

**UNIVERSIDAD NACIONAL
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO
FACULTAD DE CIENCIAS**

**ESCUELA PROFESIONAL
INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**



**“PROTOTIPO USANDO TECNOLOGÍA ARDUINO PARA
MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA EN LAGUNAS PELIGROSAS
DEL PARQUE NACIONAL HUASCARÁN. 2018”**

**TESIS GUIADA
PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO DE SISTEMAS E INFORMÁTICA**

AUTOR:

Bach. WILLIAMS ULRRICH AGUSTIN, DEPAZ SANDON

ASESOR:

Ing. LUIS RUPERTO, ALVARADO CÁCERES

HUARAZ-PERÚ

2018

**PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL
MODALIDAD TESIS GUIADA – 2018**

Nº Registro: T069

DEDICATORIA

Se lo dedico a mis padres y mi hermano por cada sacrificio dado para seguir mis estudios, haberme educado y ser alguien que tiene la capacidad de decidir y razonar.

Se lo dedico a cada uno de mis docentes desde que empezó mi formación quienes compartieron su conocimiento y sabiduría a través de los años de estudio.

Se lo dedico a mi enamorada por ser la persona que siempre está a mi lado para poder brindarme ánimos y alegrías, que con cada acción da un destello que ilumina mi vida.

Se lo dedico a mis amigos y compañeros de carrera con quienes hemos avanzado entre trabajos y sacrificios el camino universitario.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mis agradecimientos a:

Agradezco a mis padres por cada momento de apoyo y por cada acción y con cada sacrificio para yo poder seguir mis estudios e inculcarme los valores que predominan mi vida, agradezco de igual manera a mi hermano por ser un pilar fundamental en mi vida por ser aquel amigo que siempre apoya.

Ing° Luis Alvarado Cáceres, Asesor de mi Tesis, por su orientación, disponibilidad y apoyo continuo en la elaboración de nuestra Tesis.

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

Se presenta la Tesis titulada: “Prototipo usando tecnología Arduino para medición de nivel de agua en lagunas peligrosas del parque nacional Huascarán. 2018”; realizada de conformidad con el Reglamento de Grados y Títulos vigente, para obtener el título profesional de Ingeniero de Sistemas e Informática.

El informe de investigación está conformado por nueve capítulos: capítulo I, la realidad problemática del tema, enunciado del problema, hipótesis, objetivos, Justificación, limitaciones, descripción y sustentación de la solución. En el capítulo II se desarrolló los antecedentes, teorías que sustentan el trabajado. En el capítulo III, los materiales, métodos, técnicas, procedimientos. En el capítulo IV, el análisis de la situación actual, identificación y descripción de requerimientos, diagnóstico de la situación actual. Capítulo V, arquitectura tecnológica de la solución, diseño de estructura de la solución, diseño de la funcionalidad de la solución, diseño de la interfaz de la solución, Capítulo VI, construcción, pruebas. Capítulo VII, monitoreo y evaluación de la solución, Bitácora y puesta a punto. Capítulo VIII, resultados. Capítulo IX, discusión de resultados. Se incluye conclusiones, recomendaciones, las referencias bibliográficas y anexo correspondiente.

Se espera, que esta investigación concuerde con las exigencias establecidas por nuestra Universidad y merezca su aprobación.

El autor

HOJA DE VISTO BUENO

Dr. Carlos Antonio Reyes Pareja
Presidente

Ing. Esteban Julio Medina Rafaile
Secretario
Reg. C.I.P. N° 88145

Ing. Luis Ruperto Alvarado Cáceres
Vocal
Reg. C.I.P. N° 116530

RESUMEN

Dada la situación actual y problemática de nuestra localidad visto los fenómenos naturales que constantemente se presentan y basados en el recuerdo de nuestra historia la presente tesis tiene como objetivo elaborar un prototipo usando tecnología Arduino para medición de nivel de agua en lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán (PNH), un prototipo que nos permitirá prevenir y monitorizar el cambio del nivel de agua de las lagunas peligrosas del PNH.

El nivel de agua debe ser monitorizado diariamente por trabajadores del gobierno regional e instituciones encargada, para ello nuestro prototipo seguirá la metodología planteada por estas instituciones para la toma de datos y su posterior comprobación con el análisis de la variación entre los datos tomados por los trabajadores manualmente y por los datos del prototipo obtenidos automáticamente.

Se logró con esta tesis es el desarrollo de un prototipo de bajo costo basado en tecnología Arduino, junto con Raspberry y sensores de medición, que fue probado con éxito en la laguna Palcacocha permitiéndonos tener el nivel de agua de la laguna con un margen de confiabilidad del 95.5% las 24 horas del día, funcionando a más 4500 msnm.

Palabras Claves: Prototipo, Arduino, Sensores, Medición

ABSTRACT

Given the current situation and the problems of our school, the natural phenomena that constantly arise and are based on the memory of our present history, which aims at development, a prototype that uses technology to measure the level of water in the dangerous lagoons of the Huascarán National Park (PNH), a prototype that allows us to prevent and monitor the change of the water level of the dangerous lagoons of the PNH.

The level of water should be monitored daily by the regional government workers and institutions in charge, for that our prototype continues the methodology proposed by these institutions for the data collection and its subsequent verification with the analysis of the variation between the data taken by the workers manually and by the data of the desired prototype automatically.

This thesis was achieved through the development of a low cost prototype based on Arduino technology, together with Raspberry and measurement sensors, which was successfully tested in the Palcacocha lagoon allowing us to have the water level of the lagoon with a margin of reliability of 95.5% 24 hours a day, operating at over 4500 meters above sea level.

Key Words: Prototype, Arduino, Sensors, Measurement.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
PRESENTACIÓN	iv
HOJA DE VISTO BUENO	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
ÍNDICE GENERAL	viii
CAPÍTULO I: GENERALIDADES	1
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA:	1
1.2. ENUNCIADO DEL PROBLEMA:.....	3
1.3. HIPÓTESIS	3
1.4. OBJETIVO	3
1.4.1. Objetivo General:	3
1.4.2. Objetivos Específicos:.....	3
1.5. JUSTIFICACIÓN.....	4
1.5.1. JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	4
1.5.2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA	4
1.5.3. JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA:.....	5
1.5.4. JUSTIFICACIÓN LEGAL:	5
1.5.5. JUSTIFICACIÓN OPERATIVA:.....	7
1.5.6. JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL.....	7
1.6. DESCRIPCIÓN Y SUSTENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN	8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	10
2.1 ANTECEDENTES	10
2.1.1 Antecedentes Internacionales.....	10
2.1.2 Antecedentes Nacionales	11
2.1.3 Antecedentes locales	13
2.2 MARCO TEÓRICO BÁSICO	14
2.2.1 Medición de Nivel de Líquidos.....	14
2.2.2 Medición de nivel por ultrasonido	15

2.2.3	Parque Nacional Huascarán	17
2.2.6	Lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán.....	21
2.2.7	Módulo	23
2.2.8	Hardware	23
2.2.9	Software	24
2.2.10	Tecnología Arduino	26
2.2.11	Hardware Arduino.....	27
2.2.12	Arduino UNO.....	29
2.2.13	Arduino IDE.....	31
2.2.14	Sensor de ultrasonido	33
2.2.15	Raspberry Pi 3	34
2.3	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	35
CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS		38
3.1	MATERIALES Y RECURSOS	38
3.1.1	Personal	38
3.1.2	Materiales, equipos y servicios	38
3.1.3	Locales	39
3.1.4	Población.....	39
3.1.5	Muestra.....	41
3.2	MÉTODOS.....	41
3.2.1	De acuerdo a la orientación:.....	41
3.2.2	De acuerdo a la técnica de contrastación:	42
3.2.3	Régimen de investigación:	42
3.2.4	Diseño de investigación:	42
3.3	TÉCNICAS	42
3.3.1	Instrumentos de medición y recolección de datos.....	42
3.4	PROCEDIMIENTO	44
3.4.1	Técnicas estadísticas u operacionales para el procesamiento de la información	44
3.4.2	Diseño de experiencia	45
CAPITULO IV: ANÁLISIS		48
4.1	ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL	48
4.2	IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE REQUERIMIENTOS	55
4.2.1	Requerimiento de hardware y software	55

