores estipulados en el Ordinal V, artículo 11, Título II, Libro IX del Texto

Registro Oficial -- Edición Especial Nº 387 - Miércoles 4 de noviembre de 2015 -- 3

Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, referente a los Servicios de Gestión y Calidad Ambiental

Que, mediante Acuerdo Ministerial No. 067, publicado en el Registro Oficial No. 037 de 16 de julio de 2013, se modifica las tasas establecidas en el Acuerdo Ministerial No. 066 de 26 de abril del 2010, que varía los valores señalados en el artículo 11, ordinal V, Título II, Libro IX del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, referente a los Servicios de Gestión y Calidad Ambiental;

Que, mediante Acuerdo Ministerial No. 391 de 09 de diciembre de 2014, se sustituye del numeral segundo del artículo 2 del Acuerdo Ministerial No. 067, publicado en el Registro Oficial No. 037 de 16 de julio de 2013;

Que, mediante Acuerdo Ministerial No. 051 de 10 de marzo de 2015, se reforma el Acuerdo Ministerial No. 066 de 26 de abril de 2010, el Acuerdo Ministerial No. 067, publicado en el Registro Oficial No. 037 de 16 de julio de 2013 y el Acuerdo Ministerial No. 391 de 09 de diciembre de 2014;

Que, mediante Memorando No. MAE-DF-2015-0010-01 de 05 de junio de 2015, la Directora Financiera entrega a la Coordinación General Jurídica y a la Subsecretaría de Calidad Ambiental el Informe Financiero de apertura de nueva cuenta con el Banco Nacional de Fomento creada para la recaudación de los procesos de sistematización que se encuentra ejecutando el Sistema Único de Información Ambiental;

Que, mediante Informe Técnico No. 002-2015 de 06 de junio de 2015, suscrito por la Ing. Evelyn Meneses en su calidad de Directora Financiera, quien indica que: "Con fecha 31 de marzo de 2015 se suscribe entre el Banco Nacional de Fomento y esta Cartera de Estado el **CONVENIO PARA LA APERTURA Y ADMINISTRACIÓN DE UNA CUENTA DE RECAUDACIÓN**", con el cual el Banco abre la cuenta corriente CÓDIGO: 370102; DENOMINACIÓN: Fondos de Autogestión; NÚMERO DE CUENTA CORRIENTE DE RECAUDACIÓN: 3001174975, y se recomienda actualizar lo establecido en el Libro IX del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, a fin de dar una información actualizada a los usuarios de esta Cartera de Estado;

Que, mediante Informe Técnico No. 674-15-DNPCA-DNCA-SCA-MA de 07 de junio de 2015, la Subsecretaría

de Calidad Ambiental solicita a la Coordinación General Jurídica la elaboración del proyecto de reforma del Libro IX del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, a fin de incorporar la cuenta corriente de recaudación de los Servicios de Gestión y Calidad Ambiental, así como unificar los diferentes Acuerdos Ministeriales que contemplan los pagos por servicios administrativos;

En ejercicio de la facultad conferida en el numeral 1 del artículo 154 de la Constitución de la República del Ecuador y el artículo 17 del Estatuto del Régimen Jurídico Administrativo de la Función Ejecutiva.

Acuerda:**REFORMAR EL LIBRO IX DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE.**

Artículo 1.- Sustitúyase el artículo 5 del Libro IX del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente por: "Los valores que se recauden directamente por las dependencias o funcionarios del Ministerio del Ambiente, se depositarán el porcentaje que le corresponde al distrito regional en su cuenta de ingresos, y el porcentaje que le corresponde a Planta Central en las siguientes cuentas rotativas de ingresos del Ministerio en el Banco Nacional de Fomento, al siguiente día hábil de su recaudación:

No. DENOMINACION

0010000777 Ministerio del Ambiente – Servicios Forestales

0010000785 Ministerio del Ambiente - Servicios de Áreas Protegidas y Vida Silvestre

0010000793 Ministerio del Ambiente – Servicios e Ingresos Varios.

3001174975 Ministerio del Ambiente – Servicios de Gestión y Calidad Ambiental".

Artículo 2.- Sustitúyase los valores estipulados en el Ordinal V, artículo 11, Título II, Libro IX del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente por el siguiente cuadro:

SERVICIO DE GESTIÓN Y CALIDAD AMBIENTAL

PAGOS POR SERVICIOS ADMINISTRATIVOS DE REGULARIZACIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO		DERECHO ASIGNADO USD		REQUISITO
1	Emisión del Certificado de Intersección	0,00	No genera pago	Ninguno
2	Emisión del Certificado Ambiental	0,00	No genera pago	Ninguno

Documento con posibles errores digitalizado de la publicación original. Favor verificar con imagen.

 No imprima este documento a menos que sea absolutamente necesario.

4 Miércoles 4 de noviembre de 2015 -- Edición Especial N° 387 - Registro Oficial

3	Emisión del Registro Ambiental	100,00	USD 100,00 + 50,00	Pago por emisión, control y seguimiento, (excepto minería artesanal A.M. No. 225 de 15 de noviembre de 2011 y cultivos de banano A.M. No. 054 de 07 de abril de 2014)
4	Revisión, Calificación de los Estudios Ambientales ex ante, y Emisión de la Licencia Ambiental	1x1000 (uno por mil) sobre el costo total del proyecto (Alto impacto y riesgo ambiental)	Mínimo USD 1000,00	Presentación de la protocolización del presupuesto estimado
		1x1000 (uno por mil) sobre el costo total del proyecto (Medio impacto y riesgo ambiental)	Mínimo USD 500,00	Presentación de la protocolización del presupuesto estimado
5	Revisión, Calificación de los Estudios Ambientales ex post y Emisión de la Licencia Ambiental	1x1000 (uno por mil) sobre el costo del último año de operación (Alto impacto y riesgo ambiental)	Mínimo USD 1000,00	Presentación del Formulario 101 del SRI, casilla 799. Costos de operaciones de cada proyecto, representados en los Estados de Resultados Individuales.
		1x1000 (uno por mil) sobre el costo total del proyecto (Medio impacto y riesgo ambiental)	Mínimo USD 500,00	Presentación del Formulario 101 del SRI, casilla 799. Costos de operaciones de cada proyecto, representados en los Estados de Resultados Individuales.
6	Revisión, Calificación de Inclusión a la Licencia Ambiental. (Reevaluación, Alcance, Adéndum, Estudios Complementarios, Actualización de Estudios Ambientales)	1x1000 (uno por mil) sobre el costo del proyecto (respaldo)	Mínimo USD 1000,00	Presentación de la protocolización del presupuesto estimado
7	Pronunciamento respecto a auditorías ambientales o examen especial	10 % costos de la elaboración de la auditoría o del examen especial	Mínimo USD 200,00	
8	Pronunciamento respecto a actualizaciones o modificaciones de Planes de Manejo Ambiental	10 % costos de la elaboración del PMA	Mínimo USD 100,00	
9	Pronunciamento respecto a estudios para inyección y reinyección e aguas y desechos líquidos	10 % costo del estudio	Mínimo USD 200,00	
10	Pronunciamento respecto a informes ambientales de cumplimiento	10 % costo de la elaboración del informe	50,00	
11	Emisión del certificado de aprobación del curso básico de transporte de materiales peligrosos	30,00		

Documento con posibles errores digitalizado de la publicación original. Favor verificar con imagen.

 No imprima este documento a menos que sea absolutamente necesario.