4.3	DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	58
4.4	ANÁLISIS TÉCNICO:	63
CAPITULO V: DISEÑO DE LA SOLUCIÓN.....		65
5.1	ARQUITECTURA TECNOLÓGICA DE LA SOLUCIÓN.....	65
5.2	DISEÑO DE ESTRUCTURA DE LA SOLUCIÓN	69
5.3	DISEÑO DE LA FUNCIONALIDAD DE LA SOLUCIÓN	72
4.4.1	Medición del nivel del agua	74
4.4.2	Captura de datos del puerto serie	79
4.4.3	Validación de datos	81
4.4.4	Almacenamiento de Datos	82
4.4.5	Análisis de datos	82
5.4	DISEÑO DE LA INTERFAZ DE LA SOLUCIÓN	84
CAPITULO VI: CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN		88
6.1.	CONSTRUCCIÓN:	88
6.1.1.	Lenguaje de programación.....	88
6.1.2.	Librerías a utilizar.	89
6.1.3.	Pruebas	89
6.1.4.	Tipos de Pruebas	90
6.1.5.	Costos.....	92
CAPITULO VII: IMPLEMENTACIÓN.....		93
7.1.	MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA SOLUCIÓN:	93
7.2.	IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE.....	95
7.3.	IMPLEMENTACIÓN DEL HARDWARE	110
7.3.1.	Ensamblando el prototipo	110
7.4.	IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO EN LA LAGUNA PALCACOCHA.....	123
7.5.	BITÁCORA Y PUESTA A PUNTO:	131
7.5.1.	Carga inicial de datos:	131
7.5.2.	Implementación y equipamiento:	131
7.5.3.	Instalación del Prototipo:	132
7.5.4.	Pruebas de producción:	132
CAPITULO VIII: RESULTADOS.....		134
8.1.	PRUEBA DE HIPÓTESIS:	134
8.2.	INTERPRETACIÓN DE DATOS	137

CAPITULO IX: DISCUSIÓN DE RESULTADOS	140
9.1. Análisis de la medición obtenida por el prototipo con respecto a la realizada manualmente.	140
9.2. Análisis de la funcionabilidad del modelo Arduino en condiciones de laguna del Parque Nacional Huascarán.....	141
9.3. Análisis de los componentes usados para el prototipo de medición de nivel de agua de las lagunas peligrosas del PNH.....	141
CONCLUSIONES.....	143
RECOMENDACIONES.....	146
BIBLIOGRAFÍA.....	147
ANEXOS.....	149

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Imagen 1	Sistema de medición por ultrasonido	16
Imagen 2	Ubicación de la cordillera Blanca	20
Imagen 3	Las 11 lagunas con peligro en el Parque Nacional Huascarán.....	22
Imagen 4	Arduino UNO.....	29
Imagen 5	Entorno Arduino IDE.....	32
Imagen 6	Sensor de Ultrasonido HC SR04.....	34
Imagen 7	Placa Raspberry PI 3	35
Imagen 8	Batimetría 13 febrero del 2016.....	50
Imagen 9	Evolución de la Laguna Palcacocha.....	51
Imagen 10	Arquitectura Tecnológica de la Solución.....	66
Imagen 11	Estructura de la solución	69
Imagen 12	Diseño de la Funcionabilidad de la solución.....	73
Imagen 13	Esquemización de la colocación del prototipo.....	77
Imagen 14	Consola del Putty conectado al Raspberry.....	83
Imagen 15	Interfaz del VNC Server.....	84
Imagen 16	Simulación en Proteus.....	85
Imagen 17	Plano de la distribución de los componentes del prototipo.....	86
Imagen 18	Plano de la distribución de los componentes del prototipo en PCB	87
Imagen 19	Imagen del Arduino IDE.....	96
Imagen 20	Declaración de variables en Arduino	97
Imagen 21	Definición de velocidad	97
Imagen 22	Configuración del Programa Arduino	97
Imagen 23	Definición de variables.....	98
Imagen 24	Funcionamiento del HC-SR04	99
Imagen 25	Código para capturar el tiempo que demora en recorrer el pulso	99
Imagen 26	Captura de la Distancia	100
Imagen 27	La compilación del código.....	100
Imagen 28	La consola del Raspberry PI 3.....	101
Imagen 29	Verificando versión de Python.....	101
Imagen 30	Imagen de actualización del Raspberry pi 3.....	102
Imagen 31	Imagen de actualización de paquetes del Raspberry pi 3.....	102
Imagen 32	Declaración de librerías en Python.....	103
Imagen 33	Declaración de librerías Python	103
Imagen 34	Código para comunicarse con el puerto serie	104
Imagen 35	Conexión con el servidor local.....	104
Imagen 36	Imagen del código para iniciar bucle	105
Imagen 37	Captura de datos del puerto serie	105
Imagen 38	Código de verificación de la longitud del dato	106
Imagen 39	Impresión de datos capturado.....	106
Imagen 40	Código de almacenamiento del dato del servidor	107
Imagen 41	Imagen Código captura de datos del puerto serie	108
Imagen 42	Localización y Creación del Script	109
Imagen 43	Ejecución del Script	109
Imagen 44	Proceso de implementación del hardware.....	110
Imagen 45	Imagen del Raspberry PI 3 sin montar	111

Imagen 46	Imagen del Raspberry PI 3 con tarjeta micro Sd.....	111
Imagen 47	Vista superior del Arduino	112
Imagen 48	Vista posterior del Arduino	112
Imagen 49	Base del contenedor del Prototipo.....	113
Imagen 50	El contenedor con el Raspberry	114
Imagen 51	El contenedor con el Raspberry e incluido el Arduino	114
Imagen 52	El posterior del sensor ultrasonido HC-SR04	115
Imagen 53	El sensor ultrasonido HC-SR04	115
Imagen 54	Sensor ultrasonido en la plataforma.....	116
Imagen 55	Claves de conexión.....	116
Imagen 56	Claves de conexión en Prototipo.....	117
Imagen 57	Sensor ultrasonido HC-SR04	117
Imagen 58	Orden de conexión de cables para el Prototipo.....	118
Imagen 59	Conexión de cables entre Arduino y sensor de Ultrasonido	118
Imagen 60	Conexión entre Arduino y Raspberry	119
Imagen 61	Conexión del prototipo con la antena.....	120
Imagen 62	Prototipo.....	121
Imagen 63	Encendido del prototipo median una batería de salida 5v.....	121
Imagen 64	Vista completa del Prototipo	122
Imagen 65	Vista completa del Prototipo con paneles Solares	122
Imagen 66	Camino a la quebrada Cojup	123
Imagen 67	Inicio de la quebrada Cojup	124
Imagen 68	Dique artificial de 8 metros.....	124
Imagen 69	Tuberías en el dique	125
Imagen 70	Camino a la laguna Palcacocha.....	125
Imagen 71	Laguna Palcacocha.....	126
Imagen 72	Prototipo antes de poner en contenedor	126
Imagen 73	Funcionamiento del Raspberry en la Prueba.....	127
Imagen 74	Armado del prototipo para la Prueba	127
Imagen 75	Prototipo en su contenedor.....	128
Imagen 76	Instalación de prototipo.....	128
Imagen 77	Prototipo instalado en la laguna Palcacocha	129
Imagen 78	Instalación del Prototipo en su soporte	129
Imagen 79	Datos capturados por el prototipo	130
Imagen 80	Base de datos del prototipo	130
Imagen 81	Pruebas de Normalidad en SPSS.....	136
Imagen 82	Datos tomados con la regla de la laguna Palcacocha.....	151
Imagen 83	Datos tomados con el prototipo en la laguna Palcacocha	153
Imagen 84	Histograma de frecuencias datos tomados de la regla manualmente ..	155
Imagen 85	Distribución de frecuencias datos tomados de la regla manualmente.	156
Imagen 86	Histograma de frecuencias de datos tomados por el prototipo.....	158
Imagen 87	Distribución de frecuencias de datos tomados por el prototipo	159
Imagen 88	Distribución normal de datos tomados por el Prototipo.....	161
Imagen 89	Distribución normal de datos tomados con la Regla.....	161
Imagen 90	Diagrama de bloque del Raspberry PI 3.....	163
Imagen 91	Dimensiones Mecánicas Raspberry	164

Imagen 92	Funcionamiento de la fuente de alimentación.....	164
Imagen 93	Parámetros eléctricos sensor de ultrasonido	166
Imagen 94	Ultrasonido HC-SR04	166
Imagen 95	Secuencia de tiempo del Ultrasonido	166
Imagen 96	Circuito físico Arduino UNO.....	168
Imagen 97	Pines de conexión de Atmega 168/328	169

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Personal Disponible	38
Tabla 2	Materiales	38
Tabla 3	Equipos.....	39
Tabla 4	Servicios.....	39
Tabla 5	Población.....	40
Tabla 6	Batimetría 2009.....	50
Tabla 7	Relación de sucesos causados por lagunas de origen glaciar.....	53
Tabla 8	Comparativa de Arduino y Raspberry.....	57
Tabla 9	Lagunas peligrosas del PNH y su ubicación	59
Tabla 10	Costos de afectación.....	60
Tabla 11	Lenguajes de programación	63
Tabla 12	Comparativa de base de datos	64
Tabla 13	Plataforma, distribución de datos y aplicaciones	67
Tabla 14	Componentes de esta etapa	78
Tabla 15	Componentes de esta etapa	81
Tabla 16	Lenguaje de Programación.....	88
Tabla 17	Librerías Arduino y Raspberry	89
Tabla 18	Prueba 001.....	90
Tabla 19	Prueba 002.....	91
Tabla 20	Prueba 003.....	91
Tabla 21	Prueba 004.....	91
Tabla 22	Costos de Hardware y Software.....	92
Tabla 23	Monitoreo y Evaluación.....	95
Tabla 24	Prueba de toma de datos.....	133
Tabla 25	Pruebas de Normalidad	135
Tabla 26	Pruebas de Muestras Emparejadas	137
Tabla 27	Frecuencia acumulada de datos de la regla	155
Tabla 28	Frecuencia acumulada de datos tomados por el prototipo	158
Tabla 29	Matriz de consistencia.....	171

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA:

Debido a problemas climatológicos, fuertes lluvias y desbordes de ríos y lagunas, el Perú quedó afectado en su historia por fenómenos como el niño costero, además en la ciudad capital de Lima el desborde de los ríos Rímac y Huaycoloro, cuyo caudal se incrementó por avalanchas de piedras y lodo al este de Lima afectando vías, cultivos y puentes. Las fuertes lluvias provocan la caída de aludes sobre las carreteras de todo el país en la selva, la costa y la sierra peruana se vieron afectados por estos fenómenos naturales. Según cifras del Centro de Operaciones de Emergencia Nacional (COEN) en su reporte se reveló que en el año 2017 fueron en total 107 el número de víctimas mortales, a consecuencia de las intensas lluvias, desbordes, huaicos e inundaciones que se registraron en diversas regiones del país. Además, que los damnificados en el ámbito nacional suman 293,322 personas, mientras que la cifra de afectados llega a 1,3 millones y las viviendas afectadas son en total 221,761.

El 13 de diciembre del año 1941 un aluvión cayó sobre la ciudad de Huaraz y mató cuatro mil personas, esto es un símbolo de lo frágil que es el hombre frente a la naturaleza. Este evento tomó por sorpresa a la población y arrasó con todo, llegando a destruir la tercera parte de la ciudad. Esto fue provocado por la laguna que nace a 4562 metros sobre el nivel del mar la Laguna Palcacocha ubicada en el Parque Nacional Huascarán. A raíz del evento, los especialistas de aquel

entonces comenzaron a analizar y comprender que las lagunas con origen en el retroceso glaciar significaban un grave riesgo para la población asentada en las partes bajas.

Es por ello que no es solo la laguna Palcacocha la que representa un riesgo para Áncash. El Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña (INAIGEM) ha logrado identificar otras lagunas peligrosas, ubicadas en las provincias de Pomabamba, Asunción de Chacas, Huaylas, Huaraz y Carhuaz; todas en este departamento y la mayoría pertenecen al Parque Nacional Huascarán. Las lagunas identificadas como peligrosas en la Cordillera Blanca son: Palcacocha, Cuchillacocha, Tullparaju, Rajucolta, Arhuaycocha, en la provincia de Huaylas, la Lagunas 513, Parón y Jatuncocha.

Si un hecho similar al de 1941 volviera a ocurrir, serían 50 mil las personas afectadas y las pérdidas económicas superarían los 2 mil 600 millones de dólares. Infraestructuras como la hidroeléctrica Cañón del Pato y las bocatomas de los proyectos Chincas y Chavimochic también se perjudicarían y todo esto por la poca acción de las autoridades de nuestra región.

1.2. ENUNCIADO DEL PROBLEMA:

¿De qué manera la implementación de un prototipo basado en tecnología Arduino permitirá la medición de nivel de agua en lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán?

1.3. HIPÓTESIS

La implementación de un prototipo basado en tecnología Arduino permitirá realizar la medición de nivel de agua en las lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán de manera automatizada.

1.4. OBJETIVO

1.4.1. Objetivo General:

Proponer un prototipo basado en tecnología Arduino para la medición de nivel de agua en las lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán en el 2018.

1.4.2. Objetivos Específicos:

1.4.2.1. Realizar un prototipo haciendo uso de la tecnología Arduino.

1.4.2.2. Demostrar la funcionabilidad y resistencia del módulo Arduino en las condiciones presentadas en las lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán.

1.4.2.3. Determinar el sensor de medición compatible con la tecnología Arduino para la medición del espejo de agua en lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán.

- 1.4.2.4. Determinar los componentes del prototipo de medición de nivel de agua para lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán.

1.5. JUSTIFICACIÓN

1.5.1. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

La crecida del agua en las diferentes lagunas del Parque Nacional Huascarán son eventos de origen hidrometeorológicos que elevan el nivel de la superficie libre del agua de lagos o lagunas, lo que puede causar daños en la población, en la agricultura, en la ganadería y en la infraestructura. Dado este problema el presente proyecto busca dar una solución social ya que es una herramienta que permite a la población analizar los cambios en los niveles de la laguna, así poder analizar y evitar que los fenómenos naturales se conviertan en un desastre natural.

1.5.2. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

El proyecto planteado se basa en el uso de la tecnología Arduino y sus diferentes módulos en apoyo con otros microcontroladores como el Raspberry, el prototipo a desarrollar contempla dentro de sus fines ser de bajo costo por ello los componentes utilizados no superan los 700 soles en conjunto, cifra que es costeable por mi persona para su desarrollo y en comparación con los beneficios que traería esta tecnología lo hace totalmente rentable dado que cuando se logró concretizar traerá beneficios económicos a gran escala evitando pérdidas materiales y humanas, siendo este un modelo

fácil de replicar y de bajo costo ahorrando así un gran porcentaje en comparación a otras tecnologías de similar funcionamiento.

1.5.3. **JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA:**

La tecnología Arduino y sus diferentes módulos y sensores usan diferentes métodos para ser implementados y desarrollados, usando incluso un lenguaje de programación de alto nivel, según las especificaciones del Arduino UNO presenta características que se adaptan al entorno de su uso, la variable más crítica es la temperatura ambiente a la que tiene que estar expuesta y la tecnología Arduino soporta entre los -40°C y 85°C , dado estos rangos límites, se puede asegurar el uso de esta tecnología. En el módulo del sensor que es el encargado de la medición se hará uso del HC SR04, dado el diseño que se tiene pensado implementar se necesita de mínimo 2 m de alcance de medición, este módulo Arduino nos ofrece medir la distancia de 4 m lo cual supera el margen necesario para la medición de la distancia, por ello se opta por el uso de esta tecnología ya que también nos brinda la posibilidad del uso ininterrumpido durante las 24 h del día.

1.5.4. **JUSTIFICACIÓN LEGAL:**

LEY N° 29664 Ley de sistema nacional de gestión del riesgo de desastres (Poder Legislativo, 2011)

Artículo 3.- Definición de Gestión del Riesgo de Desastres: La Gestión del Riesgo de Desastres es un proceso social cuyo fin último es la prevención, la reducción y el control permanente de los factores de riesgo de desastre en la

sociedad, así como la adecuada preparación y respuesta ante situaciones de desastre, considerando las políticas nacionales con especial énfasis en aquellas relativas a materia económica, ambiental, de seguridad, defensa nacional y territorial de manera sostenible.