Registro Oficial -- Edición Especial Nº 387 - Miércoles 4 de noviembre de 2015 -- 5

12	Revisión / modificación puntos de monitoreo (valor por punto)	50,00		
13	Pronunciamiento respecto a Programas de Remedación Ambiental	900,00		
14	Pronunciamiento respecto a programas y presupuestos ambientales anuales	50,00		
15	Pago por Inspección Diaria (PID). El valor por inspección es el costo diario de viático profesional de tercer nivel.	50,00	PID=50	
16	Pago por Control y Seguimiento (PCS) Nt: Número de técnicos para el control y seguimiento Nd: Número de días de visita técnica	PCS	$PCS=PID*Nt*Nd$	Para determinar las variables Nt y Nd a un proyecto, obra o actividad, se determinará en función de la naturaleza del proyecto y criterios técnicos
17	Calificación y Registro anual de compañías consultoras ambientales	500,00		
18	Calificación y Registro anual de consultores individuales	100,00		
19	Emisión de pronunciamiento ambiental de DOSSIER de plaguicidas químicos de uso agrícola	700,00		
20	Registro de Generador de Desechos Peligrosos y/o Especiales	150,00		
21	Emisión de pronunciamiento ambiental de DOSSIER de otros insumos agrícolas	305,00		
22	Realizar la declaración de gestión de sustancias químicas, fuera del período establecido	20,00		
23	Realizar la renovación del registro que sustancia químicas fuera del período establecido	50,00		
24	Reactivación del registro de sustancias químicas anulados	50,00		
25	Servicios de Facilitación de Procesos de Participación Social	1500,00	Más IVA	Cuando el trabajo sea realizado en Ecuador Continental
		1900,00	Más IVA	Proyectos desarrollados en la Provincia de Galápagos; en el caso de que no exista un Facilitador disponible en la provincia.

Documento con posibles errores digitalizado de la publicación original. Favor verificar con imagen.

 No imprima este documento a menos que sea absolutamente necesario.

6 Miércoles 4 de noviembre de 2015 – Edición Especial Nº 387 - Registro Oficial

Artículo 3.- Los pagos por Servicio de Gestión y Calidad Ambiental serán depositados en la cuenta corriente CÓDIGO: 370102; DENOMINACIÓN: Fondos de Autogestión; NÚMERO DE CUENTA CORRIENTE DE RECAUDACIÓN: 3001174975.

Artículo 4- El pago por concepto de Valoraciones Económicas de Bienes y Servicios Ecosistémicos y de Inventario de Recursos Forestales, para el caso de obras o proyectos donde se requiera de un permiso ambiental, deberá realizarse a través de la cuenta asignada a los Servicios de Gestión y Calidad Ambiental.

DISPOSICIONES GENERALES

Primera.- El pago del uno por mil de los proyectos, obras o actividades ex ante, el respaldo a presentarse será el presupuesto estimado que deberá contemplar el valor final del proyecto, obra o actividad, mismo que se verificará mediante auditorías y los demás mecanismos de control y seguimiento establecidos en la normativa ambiental vigente.

Segunda.- El pago del uno por mil de los proyectos, obras o actividades expost se presentará el Formulario 101 del Servicio de Rentas Internas; además, el respaldo de los costos de operaciones serán representados en los Estados de Resultados Individuales presentados por los sujetos de control de conformidad con las Normas Ecuatorianas de Contabilidad, Normas Internacionales de Información Financiera NIFs y la LORTL.

Los Estados Financieros Individuales más los gastos administrativos darán como resultado lo expresado en el Formulario 101 del Servicio de Rentas Internas.

Tercera.- Se exceptúan del pago de los valores por emisión del Registro Ambiental y por el concepto del uno por mil a los proyectos, obras o actividades que requieran de la Licencia Ambiental, cuando sus ejecutores sean entidades del sector público o empresas cuyo capital suscrito pertenezcan, por lo menos a las dos terceras partes a entidades de derecho público.

Cuarta.- En el caso de que las Autoridades Ambientales de Aplicación responsable tengan un registro propio de facilitadores de Procesos de Participación Social, deberán establecer un valor de pago por servicios de Facilitación Socioambiental que se ajuste a la realidad de la circunscripción territorial asignada dentro de sus competencias.

Quinta.- En caso de cumplimiento parcial de las actividades de Proceso de Participación Social (PPS) por parte del promotor del proyecto, al facilitador designado se le cancelarán los siguientes rubros:

- . Aprobación del Informe de Visita Previa: 50%
- . Aprobación del Informe de Sistematización del Proceso de Participación Social (PPS): 50%

El pago por Servicios de Facilitación podrá ser devuelto al proponente solamente en el caso de que éste hubiera notificado oficialmente a la Autoridad Ambiental de la suspensión del proceso antes de la realización de la Visita

Previa por parte del Facilitador Socio-ambiental.

DISPOSICIÓN DEROGATORIA

Única.- Deróguese el Acuerdo Ministerial No. 066, publicado en el Registro Oficial No. 207 de 04 de junio de 2010; el Acuerdo Ministerial No. 052 de 06 de abril de 2011, publicado en el Registro Oficial No. 465 de 05 de junio de 2011; el Acuerdo Ministerial No. 067, publicado en el Registro Oficial No. 037 de 16 de julio de 2013; el Acuerdo Ministerial No. 391 de 09 de diciembre de 2014; y el Acuerdo Ministerial No. 051 de 10 de marzo de 2015.

DISPOSICIÓN FINAL

Única.- El presente Acuerdo Ministerial entrará en vigencia a partir de su suscripción sin perjuicio de su publicación en el Registro Oficial y de la ejecución encárguese a la Subsecretaría de Calidad Ambiental, a la Gerencia del Sistema Único de Información Ambiental, a la Dirección Financiera y a las Direcciones Provinciales del Ministerio del Ambiente.

Dado en Quito a, 05 de junio de 2015.

f.) Lorena Tapia Núñez, Ministra del Ambiente.

No. 097-A

**Lorena Tapia Núñez
MINISTRA DEL AMBIENTE**

Considerando:

Que, el numeral 5 del artículo 3 de la Constitución de la República del Ecuador establece como un deber del Estado, planificar el desarrollo nacional, erradicar la pobreza, promover el desarrollo sustentable y la redistribución equitativa de los recursos y la riqueza, para acceder al Buen Vivir;

Que, en el artículo 14 de la Constitución de la República, reconoce, el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, Sumak Kawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, conservación de ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados;

Que, en el artículo 33 de la Ley de Gestión Ambiental se establecen como instrumentos de aplicación de las normas ambientales los siguientes: parámetros de calidad ambiental, normas de efluentes y emisiones, normas técnicas de calidad de productos, régimen de permisos y licencias administrativas, evaluaciones de impacto ambiental, listados de productos contaminantes y nocivos para la salud humana y el medio ambiente, certificaciones de calidad ambiental de productos y servicios y otros que serán regulados en el respectivo reglamento;

Documento con posibles errores digitalizado de la publicación original. Favor verificar con imagen.

 No imprima este documento a menos que sea absolutamente necesario.

Registro Oficial – Edición Especial Nº 387 - Miércoles 4 de noviembre de 2015 -- 7

Que, el artículo 25-A de la Ley de Modernización, establece que la formación, extinción y reforma de los actos administrativos de las instituciones de la Función Ejecutiva, se regirán por las normas del Estatuto del Régimen Jurídico Administrativo de la Función Ejecutiva;

Que, el literal h) del artículo 10-2 del Estatuto del Régimen Jurídico Administrativo de la Función Ejecutiva, establece que le corresponde a dicha función del Estado la facultad de emitir normas para el adecuado y oportuno desarrollo y cumplimiento de la política pública y la prestación de los servicios, con el fin de dirigir, orientar o modificar la conducta de los agentes regulados;

Que, el artículo 89 del Estatuto del Régimen Jurídico Administrativo de la Función Ejecutiva, establece que los actos administrativos que expidan los órganos y entidades sometidos a este estatuto se extinguen o reforman en sede administrativa de oficio o a petición del administrado;

Que, el artículo 1 del Decreto Ejecutivo No. 549, publicado en el Registro Oficial No. 522 de 29 de agosto 2011, faculta al Ministerio del Ambiente, que por tratarse de su ámbito de gestión, a expedir mediante Acuerdo Ministerial, las normas que estime pertinentes para sustituir el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, publicado en la Edición Especial del Registro Oficial No. 02 de 31 de marzo de 2003;

Que, mediante Acuerdo Ministerial No. 061, publicado en la Edición Especial del Registro Oficial No. 316 de 4 de mayo de 2015, se reforma el Libro VI del Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria;

Que, la Disposición Transitoria Décima Primera del Acuerdo Ministerial No. 061, establece que en tanto no sean derogados expresamente los anexos establecidos en el Acuerdo Ministerial No. 026 de 28 de enero de 2015, se entenderán como vigentes, para lo cual en plazo de 90 días contados a partir de la publicación en el Registro Oficial, se expedirán los anexos que contendrán las normas técnicas que complementarán la efectiva aplicación del presente instrumento;

Que, mediante Memorando Nro. MAE-SCA-2015-0354 de fecha 20 de julio de 2015, la Subsecretaría de Calidad Ambiental remite a la Coordinación General Jurídica las normas técnicas con sus respectivos informes de justificación de los cambios y actualizaciones técnicas, a fin de que se proceda con los trámites jurídicos correspondientes para la emisión de las mismas;

En ejercicio de las atribuciones que concede el numeral 1 del artículo 154 de la Constitución de la República y el artículo 17 del Estatuto del Régimen Jurídico Administrativo de la Función Ejecutiva:

Acuerda:

Expedir los Anexos del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente.

Artículo 1.- Expídase el Anexo 1, referente a la Norma de Calidad Ambiental y de descarga de Efluentes del Recurso Agua.

Artículo 2.- Expídase el Anexo 2, referente a la Norma de Calidad Ambiental del Recurso Suelo y Criterios de Remedación para Suelos Contaminados.

Artículo 3.- Expídase el Anexo 3, referente a la Norma de Emisiones al Aire desde Fuentes Fijas.

Artículo 4.- Expídase el Anexo 4, referente a la Norma de Calidad del Aire Ambiente o nivel de Inmisión.

Artículo 5.- Expídase el Anexo 5, referente a la Niveles Máximos de Emisión de Ruido y Metodología de Medición para Fuentes Fijas y Fuentes Móviles y Niveles Máximos de Emisión de Vibraciones y Metodología de Medición.

DISPOSICIONES GENERALES

Primera.- Los anexos descritos en los artículos anteriores pasarán a formar parte integrante del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, reformado mediante Acuerdo Ministerial No. 061.

Segunda.- El presente Acuerdo Ministerial entrará en vigencia a partir de su suscripción sin perjuicio de su publicación en el Registro Oficial y de su ejecución encárguese a la Subsecretaría de Calidad Ambiental, Direcciones Provinciales del Ministerio del Ambiente y Autoridades Ambientales de Aplicación Responsable.

Dado en Quito, a 30 de julio de 2015.

Comuníquese y publíquese.

f.) Lorena Tapia Núñez, Ministra del Ambiente.

ANEXO 1 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION 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

Introducción

La presente norma técnica ambiental revisada y actualizada es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional.

La presente norma técnica determina o establece:

1. Los principios básicos y enfoque general para el control de la contaminación del agua;
2. Las definiciones de términos importantes y competencias de los diferentes actores establecidas en la ley;

8 Miércoles 4 de noviembre de 2015 -- Edición Especial N° 387 - Registro Oficial

3. Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos;
4. Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado;
5. Permisos de descarga;
6. Los parámetros de monitoreo de las descargas a cuerpos de agua y sistemas de alcantarillado de actividades industriales o productivas, de servicios públicas o privadas;
7. Métodos y procedimientos para determinar parámetros físicos, químicos y biológicos con potencial riesgo de contaminación del agua.

1. Objeto

La norma tiene como objeto la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en lo relativo al 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.

Las acciones tendientes a preservar, conservar o recuperar la calidad del recurso agua deberán realizarse en los términos de la presente Norma.

2. DEFINICIONES

Para el propósito de esta norma se consideran las definiciones establecidas en el Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, y las que a continuación se indican:

- 2.1 **Afluente:** es el agua, agua residual u otro líquido que ingrese a un cuerpo de agua receptor, reservorio, planta de tratamiento o proceso de tratamiento.
- 2.2 **Agua dulce:** es aquella que no contiene importantes cantidades de sales. En general se consideran valores inferiores a 0.5 UPS (unidad práctica de salinidad que representa la cantidad de gramos de sales disueltas por kg de agua).
- 2.3 **Agua marina:** es el agua de los mares y océanos. Se distinguen por su elevada salinidad, también conocida como agua salada. Las aguas marinas corresponden a las aguas territoriales en la extensión y términos que fijen el derecho internacional, las aguas marinas interiores, las de las lagunas y esteros que se comuniquen permanentemente.
- 2.4 **Agua residual:** es el agua de composición variada proveniente de uso doméstico, industrial, comercial, agrícola, pecuario o de otra índole, sea público o privado y que por tal motivo haya sufrido degradación en su calidad original.
- 2.5 **Agua residual industrial:** agua de desecho generada en las operaciones o procesos industriales.
- 2.6 **Agua residual doméstica:** mezcla de: desechos líquidos de uso doméstico evacuados de residencias, locales públicos, educacionales, comerciales e industriales.
- 2.7 **Agua subterránea:** es toda agua del subsuelo, especialmente la que se encuentra en la zona de saturación.
- 2.8 **Agua estuarina:** es la correspondiente a los tramos de ríos que se hallan bajo la influencia de las mareas y que están limitadas en extensión hasta la zona donde existe una elevada concentración de cloruros.
- 2.9 **Agua superficial:** es la masa o cuerpo de agua que se encuentran sobre la superficie de la tierra.
- 2.10 **Autoridad Ambiental Nacional:** Ministerio del Ambiente
- 2.11 **Autoridad Ambiental Competente:** Son competentes para llevar los procesos de prevención, control y seguimiento de la contaminación ambiental, en primer lugar el Ministerio del Ambiente y por delegación, los gobiernos autónomos descentralizados provinciales, metropolitanos y/o municipales acreditados.
- 2.12 **Canales:** conductos utilizados para el transporte de agua, para múltiples propósitos.
- 2.13 **Carga contaminante:** Cantidad de un contaminante aportada en una descarga de aguas residuales, o presente en un cuerpo receptor expresada en unidades de masa por unidad de tiempo.
- 2.14 **Carga máxima permisible:** Es el límite de carga de un parámetro que puede ser aceptado en la descarga a un cuerpo receptor o a un sistema de alcantarillado.
- 2.15 **Campañas para red de monitoreo:** actividad para adquisición de información sobre parámetros de calidad del agua relacionados con el caudal de la corriente. La información es coleccionada en estaciones fijas de una red de monitoreo y a intervalos regulares. Generalmente se desarrolla información con muestreo y análisis de laboratorio o determinaciones -in situ- con medidores portátiles, suplementados con datos de caudal de una estación hidrológica.
- 2.16 **Capacidad de auto depuración:** es la propiedad que tiene un cuerpo receptor para mejorar su calidad, en forma tal que se cumpla con un objetivo o norma de calidad establecida, en determinadas condiciones de tiempo y de espacio.
- 2.17 **Caracterización de aguas residuales:** proceso destinado al conocimiento integral y estadísticamente confiable de las características del agua residual (doméstica e industrial) e integrado por la toma de muestras, medición de caudal e identificación de los componentes físicos, químicos, biológicos y microbiológicos.