Consiste en recibir información, analizar y actuar organizadamente sobre la base de sistemas de vigilancia y monitoreo de peligros, establecer, desarrollar acciones y capacidades locales para actuar con autonomía.

Art. 13. Definición y funciones: Desarrollar, coordinar y facilitar la formulación y ejecución del Plan Nacional de Gestión del riesgo de Desastres, en lo que corresponde a los procesos de preparación, respuesta y rehabilitación, promoviendo su implementación.

Artículo 5.- Definición y lineamientos de la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres: La Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres es el conjunto de orientaciones dirigidas a impedir o reducir los riesgos de desastres, evitar la generación de nuevos riesgos y efectuar una adecuada preparación, atención, rehabilitación y reconstrucción ante situaciones de desastres, así como a minimizar sus efectos adversos sobre la población, la economía y el ambiente.

Las entidades públicas, en todos los niveles de gobierno, son responsables de implementar los lineamientos de la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres dentro de sus procesos de planeamiento.

1.5.5. **JUSTIFICACIÓN OPERATIVA:**

Para la elaboración de la investigación presente, se tiene las facilidades necesarias. Debo manifestar que los componentes necesarios para el desarrollo de esta tesis en el aspecto del software son de libre acceso, teniendo entre ellos los programas como el Arduino IDE, el Python 3.6, el sistema operativo Raspbian a nuestro alcance para su acceso libre, además de ello gracias a la comunidad de educación de Autodesk nos permite tener el acceso a sus programas de modelamiento en 3D. Por el componente físico podemos mencionar que todo el hardware utilizado es de fácil acceso para su compra y además de ello considerando su bajo costo se puede financiar. Dado todos estos componentes podemos asegurar la operatividad del proyecto.

1.5.6. **JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL**

Con la aplicación del proyecto de tecnología Arduino para medición del nivel de agua en lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán se busca reducir los daños que causaría un fenómeno natural, su efecto sobre la vida humana y la naturaleza, destruyendo un ecosistema que se extiende en un área de 3.400 km², comprendiendo 434 lagunas, 712 glaciares, profundos valles por encima de la región quechua y 41 ríos que alimentan las cuencas del Océano Pacífico y Atlántico, además de cientos de especies de mamíferos, aves, peces y reptiles que han sido documentados, incluyendo muchos que han sido puestos en peligro de extinción y amenaza. Al aplicar este proyecto se podría monitorear los cambios en el nivel del agua de la laguna y proteger

los ecosistemas de la Cordillera Blanca que son patrimonio natural, científico y cultural de la nación, así se da la justificación ambiental.

1.6. DESCRIPCIÓN Y SUSTENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

En el presente proyecto de investigación se utilizará el método cuantitativo ya que permitirá determinar las unidades de medida con mayor facilidad. Cabe destacar que el análisis cumple un papel muy importante en este proyecto porque sin ello no podríamos llegar a un buen diagnóstico; el proyecto de investigación influye el uso de dispositivos tecnológicos y su posterior contrastación de resultados. La estadística juega un papel importante y su ayuda con los instrumentos de medición para poder realizar entrevistas, reuniones para poder determinar el problema planteado. El proceso de investigación contempla las siguientes etapas o procesos:

1.6.1. Identificación de problema de investigación.

En esta etapa se busca definir el problema previamente concebido para luego plasmarlo con datos históricos, informes y así poder verificar la problemática real, con datos que puedan ser verificables.

1.6.2. Establecimiento de variables.

Una vez definido el problema y obtenido el título del proyecto se define la variable la cual serán el eje central del proyecto donde nos guiaremos y haremos que todas las demás etapas giren en torno a esta variable.

1.6.3. Establecimiento de objetivos.

Los objetivos se establecen luego de haber definido las variables que encierra el proyecto, en esta etapa definiremos cuáles serán los lineamientos a conseguir al finalizar el proyecto.

1.6.4. Establecimiento de hipótesis.

La hipótesis reconoce la afirmación de nuestro proyecto, donde el uso de un prototipo basado en tecnología Arduino tendrá un impacto positivo para medición de nivel de agua en las lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán

1.6.5. Identificación y selección de la muestra.

La muestra será obtenida de acuerdo a la población, ya son todos los datos recogidos desde nuestros sensores y los datos recogidos de la regla echa por los trabajadores, siendo esta pequeña determinamos que la población sea también la muestra tomando así un tipo de muestreo no probabilístico por conveniencia.

1.6.6. La discusión de resultados.

En esta etapa analizaremos los resultados obtenidos y compararemos con nuestra hipótesis planteada para ver así su concordancia con nuestro problema y dar solución a los mismos, a la vez logrando los objetivos planteados

1.6.7. Informe final.

En esta etapa se desarrollará y se plasmará todo lo acontecido para el desarrollo del proyecto, así como su problemática, la hipótesis, objetivos, la recolección de datos, los resultados, conclusiones y demás etapas comprendidas para el desarrollo del mismo.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 Antecedentes Internacionales

(Madariaga, 2008) en su Proyecto para la ciudad de Santa Fe, Argentina titulado “Sistemas de alerta temprana y medidas de prevención” nos explica que la ciudad de Santa Fe está compuesta en 70% de su área por ríos y lagunas. La ciudad tiene 415.000 habitantes y su área metropolitana 526.000. Santa Fe es una provincia situada en el centro del país. Las inundaciones más graves de Santa Fe ocurrieron entre el 29 de abril y el 3 de mayo de 2003, que afectó a la ciudad y las localidades aledañas, luego de intensas precipitaciones que venían suscitándose cinco días antes. El plan buscaba permitir la obtención y el monitoreo periódico de los fenómenos hidrometeorológicos que afectan la provincia. Este componente incluye la ejecución de las siguientes actividades:

- Diagnóstico del sistema de comunicación actual.
- Diseño de mecanismos y procedimientos para hacer efectiva la transmisión de información (diseño de categoría de estado de alertas y protocolos).
- Relevamiento de los medios disponibles para la obtención de datos meteorológicos y de lecturas de ríos, que permitan predecir eventos con seis horas de anticipación.
- Plan de acción para la implementación del SAT.

(CARE Brasil, 2011) en el proyecto de “Movilización de la sociedad civil para la reducción de riesgo de desastres en Brasil” en el año 2011 mencionaron que el país de Brasil ha estado históricamente plagado de fuertes lluvias y ha sufrido inundaciones y deslizamientos de tierra. Con el fin de proporcionar asistencia humanitaria a los afectados y minimizar los impactos del evento se desarrolló el sistema comunitario de alerta y alarma donde el SAT posee pluviómetros en zonas remotas que envían datos cada 15 minutos. Si la lluvia alcanza una intensidad dada se activa una alarma. Así cuando se llega a un escenario crítico, se envían mensajes de texto a los teléfonos celulares de todos los miembros del sistema.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

(GUERRERO CRUZ & GAMES SEGALES, 2017) En su tesis “Sistema de monitoreo del nivel de agua en los tanques elevados, para empresas avícolas usando la arquitectura java j2ee y plataforma de prototipos electrónica – Arduino” nos presenta su estudio, diseño y evaluación de un sistema de monitoreo del nivel de agua en los tanques elevados bajo coste y con comunicación vía mensaje de texto (SMS). Su desarrollo se ha basado en la plataforma de hardware libre Arduino, junto con recursos software de código de java, App Inventor2, Php, My Sql Server, lo que favorece la reducción de los costes.

(Godinez Tello, Diseño e implementacion de un sistema de alerta temprana ante desborde de rios utilizando la red GSM, 2011) en su tesis “Diseño e implementación de un Sistema de Alerta Temprana ante desborde de ríos

utilizando la Red GSM” nos presenta que el desborde de los ríos y lluvias intensas en el Perú ha afectado a 1’451,251 personas entre los años 2003 y 2008, convirtiéndose de esta manera en el segundo desastre natural en el Perú después de las heladas. Por tal motivo, en el presente trabajo de tesis se desarrolló un módulo de telemetría basado en la red de telefonía móvil GSM (Global System Mobile) con el fin de alertar en forma temprana a una persona o grupo de personas adecuadamente organizadas ante el incremento del nivel de agua y posible desborde de un río utilizando técnicas sensoriales de nivel de agua por medio de ultrasonido, gestión de datos medidos a través de un microcontrolador PIC18F4550, y luego transmitido y recibido por el usuario final utilizando para tal fin el módulo SIM548C de tecnología GSM. El usuario final dispondrá de acceso a los datos por medio de un equipo celular o a través de un computador con interfaz gráfica en un Centro de Monitoreo, utilizando el Servicio de Mensaje Corto (SMS).