Documento con posibles errores digitalizado de la publicación original. Favor verificar con imagen.

 No imprima este documento a menos que sea absolutamente necesario.

Registro Oficial – Edición Especial Nº 387 - Miércoles 4 de noviembre de 2015 -- 9

- 2.18 **Caudal ambiental:** los caudales o flujos ambientales pueden ser definidos como el régimen hídrico requerido para mantener la integridad, productividad, servicios y beneficios de los ecosistemas acuáticos, particularmente cuando se encuentra sujeta a regulación del caudal y alta competencia debido a la existencia de múltiples usos.
- 2.19 **Compensación:** proceso de regulación usado para evitar los vertidos violentos, aplicable a vertidos de origen industrial en el cual se almacena el desecho para nivelar el histograma diario de descarga y homogenizar la calidad del desecho.
- 2.20 **Contaminación del agua:** cualquier alteración de las características físicas, químicas o biológicas, en concentraciones tales que la hacen no apta para el uso deseado, o que causa un efecto adverso al ecosistema acuático, seres humanos o al ambiente en general.
- 2.21 **Contaminación del agua subterránea:** cualquier alteración de las características físicas, químicas o biológicas de las aguas subterráneas, que pueda ocasionar el deterioro de la calidad para fines de consumo humano, agropecuario, industrial, comercial, recreativo, y/o defensa de la vida acuática, o al ambiente en general.
- 2.22 **Contaminación térmica:** cualquier alteración de la calidad del agua con una temperatura objetable para el uso deseado.
- 2.23 **Criterio de la calidad del agua:** concentración numérica o enunciado descriptivo recomendado sobre parámetros físicos químicos y biológicos para mantener determinado uso benéfico del agua. Los criterios de calidad para diversos usos del agua son la base para determinación de los objetivos de calidad en los tramos de un cuerpo receptor. Esta determinación generalmente demanda un proceso de modelación del cuerpo receptor en donde se consideran las condiciones más críticas de caudales del cuerpo receptor, las cargas futuras de contaminantes y la capacidad de asimilación del recurso hídrico.
- 2.24 **Cuerpo receptor:** río, cuenca, cauce o cuerpo de agua que sea susceptible de recibir directa o indirectamente el vertido de aguas residuales.
- 2.25 **Cuerpo de agua severamente contaminado:** río, acuífero, estuario o cuerpo de agua en el cual se han alterado los criterios de calidad para todos sus posibles usos.
- 2.26 **Depuración o tratamiento de aguas residuales:** término usado para significar la purificación o remoción de contaminantes de las aguas residuales.
- 2.27 **Descarga controlada:** (1) Término empleado a las descargas de desechos líquidos industriales después de la compensación. (2) término usado en lagunas de almacenamiento y vertido controlado, normalmente con propósitos de reuso agrícola.
- 2.28 **Descarga de aguas residuales:** Acción de verter aguas residuales a un sistema de alcantarillado o cuerpo receptor.
- 2.29 **Descarga Puntual:** cualquier fuente definida de la cual se descargan o pueden descargarse contaminantes.
- 2.30 **Descarga no puntual:** es aquella en la que no se puede precisar el punto exacto de descarga al cuerpo receptor, tal es el caso de descargas provenientes de escorrentía pluvial, escorrentía agrícola u otros similares
- 2.31 **Desechos peligrosos:** Los desechos sólidos, pastosos, líquidos o gaseosos resultantes de un proceso de producción, extracción, transformación, reciclaje, utilización o consumo y que contengan alguna sustancia que tenga características corrosivas, reactivas, tóxicas, inflamables, biológico-infecciosas y/o radioactivas, que representen un riesgo para la salud humana y el ambiente de acuerdo a las disposiciones legales aplicables, y lo establecido en el presente Libro.
- 2.32 **Eficiencia de tratamiento:** relación entre la masa o concentración removida, de un parámetro específico y la correspondiente masa o concentración en el afluente, para un proceso o planta de tratamiento. Generalmente se expresa en porcentaje.
- 2.33 **Efluente:** Descarga o vertido líquido proveniente de un proceso productivo o de una actividad determinada.
- 2.34 **Entidad ambiental de control:** es la Autoridad Ambiental Nacional, el gobierno seccional autónomo en cuyo favor se ha descentralizado atribuciones de control ambiental correspondientes a la Autoridad Ambiental Nacional.
- 2.35 **Entidad Prestadora de Servicios de Agua Potable y Saneamiento (EPS):** entidad de carácter Público o comunitaria encargada de la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento.
- 2.36 **Emisario:** canal o tubería que recibe las aguas residuales de un sistema de alcantarillado hasta una planta de tratamiento o de una planta de tratamiento hasta el punto de descarga.
- 2.37 **Emisario Subfluvial:** tubería u otros elementos que permiten el transporte y descarga de aguas residuales pre tratadas hasta el cauce de un río o mar, con el objetivo de alcanzar una adecuada reducción bacteriana.
- 2.38 **Emisario submarino:** consiste de un ducto que de acuerdo a la necesidad tiene diferentes longitudes, es una opción para la disposición final de los efluentes residuales (pesqueros, domésticos y otros de origen orgánico) previamente tratados. Deben ser instalados bajo estudios técnicos científicos para determinar entre otros la velocidad de las corrientes marinas, densidad del agua de mar a diferentes profundidades, temperatura, batimetría del fondo marino y la orientación de las corrientes; dichos estudios permitirán obtener una dispersión efectiva de los contaminantes de forma tal que la carga orgánica no

10 Miércoles 4 de noviembre de 2015 -- Edición Especial N° 387 - Registro Oficial

- provoque daños sanitarios y/o ecológicos a los ecosistemas marinos terrestres y a las poblaciones costeras circundantes.
- 2.39 **Estudios ambientales:** Son conocimientos materializados en informes, publicaciones u otros documentos, que son el resultado de observaciones, prácticas, aplicaciones, experimentos, ensayos, u otros, utilizados para identificar e interpretar el estado actual en que se encuentra un área o componente determinado en cuanto al ambiente y sus componentes, lo cual los convierte en una herramienta de acción con carácter preventivo, integrador y/o fiscalizador.
- 2.40 **Impacto ambiental:** cambio o consecuencia al ambiente que resulta de una acción específica o proyecto.
- 2.41 **Industria:** local o lugar donde a través de la manufactura, elaboración o procesos, produce la transformación de la materia prima y que en sus diferentes etapas generan agua residual que se descarga al alcantarillado público o a cuerpos de agua. Se consideran también los locales que produzcan agua residual en volumen y características diferentes a las del agua residual doméstica (de acuerdo a la Clasificación Internacional Industrial Uniforme CIIU).
- 2.42 **Interceptor:** canal o tubería que recibe el caudal de una serie de descargas transversales y las conduce a una planta de tratamiento. En el caso de un sistema de alcantarillado combinado recibe también un caudal predeterminado de aguas lluvias.
- 2.43 **Interferencia:** Alteración o inhibición de los procesos de tratamiento de aguas residuales.
- 2.44 **Laboratorio acreditado:** persona jurídica, pública o privada que realiza los análisis físicos, químicos, bioquímicos o microbiológicos en muestras de agua, que se encuentre acreditado por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano (SAE) o el que le reemplaza.
- 2.45 **Línea base:** denota el estado de un sistema en un momento en particular, antes de un cambio posterior. Se define también como las condiciones en el momento de la investigación dentro de un área que puede estar influenciada por actividades industriales o humanas.
- 2.46 **Línea de fondo:** denota las condiciones ambientales imperantes, antes de cualquier perturbación. Es decir, significa las condiciones que hubieran predominado en ausencia de actividades antropogénicas, sólo con los procesos naturales en actividad.
- 2.47 **Metales pesados:** elementos con densidad relativa mayor de 4 o 5, localizados en la tabla periódica con número atómico 22 a 34 y 40 a 52, así como los de la serie de los lantánidos y los actínidos.
- 2.48 **Módulo:** Conjunto de procesos unitarios que se repite en el sistema de tratamiento, cumple con el propósito de: (1) mantener el sistema de tratamiento operando, en condiciones de mantenimiento; o (2) incremento de la capacidad de tratamiento en una siguiente etapa.
- 2.49 **Monitoreo de la calidad en cuerpos de agua:** implica el seguimiento sistemático a través del muestreo y toma de datos de campo a intervalos de tiempo definidos para la obtención de información que permite evaluar que los parámetros de calidad guarden relevancia con los usos del cuerpo receptor. (Ver Campañas para red de monitoreo).
- 2.50 **Muestra compuesta:** formada por mezcla de alícuotas de muestras individuales, tomadas a intervalos y durante un período de tiempo predeterminado.
- 2.51 **Muestra puntual:** muestra individual, tomada al azar (con relación al tiempo y/o lugar de un volumen de agua), representa la calidad del agua en el tiempo y en lugar en que fue tomada.
- 2.52 **Muestreo:** es el proceso de tomar una porción, lo más representativa, de un volumen de agua para el análisis de varias características definidas.
- 2.53 **Nematodos intestinales:** parásitos helmintos (*Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura*, *Necator americanus* y *Ancylostoma duodenale*) que no requieren huésped intermediario, sus huevos requieren de un período latente de desarrollo antes de causar infección y su mínima dosis infectiva es un organismo. Son considerados como los organismos de mayor preocupación en cualquier esquema de reuso agrícola.
- 2.54 **Norma (estándar) de calidad del agua:** documento reconocido en leyes o reglamentos de control de la contaminación del agua, a nivel gubernamental.
- 2.55 **Oxígeno disuelto:** es la concentración de oxígeno en el agua.
- 2.56 **Parámetro, componente o característica:** variable o propiedad física, química, biológica, combinación de las anteriores, elemento o sustancia que sirve para caracterizar la calidad del recurso agua o de las descargas.
- 2.57 **Parásito:** organismos protozoarios y helmintos que habiendo en el intestino pueden causar enfermedades. Los helmintos pueden ser de forma plana y redonda (nematodos). Estos últimos son los de mayor significación en aguas residuales.
- 2.58 **Pesticida o plaguicida:** sustancia química o biológica que se utiliza sola, combinada, o mezclada para prevenir, combatir o destruir, repeler o mitigar: insectos, hongos, bacterias, nematodos, ácaros, moluscos, roedores, malas hierbas (hierba no deseada para un uso específico) o cualquier forma de vida que cause perjuicios directos o indirectos a los cultivos agrícolas productos vegetales y plantas en general.
- 2.59 **Plan maestro de control de la contaminación de cuerpos de agua:** comprende todas las acciones de:

- campañas de monitoreo de cuerpos de agua, inventario y caracterización de descargas domésticas e industriales, diagnóstico, modelación de la calidad, estudio de alternativas de interceptación y tratamiento de las aguas residuales, análisis técnico y económico de las alternativas, selección de la alternativa más conveniente, estudios de tratabilidad, diseños preliminares, estudio de impacto ambiental, diseños definitivos, implementación de obras de control y acciones de monitoreo y vigilancia.
- 2.60 Planta de tratamiento de aguas residuales:** conjunto de obras, facilidades y procesos, implementados para mejorar las características del agua residual doméstica e industrial.
- 2.61 Pre tratamiento:** operaciones y/o procesos destinados a la reducción de la concentración de contaminantes de las descargas de aguas residuales antes de su descarga al sistema público de alcantarillado o cuerpos receptores.
- 2.62 Punto de muestreo:** lugar de extracción para toma de muestras de agua.
- 2.63 Reuso de aguas residuales:** utilización de aguas residuales debidamente tratadas para un propósito específico (reuso agrícola, industrial, etc.).
- 2.64 Saneamiento:** conjunto de facilidades de evacuación (alcantarillado), tratamiento y disposición final de las aguas residuales.
- 2.65 Servicio de Acreditación Ecuatoriano:** Organismo oficial de acreditación del Ecuador, encargado de las tareas de evaluación de la conformidad, de acuerdo a la Ley del Sistema Nacional de Calidad.
- 2.66 Sistema Público de Alcantarillado:** conjunto adecuado de conductos subterráneos que sirven para el transporte de agua residual.
- 2.67 Sujeto de control:** Persona natural o jurídica de naturaleza pública, comunitaria privada o mixta que descarga su agua residual al alcantarillado público o cuerpos de agua con potencial para afectar a los mismos.
- 2.68 Tratamiento convencional para potabilizar el agua:** en general procesos de decantación, coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección.
- 2.69 Tratamiento convencional de aguas residuales:** es aquel que está conformado ya sea por un tratamiento preliminar, un tratamiento primario, un tratamiento secundario y un tratamiento avanzado aplicado de manera individual o en conjunto de acuerdo a la eficiencia requerida.
- 2.70 Tratamiento preliminar:** procesos para remoción de sólidos gruesos, flotantes, grasas, procesos de compensación y ajustes de pH.
- 2.71 Tratamiento primario:** contempla el uso de operaciones físicas para la reducción de sólidos sedimentables y flotantes presentes en el agua residual, como: cribado, desarenado, sedimentación y manejo y disposición final de sólidos generados en este proceso.
- 2.72 Tratamiento secundario:** contempla el empleo de procesos biológicos y/o químicos para reducción principalmente de compuestos orgánicos biodegradables, y sólidos suspendidos. El tratamiento secundario generalmente está precedido por tratamiento primario, incluye generalmente procesos de desinfección.
- 2.73 Tratamiento avanzado:** es el tratamiento adicional necesario para remover nutrientes y sustancias principalmente disueltas que permanecen después del tratamiento secundario.
- 2.74 Usuario:** es toda persona natural o jurídica de derecho público o privado, que utilice agua tomada directamente de una fuente o de una red, y/o cuya actividad pueda producir una descarga directa o indirecta.
- 2.75 Valores de línea de base:** parámetros o indicadores que representan cuantitativa y cualitativamente las condiciones de línea de base.
- 2.76 Valores de fondo:** parámetros o indicadores que representan cuantitativa y cualitativamente las condiciones de línea de fondo.
- 2.77 Valor Medio Diario:** concentración o valor de un componente físico, químico o microbiológico, que representa una media estadística de determinaciones horarias.
- 2.78 Vigilancia de la calidad de los cuerpos de agua:** implica la recolección y análisis de datos con la finalidad de establecer si los criterios de calidad establecidos en esta norma para los diferentes usos y el control de descarga de efluentes se están cumpliendo. Los datos generados en la vigilancia tienen la utilidad de promover acciones preventivas, correctivas o de mitigación sobre problemas de contaminación.
- 2.79 Zona de mezcla:** es el área técnicamente determinada a partir del sitio de descarga, indispensable para que se produzca una mezcla homogénea en el cuerpo receptor.

3. PRINCIPIOS BASICOS

- 3.1** El proceso de control de la contaminación del recurso hídrico se basa en el mantenimiento de la calidad del mismo para la preservación de los usos asignados a través del cumplimiento de la respectiva norma de calidad, según principios que se indican en el presente documento.
- 3.2** Las municipalidades dentro de su límite de actuación y a través de las Entidades Prestadoras de Servicios de

12 Miércoles 4 de noviembre de 2015 -- Edición Especial Nº 387 - Registro Oficial

agua potable y saneamiento (EPS) de carácter público o delegadas actualmente al sector privado, serán las responsables de prevenir, controlar o solucionar los problemas de contaminación que resultaren de los procesos involucrados en la prestación del servicio de agua potable y alcantarillado, para lo cual deberán realizar los respectivos planes maestros o programa de control de la contaminación.