(Soluciones Prácticas, 2013-2012) dentro de su proyecto “Fortalecimiento de capacidades de autoridades locales y actores de la sociedad civil para la integración de la gestión del riesgo en la planificación del desarrollo sostenible” desarrollarlo en la provincia de Zurite, Cusco podemos resaltar dentro de este proyecto que se desarrolló el Sistema de alerta temprana ante peligro de deslizamiento en Zurite, Perú. El movimiento de remoción en masa que afecta a la población de Zurite tiene una dinámica compleja causada por la pendiente que, junto con las precipitaciones intensas y la cantidad de manantes, se convierte en un flujo de lodo que llega al poblado de Zurite con

menor velocidad debido al cambio de pendiente. En este SAT se usa Sensores para detectar el movimiento de tierras y también Imágenes que se utilizan para monitorear visualmente el punto más frágil de la cuenca y emitir alertas a partir del procesamiento y análisis de imágenes del movimiento de tierras.

2.1.3 Antecedentes locales

(Agencia Suiza para la Cooperación y el Desarrollo, 2012) en su marco de su Proyecto Glaciares en colaboración con la Autoridad Nacional del Agua del Ministerio de Agricultura y Riego implementó el Proyecto Glaciares en el año 2012, con el objetivo de fortalecer las capacidades para la adaptación al cambio climático y reducir los riesgos asociados a los glaciares, así como aprovechar las oportunidades que ofrece el retroceso de estos cuerpos sólidos de agua.

Durante cuatro años diversas instituciones, organizaciones sociales, autoridades y población local, trabajaron en conjunto generando conocimientos respecto al peligro de aluviones, facilitando, así, el fortalecimiento de capacidades organizativas y de comunicación para la respuesta oportuna ante un aluvión.

En ese marco, uno de los avances más trascendentes representó la puesta en marcha del Sistema de Alerta Temprana (SAT) ante aluviones para la ciudad de Carhuaz. Dicho SAT reforzaba la vigilancia humana con un sistema de alta tecnología que permitía el monitoreo del glaciar Hualcán y la laguna 513. Era el único en el país que brindaba información en tiempo real,

otorgando un mayor tiempo para la evacuación de las familias en caso de aluviones.

El SAT se implementó con los cuatro componentes que establece la legislación peruana, con una inversión de aproximadamente dos millones de soles, que incluyen estudios, capacitaciones, asesorías y compra de equipos. La inversión permitió tener instrumentos de gestión como el mapa de riesgos, equipos de monitoreo y alerta temprana, identificando zonas seguras y rutas de evacuación. El valor de los equipos de monitoreo y alerta temprana siniestrados asciende a 400 mil soles.

Teniendo en cuenta que este SAT se instaló para prevenir desastres mayores y proteger a la población de Carhuaz en el largo plazo.

2.2 MARCO TEÓRICO BÁSICO

2.2.1 Medición de Nivel de Líquidos

Según (Universidad de Buenos Aires, 2015), La medición de nivel consiste en medir la altura a la que se encuentra la superficie libre del líquido a partir de una línea de referencia.

Existen básicamente dos métodos:

a) Métodos Directos

Estos consisten en medir directamente la superficie libre del líquido a partir de una línea de referencia. Pueden ser:

- Observación visual directa de la altura sobre una escala graduada: medidor de vara, de tubo de vidrio, etc.

- Determinación de la posición de un flotador que descansa sobre la superficie libre del líquido: flotador y cinta, flotador y eje, etc.
- Electrodo que hacen contacto con la superficie libre del líquido.

b) Métodos Indirectos

Estos consisten en medir otros efectos que cambian con el nivel del líquido.

Entre ellos están:

- Medición de presión hidrostática o presión diferencial.
- Medición de fuerza de empuje. Como en el de tubo de torsión.
- Medición de la radiación nuclear. Medidor radioactivo.
- Reflexión de ondas de radio, de radar o sónicas desde la superficie libre del líquido. Medidor ultrasónico.
- Medición de la capacitancia eléctrica.

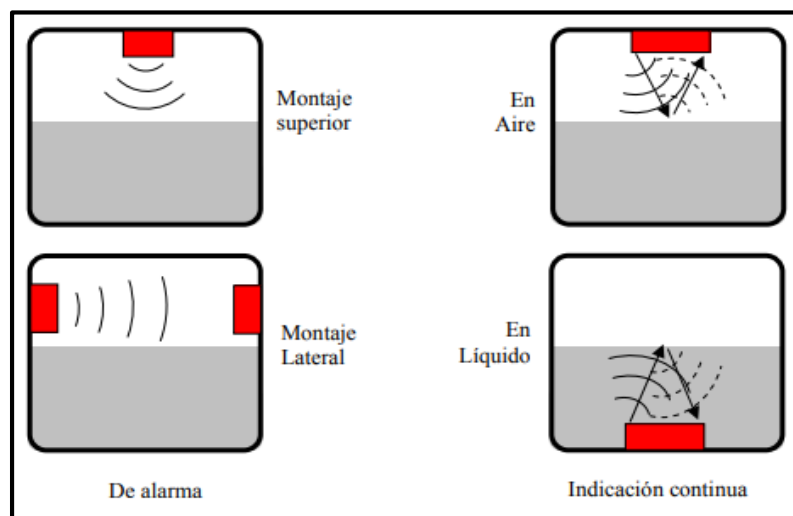
Estos métodos tienen un error inherente debido a que el nivel se determina a partir de la medida de otra variable.

2.2.2 Medición de nivel por ultrasonido

Este método se basa en la emisión de un impulso ultrasónico a una superficie reflectante, la superficie libre, y la recepción del eco del mismo en el receptor. En este caso el retardo en la lectura o captación del eco depende del nivel del tanque. Estos se pueden usar como alarma, en este caso los sensores vibran con una cierta frecuencia y se amortiguan disminuyendo la frecuencia cuando el líquido los toca. En este caso el montaje puede ser lateral o superior. Se pueden usar también como indicación continua, en este caso la fuente de ultrasonido genera impulsos que son detectados por el receptor una

vez transcurrido el tiempo de ida y vuelta de la onda a la superficie del sólido o líquido. Como la reflexión de la onda se realiza en la superficie libre, el montaje podrá ser entonces en el aire o en el líquido. Sirven para todo tipo de líquidos, pero son sensibles a la densidad del fluido en el cual es transportada la onda, ya que la velocidad de propagación de la onda varía según la densidad del medio de transporte de ésta, por lo tanto, el método no es conveniente para procesos en donde cambian continuamente las condiciones ambientales. También se presentan problemas de reflexión cuando en la superficie del líquido se forman espumas, existen sólidos en suspensión o la superficie no es suficientemente nítida debido a turbulencias, por ejemplo. Trabajan generalmente con una frecuencia de 20 KHz. La precisión de estos instrumentos está en el orden del 1 al 3%. Todo esto según la información recabada en (François Dulhoste, 2016) en su informe del nivel del agua de la Escuela de Ingeniería Mecánica en Mérida, Venezuela.

Imagen 1
Sistema de medición por ultrasonido



Fuente : (François Dulhoste, 2016)

2.2.3 Parque Nacional Huascarán

Según el (SERNANP, 2018), El Parque Nacional Huascarán (PNH) está localizado en la zona norte centro del país ocupando parte de las provincias de Huaylas, Yungay, Carhuaz, Huaraz, Recuay, Bolognesi, Huari, Asunción, Mariscal Luzuriaga y Pomabamba en el departamento de Ancash, y tiene una extensión de 340,000 hectáreas. El PNH es uno de los más emblemáticos del país puesto que protege una de las zonas con la mayor diversidad biológica y cultural que tiene el Perú.