- 3.3** Para el control de la contaminación de los cuerpos de agua de cualquier tipo, de acuerdo a la actividad regulada, el Sujeto de Control debe entre otras realizar las siguientes actividades: desarrollo del Plan de Manejo Ambiental, en el que se incluya el tratamiento de sus efluentes previo a la descarga, actividades de control de la contaminación por escorrentía pluvial, y demás actividades que permitan prevenir y controlar posibles impactos ambientales. Adicionalmente la Autoridad Ambiental podrá solicitar al regulado el monitoreo de la calidad del cuerpo de agua.
- 3.4** Si el Sujeto de Control es un municipio o gobiernos provinciales, éste no podrá ser sin excepción, la Entidad Ambiental de Control para sus instalaciones. Se evitará el conflicto de interés.

4. CLASIFICACIÓN

4.1 Criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos

1. Criterios de calidad para aguas destinadas al consumo humano y uso doméstico, previo a su potabilización.
2. Criterios de calidad para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios.
3. Criterios de calidad de aguas para riego agrícola.
4. Criterios de calidad para aguas de uso pecuario.
5. Criterios de calidad para aguas con fines recreativos.
6. Criterios de calidad para aguas de uso estético.

4.2 Normas generales de descarga de efluentes

1. Normas generales para descarga de efluentes, tanto al sistema de alcantarillado como a los cuerpos de agua.
2. Límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para descarga de efluentes al sistema de alcantarillado.
3. Límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para descarga de efluentes a un cuerpo de agua o receptor.
 - a. Descarga a un cuerpo de agua dulce.

- b. Descarga a un cuerpo de agua marina. 4.

Permisos de descarga

5. DESARROLLO

5.1 Normas generales de criterios de calidad para los usos de las aguas superficiales, 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

5.1.1.1 Se entiende por agua para consumo humano y uso doméstico 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 **TABLA 1**.

5.1.1.3 De ser necesario para alcanzar los límites establecidos en la Norma INEN para agua potable se deben implementar procesos de tratamiento adecuados y que permitan alcanzar eficiencias óptimas, con la finalidad de garantizar agua de calidad para consumo humano.

TABLA 1: CRITERIOS DE CALIDAD DE FUENTES DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y DOMÉSTICO

PARAMETRO	EXPRESADO COMO	UNIDAD	CRITERIO DE CALIDAD
Aceites y Grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Arsénico	As	mg/l	0,1
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	1000
Bario	Ba	mg/l	1
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro	CN	mg/l	0,1
Cobre	Cu	mg/l	2
Color	Color real	Unidades de Platino - Cobalto	75
Cromo hexavalente	Cr ^{VI}	mg/l	0,05
Fluoruro	F	mg/l	1,5
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	<4
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	<2
Hierro total	Fe	mg/l	1,0
Mercurio	Hg	mg/l	0,005
Nitratos	NO ₃	mg/l	50,0
Nitritos	NO ₂	mg/l	0,2
Potencial Hidrógeno	pH	unidades de pH	6-9
Plomo	Pb	mg/l	0,01
Selenio	Se	mg/l	0,01
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	500
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,2
Turbiedad	unidades nefelométricas de turbiedad	UNT	100,0

Nota: Podrán usarse aguas con turbiedades y coliformes fecales ocasionales superiores a los indicados en esta Tabla, siempre y cuando las características de las aguas tratadas sean entregadas de acuerdo con la Norma INEN correspondiente.

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.

5.1.2.1 Se entiende por uso del agua para preservación de la vida acuática y silvestre, su empleo 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.

5.1.2.2 Los criterios de calidad para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuario, se presentan en la **TABLA 2**.

5.1.2.3 Los criterios de calidad del Amoníaco expresado como NH₃ para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces se establecen en la **Tabla 2a**.

5.1.2.4 Además de los parámetros indicados dentro de esta norma, se tendrán en cuenta los siguientes criterios: La turbiedad de las aguas debe ser considerada de acuerdo a los siguientes límites:

- Condición natural (Valor de fondo) más 5%, si la turbiedad natural varía entre 0 y 50 UNT (unidad de turbidez nefelométrica);
- Condición natural (Valor de fondo) más 10%, si la turbiedad natural varía entre 50 y 100 UNT, y,
- Condición natural (Valor de fondo) más 20%, si la turbiedad natural es mayor que 100 UNT;
- Ausencia de sustancias antropogénicas que produzcan cambios en color, olor y sabor del agua en el cuerpo receptor, de modo que no perjudiquen a la vida acuática y silvestre y que tampoco impidan el aprovechamiento óptimo del cuerpo receptor.

14 Miércoles 4 de noviembre de 2015 -- Edición Especial N° 387 - Registro Oficial

TABLA 2: CRITERIOS DE CALIDAD ADMISIBLES PARA LA PRESERVACIÓN DE LA VIDA ACUÁTICA Y SILVESTRE EN AGUAS DULCES, MARINAS Y DE ESTUARIOS

PARÁMETROS	Expresados como	Unidad	Criterio de calidad	
			Agua dulce	Agua marina y de estuario
Aluminio ⁽¹⁾	Al	mg/l	0,1	1,5
Amoníaco Total ⁽¹⁾	NH3	mg/l	-	0,4
Arsénico	As	mg/l	0,05	0,05
Bario	Ba	mg/l	1,0	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1	1,5
Bifenilos Policlorados	Concentración de PCBs totales	µg/l	1,0	1,0
Boro	B	mg/l	0,75	5,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,001	0,005
Cianuros	CN	mg/l	0,01	0,01
Cromo	Zn	mg/l	0,03	0,015
Cloro residual total	Cl ₂	mg/l	0,01	0,01
Clorofenoles ⁽²⁾		mg/l	0,05	0,05
Cobalto	Co	mg/l	0,2	0,2
Cobre	Cu	mg/l	0,005	0,005
Cromo total	Cr	mg/l	0,032	0,05
Estaño	Sn	mg/l		2,00
Fenoles monohídricos	Expresado como fenoles	mg/l	0,001	0,001
Acétilos y grasas	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3	0,3
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	0,5	0,5
Hierro	Fe	mg/l	0,3	0,3
Manganeso	Mn	mg/l	0,1	0,1
Materia flotante de origen antrópico	visible		Ausencia	Ausencia
Mercurio	Hg	mg/l	0,0002	0,0001
Níquel	Ni	mg/l	0,025	0,1
Oxígeno Disuelto	OD	% de saturación	> 80	> 80
Piretroides	Concentración de piretroides totales	mg/l	0,05	0,05
Plaguicidas organoclorados totales	Organoclorados totales	µg/l	10,0	10,0
Plaguicidas organofosforados totales	Organofosforados totales	µg/l	10,0	10,0
Plata	Ag	mg/l	0,01	0,005
Plomo	Pb	mg/l	0,001	0,001
Potencial de Hidrógeno	pH	unidades de pH	6,5 - 9	6,5 - 9,5
Selenio	Se	mg/l	0,001	0,001
Tenacactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,5
Nitritos	NO ₂	mg/l	0,2	
Nitratos	NO ₃	mg/l	13	200
DQO	DQO	mg/l	40	-
DBO5	DBO ₅	mg/l	20	-
Sólidos Suspendedos Totales	SST	mg/l	max incremento de 10% de la condición natural	-

⁽¹⁾ Aluminio: Si el pH es menor a 6,5 el criterio de calidad será 0,005 mg/l

⁽²⁾ Aplicar la Tabla 2a como criterio de calidad para agua dulce

⁽³⁾ Si sobrepasa el criterio de calidad se debe analizar el diclorofenol cuyo criterio de calidad es 0,2 µg/l

Documento con posibles errores digitalizado de la publicación original. Favor verificar con imagen.

 No imprima este documento a menos que sea absolutamente necesario.

10. Código de Programación (Anexo 10)

```

11.     #include <SoftwareSerial.h>
12.     #include <String.h>
13.     #include <OneWire.h>
14.     #include <DallasTemperature.h>
15.     // EEPROM memory control variables for temperature sensor
    calibration
16.     #include <avr/pgmspace.h>
17.     #include <EEPROM.h>
18.     #include <math.h>
19.     #define EEPROM_write(address, p) {int i = 0; byte *pp =
    (byte*)&(p);for(; i < sizeof(p); i++) EEPROM.write(address+i, pp[i]);}
20.     #define EEPROM_read(address, p) {int i = 0; byte *pp =
    (byte*)&(p);for(; i < sizeof(p); i++) pp[i]=EEPROM.read(address+i);}
21.     #define ReceivedBufferLength 20
22.     #define VREF 5000 //for arduino uno, the ADC reference is the
    AVCC, that is 5000mV(TYP)
23.     // Serial software library for communication with GSM module
24.     SoftwareSerial Sim900Serial(10,11);
25.     // Instance to the OneWire and DallasTemperature classes
26.     const int pinDatosDQ = 12; //Temperature sensor digital data pin
27.     int cont = 0; // Variables for change button state
28.     int cont1 = 0;
29.     OneWire oneWireObjeto(pinDatosDQ);
30.     DallasTemperature sensorDS18B20(&oneWireObjeto);
31.     char receivedBuffer[ReceivedBufferLength+1]; // store the serial
    command
32.     byte receivedBufferIndex = 0;
33.     double voltage_ph = 0;
34.     // Analog data pins of PH and OxD sensors
35.     int ph_pin = A0;
36.     int oxd_pin = A1;
37.     int tabval[50];
38.     int tabval2[50];
39.     double PH,OxD,Voxd;
40.     float temperature = 25; //Temperatura de calibracion de sensor de
    oxigeno disuelto
41.     // Variables de control de memoria EEPROM para calibracion de sensor
    de temperatura
42.     #define SaturationDoVoltageAddress 12 //the address of the
    Saturation Oxygen voltage stored in the EEPROM
43.     #define SaturationDoTemperatureAddress 16 //the address of the
    Saturation Oxygen temperature stored in the EEPROM
44.     float SaturationDoVoltage,SaturationDoTemperature;
45.     // Matriz de concentraciones de OxD a diferentes temperaturas
46.     const float SaturationValueTab[41] PROGMEM = { //saturation
    dissolved oxygen concentrations at various temperatures
47.     14.46, 14.22, 13.82, 13.44, 13.09,
48.     12.74, 12.42, 12.11, 11.81, 11.53,
49.     11.26, 11.01, 10.77, 10.53, 10.30,
50.     10.08, 9.86, 9.66, 9.46, 9.27,
51.     9.08, 8.90, 8.73, 8.57, 8.41,
52.     8.25, 8.11, 7.96, 7.82, 7.69,
53.     7.56, 7.43, 7.30, 7.18, 7.07,
54.     6.95, 6.84, 6.73, 6.63, 6.53,

```

```

55.     6.41,
56.     };
57.     volatile unsigned long ref_interp;
58.     volatile const unsigned int interval = 250;
59.
60.     void setup() {
61.         // ON BY GSM MODULE SOFTWARE
62.         digitalWrite(9,HIGH);
63.         delay(1000);
64.         digitalWrite(9,LOW);
65.         delay(5000);
66.         Serial.begin(9600);
67.         Sim900Serial.begin(9600);
68.         delay(10000);
69.         pinMode(22,OUTPUT);//PH low (6.5 values) (DONE)
70.         pinMode(24,OUTPUT);//PH ideal (6.5 - 8.5 values) (DONE)
71.         pinMode(26,OUTPUT);//PH high (8.5 values) (DONE)
72.         pinMode(18,INPUT);//Calibration mode (DONE)
73.         pinMode(19,INPUT);//Calibration mode (DONE)
74.         attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(18), blink2, RISING);
75.         attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(19), blink, RISING);
76.         pinMode(23,OUTPUT);//OxD saturation mode (DONE)
77.         pinMode(25,OUTPUT);//Indicates calibration finished (DONE)
78.         pinMode(27,OUTPUT);//Uploading data through GSM module (DONE)
79.         Serial.println ("//////////System ON//////////");
80.         Serial.println("Conecting to mobile network");
81.         Serial.println("Starting mobile data connection through GPRS");
82.         power_on();
83.         starting();
84.         sensorDS18B20.begin();
85.         readDoCharacteristicValues();
86.         //envioMensaje();
87.         //hacerLlamada();
88.     }
89.
90.     void loop() {
91.         colectmeasures(0);
92.         if(Sim900Serial.available()){
93.             Serial.write(Sim900Serial.read());
94.         }
95.         cont=0;
96.         cont1=0;
97.     }
98.     // Interruption for calibrate measures of oxigen dissolved sensor
99.     void blink() {
100.         if((millis() - ref_interp > interval) && String(cont) == "0"){
101.             calibrationprocess();
102.             ref_interp = millis();
103.             cont=1;
104.         }
105.     }
106.     // Interruption for calibrate measures of PH sensor
107.     void blink2() {
108.         if((millis() - ref_interp > interval) && String(cont1) == "0"){
109.
110.             ref_interp = millis();
111.             cont1=1;

```

```

112.     }
113. }
114.
115. void colectmeasures(int flag){
116.     if(flag == 0){
117.         //Analog pin measurements assignation inside matrices
118.         for (byte indice = 0; indice < 50; indice++){
119.             {
120.                 tabval[indice] = analogRead(ph_pin);
121.                 tabval2[indice] = analogRead(oxd_pin);
122.             }
123.             PH = getMedianNumPH(tabval);
124.             Voxd = getMedianNumODX(tabval2,50) * (float)VREF / 1024.0;
125.             OXD = pgm_read_float_near( &SaturationValueTab[0] +
(int)(SaturationDoTemperature+0.5) ) * Voxd / SaturationDoVoltage;
126.             sensorDS18B20.requestTemperatures();
127.             Serial.print("PH : ");
128.             Serial.print(PH, 2);
129.             Serial.print("\tVOLTAGEPH : ");
130.             Serial.print(voltage_ph, 2);
131.             Serial.print("\tTEMP: ");
132.             Serial.print(sensorDS18B20.getTempCByIndex(0),2);
133.             Serial.print(" C");
134.             Serial.print("\tOXD :");
135.             Serial.print(OXD, 2);
136.             Serial.println(F("mg/L"));
137.             uploadData(PH,sensorDS18B20.getTempCByIndex(0),OXD);
138.             delay(2000);//Every 21 seconds update and upload correctly to
server, otherwise try more configuration delays
139.         }
140.         else if(flag == 1){
141.             for (int i = 0; i < 20; i++){
142.                 for (byte indice = 0; indice < 50; indice++){
143.                     {
144.                         tabval[indice] = analogRead(ph_pin);
145.                         tabval2[indice] = analogRead(oxd_pin);
146.                     }
147.                     PH = getMedianNumPH(tabval);
148.                     Voxd = getMedianNumODX(tabval2,50) * (float)VREF / 1024.0;
149.                     OXD = pgm_read_float_near( &SaturationValueTab[0] +
(int)(SaturationDoTemperature+0.5) ) * Voxd / SaturationDoVoltage;
150.                     sensorDS18B20.requestTemperatures();
151.                     Serial.print("PH : ");
152.                     Serial.print(PH, 2);
153.                     Serial.print("\tVOLTAGEPH : ");
154.                     Serial.print(voltage_ph, 2);
155.                     Serial.print("\tTEMP: ");
156.                     Serial.print(sensorDS18B20.getTempCByIndex(0),2);
157.                     Serial.print(" C");
158.                     Serial.print("\tOXD :");
159.                     Serial.print(OXD, 2);
160.                     Serial.println(F("mg/L"));
161.                     delay(1000);
162.                 }
163.             }
164.         }
165.     }