En su interior protege la ecorregión de la Puna Húmeda de los Andes Centrales. Fue creado en 1975 y en 1977 fue declarado Reserva de Biosfera por la UNESCO; y en 1985 fue incluido en la lista de Patrimonio Natural de la Humanidad de la UNESCO. El territorio del PNH es accidentado y comprende el flanco oriental de la Cordillera Blanca en la zona del callejón de Conchucos y el occidental en la zona del callejón de Huaylas. Presenta cumbres nevadas con altitudes que oscilan entre los 5,000 m.s.n.m. y 6,768 m.s.n.m. (Huascarán); quebradas profundamente encajonadas como resultado de la erosión glacial; y un gran número de lagunas.

El PNH se encuentra ubicado en una zona eminentemente tropical, albergando los nevados más altos del mundo en esta región geográfica. Dentro de sus límites existe cerca de 660 glaciares y 300 lagunas de origen glacial. Es por eso que la importancia del PNH también se refleja en el potencial hidrológico pues sus nevados alimentan la cuenca de los ríos Santa, Marañón y Pativilca.

El carácter prístino del paisaje es impresionante y es el atractivo central del PNH. Así, el buen estado de conservación de sus ecosistemas es el eje principal de activación de la economía local. Visitar este gran espacio protegido es casi una obligación. Recorrer este lugar es un viaje por la historia del Perú y por la imponencia de nuestra geografía.

2.2.4 Lagunas de origen glaciar

Considerada a todas las lagunas cuyo origen se remonta al deshielo de los nevados, es por ello el nombre de origen glaciar.

Según (INAIGEM, 2018): “La Cordillera Blanca cuenta con 860 lagunas con origen glaciar con áreas mayores o iguales a 5,000 m², siendo las lagunas más importantes: Parón, Palcacocha, Rajucolta, Querococha, Orconcocha, Chinancocha, Pelagatos, Safuna, Conococha, Tullparaju, Cuchillacocha, Cullicocha, Purhuay y Arhuaycocha, entre otras.”

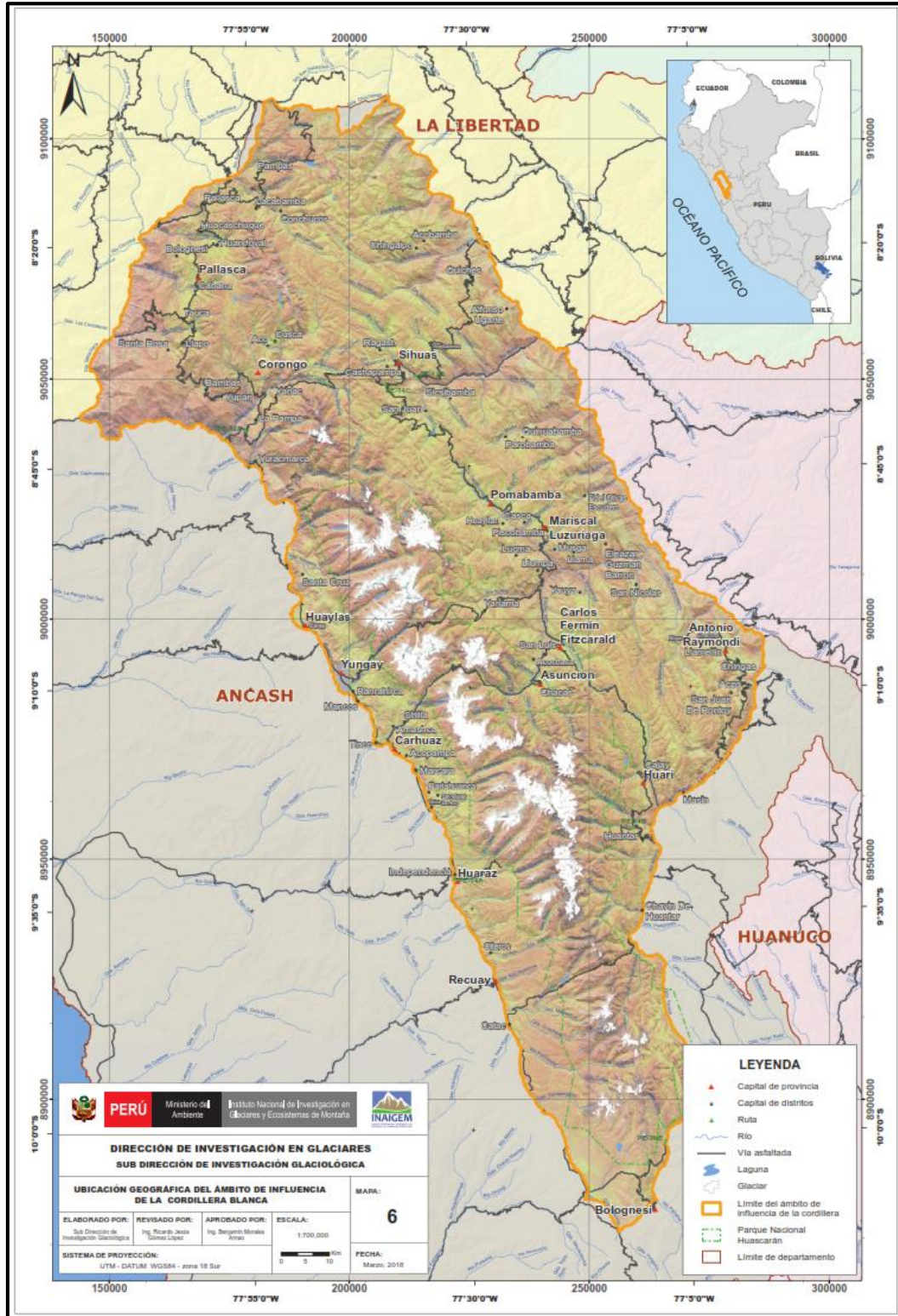
2.2.5 Cordillera Blanca

Según (INAIGEM, 2018) La Cordillera Blanca forma parte de las cordilleras ubicadas en la zona norte del país, el ámbito de influencia tiene un área de 13,602 km² y una longitud aproximada de 247 km, geográficamente sus límites están comprendidos entre las coordenadas de 10°12'22.09" y 7°55'55.71" de latitud sur y 78°24'7.65" a 76°30'47.90" de longitud oeste. La Cordillera Blanca es uno de los activos naturales más importante del país por contener la mayor reserva de agua dulce sólida como líquida del Perú, además de cientos de lagunas de origen glaciar que se han formado a lo largo del tiempo. Los glaciares del flanco occidental de la Cordillera Blanca vierten

sus aguas a la cuenca del río Santa. Este aporte hídrico contribuye significativamente al desarrollo de ciudades importantes como Huaraz, Chimbote, Trujillo e innumerables pueblos a lo largo de su recorrido, sosteniendo el desarrollo agrario de la cuenca y a la gran zona agroindustrial de La Libertad. También, estas aguas contribuyen al desarrollo energético del país a través de varias centrales hidroeléctricas. De igual modo ocurre en la vertiente oriental de la Cordillera Blanca, donde la gran cantidad de riachuelos van hacia las partes bajas, confluyendo en tres ríos principales que desembocan en el río Marañón: el Rupac, en el Sur; el Yanamayo en el Centro; y Sihuas en el Norte.

La Cordillera Blanca en su extremo sureste da nacimiento al importante río Pativilca que desemboca en el océano Pacífico. En su recorrido contribuye al desarrollo de la provincia de Bolognesi (distritos de Chiquián, Aquia y Huasta) y ciudades de la costa como Barranca, Pativilca y Paramonga, lugares con grandes áreas agroindustriales. En la vertiente oriental de la cordillera se concentran los máximos valores de precipitación, obteniéndose una media anual mayor a los 900 mm³. Esto ocurre principalmente en la estación de verano y son del tipo orográficas. En las zonas ubicadas por encima de los 4,500 m.s.n.m. de la vertiente occidental se tiene una media anual de 600 mm, valor inferior a la vertiente oriental debido a los flujos de viento que son de este a oeste, ocasionando que las descargas ocurran primero y en mayor proporción en dicho lugar.