```

```

166.     void calibrationprocess(){
167.         byte modeIndex1 = 0;
168.         byte modeIndex2 = 0;
169.         byte modeIndex3 = 0;
170.         doCalibration(modeIndex1 = 1);    //If the correct calibration
        command is received, the calibration function should be called.
171.         colectmeasures(1);
172.         digitalWrite(23, HIGH);
173.         delay(100);
174.         digitalWrite(23, LOW);
175.         delay(100);
176.         doCalibration(modeIndex2 = 2);
177.         colectmeasures(1);
178.         digitalWrite(25, HIGH);
179.         delay(100);
180.         digitalWrite(25, LOW);
181.         delay(100);
182.         doCalibration(modeIndex3 = 3);
183.         colectmeasures(1);
184.         digitalWrite(23, HIGH);
185.         digitalWrite(25, HIGH);
186.         delay(100);
187.         digitalWrite(23, LOW);
188.         digitalWrite(25, LOW);
189.         delay(100);
190.         Serial.println("////////////////////////////////Process
        Finished////////////////////////////////");
191.     }
192.
193.     double getMedianNumPH(int aArray[]){
194.         int temp = 0;
195.         double PHmedio = 0;
196.         for (byte indice = 0; indice <= 49; indice++)
197.         {
198.             for (byte indicel = indice + 1; indicel < 50; indicel++)
199.             {
200.                 if (aArray[indice] > aArray[indicel])
201.                 {
202.                     temp = aArray[indice];
203.                     aArray[indice] = aArray[indicel];
204.                     aArray[indicel] = temp;
205.                 }
206.             }
207.         }
208.         voltage_ph = 5 / 1024.0 * aArray[0];
209.         if(voltage_ph>=(double)3.01){
210.             //Serial.println("E4");
211.             PHmedio = 4.01 + ((3.02 - voltage_ph) / -0.17);//It is usefull
        for 4 PH level
212.             digitalWrite(22, LOW);
213.             digitalWrite(24, LOW);
214.             digitalWrite(26, HIGH);
215.         }else if(voltage_ph<(double)3.01){
216.             //Serial.println("E7");//it can be used instead voltage_ph
217.             PHmedio = 7 + ((2.50 - voltage_ph) / 0.18);//It is usefull for
        4 to 7 PHs level
218.             digitalWrite(22, HIGH);

```

```

219.         digitalWrite(24, LOW);
220.         digitalWrite(26, LOW);
221.     }
222.     if(PHmedio > (double)8.50){
223.         //Serial.println("E9.18");
224.         PHmedio = 9.18 + ((2.17 - voltage_ph) / 0.15); //It is usefull
for 9 PH level
225.         digitalWrite(22, LOW);
226.         digitalWrite(24, HIGH);
227.         digitalWrite(26, LOW);
228.     }
229.     return PHmedio;
230. }
231.
232. int getMedianNumODX(int bArray[], int iFilterLen){
233.     int bTab[iFilterLen];
234.     for (byte i = 0; i < iFilterLen; i++)
235.     {
236.         bTab[i] = bArray[i];
237.     }
238.     int i, j, bTemp;
239.     for (j = 0; j < iFilterLen - 1; j++)
240.     {
241.         for (i = 0; i < iFilterLen - j - 1; i++)
242.         {
243.             if (bTab[i] > bTab[i + 1])
244.             {
245.                 bTemp = bTab[i];
246.                 bTab[i] = bTab[i + 1];
247.                 bTab[i + 1] = bTemp;
248.             }
249.         }
250.     }
251.     if ((iFilterLen & 1) > 0)
252.     {
253.         bTemp = bTab[(iFilterLen - 1) / 2];
254.     }
255.     else
256.     {
257.         bTemp = (bTab[iFilterLen / 2] + bTab[iFilterLen / 2 - 1]) / 2;
258.     }
259.     return bTemp;
260. }
261.
262. void doCalibration(byte mode){
263.     char *receivedBufferPtr;
264.     static boolean doCalibrationFinishFlag = 0, enterCalibrationFlag
= 0;
265.     float voltageValueStore;
266.     switch(mode)
267.     {
268.         case 0:
269.             if(enterCalibrationFlag)
270.                 Serial.println(F("Command Error"));
271.             break;
272.
273.         case 1:

```

```

274.         enterCalibrationFlag = 1;
275.         doCalibrationFinishFlag = 0;
276.         Serial.println();
277.         Serial.println(F(">>>Enter Calibration Mode<<<"));
278.         Serial.println(F(">>>Please put the probe into the saturation
oxygen water! <<<"));
279.         Serial.println();
280.         break;
281.
282.         case 2:
283.         if(enterCalibrationFlag)
284.         {
285.             Serial.println();
286.             Serial.println(F(">>>Saturation Calibration Finish!<<<"));
287.             Serial.println();
288.             EEPROM_write(SaturationDoVoltageAddress, Voxd);
289.             EEPROM_write(SaturationDoTemperatureAddress, temperature);
290.             SaturationDoVoltage = Voxd;
291.             SaturationDoTemperature = temperature;
292.             doCalibrationFinishFlag = 1;
293.         }
294.         break;
295.
296.         case 3:
297.         if(enterCalibrationFlag)
298.         {
299.             Serial.println();
300.             if(doCalibrationFinishFlag)
301.                 Serial.print(F(">>>Calibration Successful"));
302.             else
303.                 Serial.print(F(">>>Calibration Failed"));
304.             Serial.println(F(",Exit Calibration Mode<<<"));
305.             Serial.println();
306.             doCalibrationFinishFlag = 0;
307.             enterCalibrationFlag = 0;
308.         }
309.         break;
310.     }
311. }
312.
313. void readDoCharacteristicValues(void) {
314.     EEPROM_read(SaturationDoVoltageAddress, SaturationDoVoltage);
315.     EEPROM_read(SaturationDoTemperatureAddress,
SaturationDoTemperature);
316.     if(EEPROM.read(SaturationDoVoltageAddress)==0xFF           &&
EEPROM.read(SaturationDoVoltageAddress+1)==0xFF           &&
EEPROM.read(SaturationDoVoltageAddress+2)==0xFF           &&
EEPROM.read(SaturationDoVoltageAddress+3)==0xFF)           &&
317.     {
318.         SaturationDoVoltage = 1127.6; //default voltage:1127.6mv
319.         EEPROM_write(SaturationDoVoltageAddress, SaturationDoVoltage);
320.     }
321.     if(EEPROM.read(SaturationDoTemperatureAddress)==0xFF       &&
EEPROM.read(SaturationDoTemperatureAddress+1)==0xFF       &&
EEPROM.read(SaturationDoTemperatureAddress+2)==0xFF       &&
EEPROM.read(SaturationDoTemperatureAddress+3)==0xFF)       &&
322.     {

```

```
323.         SaturationDoTemperature = 25.0; //default temperature is 25^C
324.         EEPROM_write(SaturationDoTemperatureAddress,
    SaturationDoTemperature);
325.     }
326. }
```