Imagen 2
Ubicación de la cordillera Blanca



Fuente : (INAIGEM, 2018)

2.2.6 Lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán

El Parque Nacional Huascarán se encuentra en las montañas tropicales de la Cordillera Blanca, al oeste de Perú. Dentro de este existen albergados los nevados más altos del mundo en esta región geográfica. Dentro de sus límites existe cerca de 660 glaciares y 300 lagunas de origen glaciar. Es por eso que la importancia del PNH también se refleja en el potencial hidrológico pues sus nevados alimentan la cuenca de los ríos Santa, Marañón y Pativilca. Dentro de toda esta cantidad de lagunas encontramos entre las más peligrosas a las que representan un claro peligro para las poblaciones cercanas a estas, provincias como Huaraz, Huaylas, Carhuaz, Pomabamba y Chacas tiene en sus cobijos las lagunas con gran peligro potencial dado su origen glaciar.

Según el INAIGEM y replicado por (La Republica, 2017) las 11 lagunas con más peligro para Áncash son:

Huaraz

- Cuchillacocha y Tullparaju
- Oshapalca
- Artesoncocha
- Mullaca
- Rajucolta
- Palcacocha
- Arhuaycocha

Carhuaz

- Laguna 513

Huaylas

- Artizón Alta y Baja
- Arhuaycocha

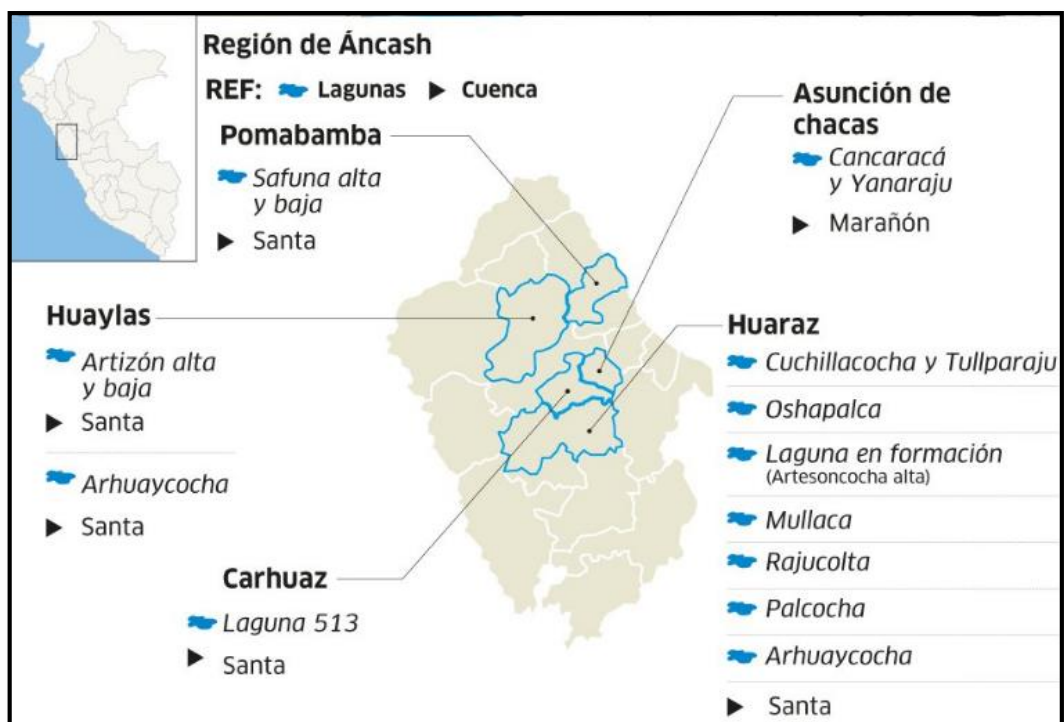
Pomabamba

- Safuna alta y baja

Asunción de Chacas

- Cancaracá y Yanaraju

Imagen 3
Las 11 lagunas con peligro en el Parque Nacional Huascarán



Fuente: (INAIGEM, 2016)

2.2.7 Módulo

Se conoce como módulo (del latín *modulus*) a una estructura o bloque de piezas que, en una construcción, se ubican en cantidad a fin de hacerla más sencilla, regular y económica. Todo módulo, forma parte de un sistema y suele estar conectado de alguna manera con el resto de los componentes. (Gardey, 2012)

Aquello que se considera como modular es fácil de ensamblar y suele ofrecer una amplia flexibilidad. Por otra parte, el producto final o sistema puede conservar su apariencia sin sufrir consecuencias con sólo reparar el módulo o componente que no funciona. Se conoce como modularidad a la capacidad de un sistema para ser entendido como la unión de varios elementos que se vinculan entre sí y que resultan solidarios. (Gardey, 2012)

2.2.8 Hardware

Comprende todos los dispositivos o elementos físicos con los cuales es construida una computadora. Incluye también los elementos mecánicos, electrónicos y eléctricos. Los teclados, monitores, impresoras, microprocesadores, unidades de disco, ratón, escáner y demás periféricos, son hardware. (Grupo Educare S.A., 2016)

Tipos de hardware:

Se clasifica generalmente en básico y complementario, entendiendo por básico todo aquel dispositivo necesario para iniciar la computadora por

ejemplo el monitor, teclado, ratón. Y el complementario como su nombre lo dice, sirve para realizar funciones específicas o más allá de las básicas.

- Periféricos de entrada

Son los que permiten que el usuario aporte información exterior. Entre ellos podemos encontrar: teclado, ratón, escáner, micrófono, y más.

- Periféricos de salida

Son los que muestran al usuario el resultado de las operaciones realizadas por la computadora. En este grupo podemos encontrar: monitor, impresora, altavoces, entre otros.

- Periféricos de entrada/salida

Son los dispositivos que pueden aportar simultáneamente información exterior a la computadora y al usuario. Aquí se encuentran: módems, unidades de almacenamiento (discos duros, disquetes, memorias USB, entre otros).

2.2.9 Software

Se forma por el conjunto de instrucciones o programas. Los programas son una secuencia de órdenes que se le dan a la computadora para que haga algo. Todos los juegos de video, sistemas operativos y programas de aplicación como procesadores de palabras o programas para Internet son software. (Grupo Educare S.A., 2016).

Tipos de Software:

- Sistemas Operativos

Un sistema operativo es el software que controla el uso de los recursos y el hardware de la computadora. El sistema operativo es indispensable en todo

sistema de cómputo, ya que regula como se usa la memoria, como se guarda la información en los discos, como se transfiere la información, etcétera. Controla las actividades en el interior de la computadora y proporciona servicios al usuario para que éste pueda iniciar programas, manejar datos o preservar la seguridad.

- Software de Aplicación

El Software de aplicación nos ayuda a realizar alguna tarea específica, como crear un documento, manipular una imagen, crear música, jugar. Al software de aplicación también se le llama: paquetes, paquetería o simplemente, aplicaciones.

Cada software de aplicación fue creado con una función específica y, de acuerdo a la función para la que fue hecho.

- Software de desarrollo

En esta categoría están los lenguajes de programación y los ambientes de desarrollo, que permiten crear programas para realizar cualquier tipo de tarea. La función de este tipo de software es permitir, a su vez, la creación de software o programas.

El programador es la persona que utiliza software de desarrollo para crear programas que satisfagan necesidades específicas. Cuando una persona o empresa no encuentra en el mercado programas que satisfagan sus necesidades, encarga a un programador el desarrollo de software personalizado a sus propios intereses.

2.2.10 Tecnología Arduino

Según el portal web (Arduino:Tecnología para todos, 2018) nos menciona que Arduino es una plataforma de prototipos electrónica de código abierto basada en hardware y software flexibles y fáciles de usar.

Placas Arduino son capaces de leer las entradas de luz en un sensor, un dedo sobre un botón o un mensaje de Twitter y lo convierten en una salida, la activación de un motor, encender un LED, publicar algo en línea. Para ello se utiliza el lenguaje de programación de Arduino (basado en el cableado), y el software de Arduino IDE, sobre la base de procesamiento.

Arduino es definida como una plataforma de electrónica abierta para la creación de prototipos, basada en software y hardware flexibles y fáciles de usar. Se creó para artistas, diseñadores, aficionados y cualquier interesado en crear entornos u objetos interactivos. (Rigoberto Morales, 2012)

En términos generales, puede decirse que Arduino es un pequeño sistema embebido, ya que cuenta con todos los elementos de este tipo de sistemas; su lenguaje de programación es una derivación de “C”, con funciones predefinidas para facilitar la programación, aunque es posible incorporar código C del compilador AVR (ATMEGA320 es un microcontrolador AVR). Esto es especialmente útil cuando se requiere un mayor control de los módulos internos del microcontrolador.

La estructura de Arduino fue concebida para proveer entradas y salidas digitales, entradas analógicas e interrupciones externas. Se programa por vía

USB, aunque también dispone de un conector ICSP para utilizar un programador externo. Al ser una plataforma de hardware abierto, tanto el diagrama esquemático como el firmware es de acceso público, de manera que puede ser tomado y modificado de acuerdo a necesidades específicas de diseño. (Rigoberto Morales, 2012)

2.2.11 Hardware Arduino

Dentro de la parte física según (Herrera Herranz & Sanchez Allende, 2015) encontramos especificaciones en su informe titulado “Una mirada al mundo Arduino” donde nos menciona que está constituido en el hardware por un micro controlador principal llamado Atmel AVR de 8 bits que es programable con un lenguaje de alto nivel, presente en la mayoría de los modelos de Arduino, encargado de realizar los procesos lógicos y matemáticos dentro de la placa, además de controlar y gestionar los recursos de cada uno de los componentes externos conectados a la misma.

Consta además de una amplia variedad de sensores eléctricos como cámaras VGA, sensores de sonido, seguidores de línea, botones de control de sensores, e incluso, otras placas de micro controladores (mejor conocidos como Shields), que pueden adaptarse fácilmente gracias a que Arduino cuenta con entradas de pines analógicos y digitales para integrar estos componentes sin necesidad de alterar el diseño original de esta placa. Estos a su vez son controlados junto con el procesador primario por otros componentes de menor jerarquía, pero de igual importancia y prioridad, como el Atmega168, Atmega328, Atmega1280 y el Atmega8, que son lo más utilizados debido a

sus bajos precios y gran flexibilidad para construir diversidad de diseños. Además, Arduino cuenta con la ventaja de tener entre sus elementos principales puertos seriales de entrada /salida (input/output), lo que le permite conectarse por medio de un cable USB a una computadora para poder trabajar con ella desde nivel software, ya que es dónde se le darán las “ordenes” que ejecutarán cada uno de los componentes conectados a la placa, e incluso, para operar como un dispositivo más.

Elementos de la placa

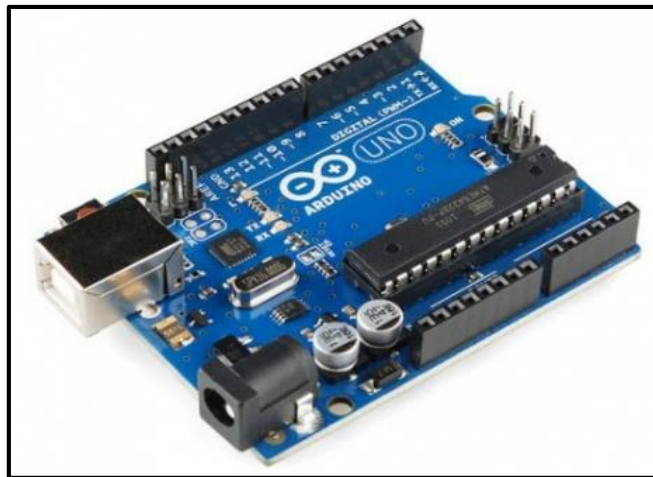
La placa es una placa de circuito impreso donde va instalado el microprocesador, la memoria, las conexiones de entrada y salida y la conexión para el puerto USB. Según (ARDUINO, 2018). :

- Botón de reset: permite resetear el programa y permite cargar uno nuevo.
- Puerto USB: a través de él se cargan las instrucciones a ejecutar, el programa que es realizado en el entorno de programación de Arduino, Comunicación Arduino-Ordenador.
- Microprocesador: realiza las instrucciones almacenadas en el programa de forma cíclica. Es un circuito integrado que contiene muchas de las mismas cualidades que una computadora. Escribe en los pines DS2-13 y lee en los DE2-13 AE0-5. Pines de entrada y salida: Permiten conectar elemento que dan información y crean actuaciones.

2.2.12 Arduino UNO

De todas las plataformas Arduino, la más representativa y extendida entre los usuarios, es Arduino UNO R3 10, que es la versión actual de las primeras versiones de Arduino, suele tomarse como referente y es con la que se suele identificar al sistema Arduino al referirse a él sin más. La sencillez de uso, versatilidad y bajo coste hacen de Arduino UNO R3, una plataforma muy adecuada tanto como sistema final o como sistema de desarrollo para de proyectos a implementar con otras plataformas Arduino. (Herrera Herranz & Sanchez Allende, 2015).

Imagen 4
Arduino UNO



Fuente: Elaboración Propia

Características según (Herrera Herranz & Sanchez Allende, 2015):

Entradas y salidas:

Cada uno de los 14 pines digitales se puede usar como entrada o como salida. Funcionan a 5V, cada pin puede suministrar hasta 40 mA. La intensidad máxima de entrada también es de 40 mA.

Cada uno de los pines digitales dispone de una resistencia interna de entre $20K\Omega$ y $50 K\Omega$ que está desconectada, salvo que nosotros indiquemos lo contrario.

Arduino también dispone de 6 pines de entrada analógicos que trasladan las señales a un conversor analógico/digital de 10 bits.

Alimentación de un Arduino

Puede alimentarse directamente a través del propio cable USB o mediante una fuente de alimentación externa, como puede ser un pequeño transformador o, por ejemplo, una pila de 9V. Los límites están entre los 6 y los 12 V. Como única restricción hay que saber que, si la placa se alimenta con menos de 7V, la salida del regulador de tensión a 5V puede dar menos que este voltaje y si sobrepasamos los 12V, probablemente dañaremos la placa.

La alimentación puede conectarse mediante un conector de 2,1mm con el positivo en el centro o directamente a los pines Vin y GND marcados sobre la placa.

Ventajas:

Según (Arduino. , 2016)

- Asequible: Las placas Arduino son relativamente baratos en comparación con otras plataformas de microcontroladores. La versión menos cara del módulo Arduino puede ser ensamblado a mano.

- Multiplataforma: El software de Arduino IDE se ejecuta en Windows, Macintosh OS X, y Linux.
- Simple, entorno de programación clara: El software de Arduino IDE es fácil de usar para los principiantes, pero lo suficientemente flexible para los usuarios avanzados que aprovechan también. Para los profesores, se basa convenientemente en el entorno de programación Processing, para que los estudiantes aprenden a programar en ese entorno estarán familiarizados con cómo funciona el IDE de Arduino.
- El código abierto y el software extensible: El software de Arduino se publica como herramientas de código abierto, disponible para la extensión por los programadores experimentados. El idioma se puede ampliar a través de bibliotecas de C ++, y la gente que quiere entender los detalles técnicos pueden dar el salto de Arduino para el lenguaje de programación C AVR en la que se basa. Del mismo modo, puede agregar código AVR-C directamente en sus programas de Arduino, si así lo desea.
- El código abierto y hardware ampliable: Los planes de las placas Arduino se publican bajo una licencia de Creative Commons, por lo que los diseñadores de circuitos experimentados pueden hacer su propia versión del módulo, ampliándolo y mejorándolo.

2.2.13 Arduino IDE

El Entorno de Desarrollo Integrado de Arduino - o Arduino Software, contiene un editor de texto para escribir código, un área de mensajes, una

consola de texto, una barra de herramientas con botones para funciones comunes y una serie de menús. Se conecta al hardware Arduino y Genuino para cargar programas y comunicarse con ellos. (ARDUINO, 2018)

Imagen 5
Entorno Arduino IDE



Fuente: (ARDUINO, 2018)

Escritura de bocetos

Los programas escritos con el software Arduino IDE se denominan bocetos. Estos bocetos están escritos en el editor de texto y se guardan con la extensión de archivo “.ino”. El editor tiene características para cortar / pegar y para buscar / reemplazar texto. El área de mensajes da retroalimentación al guardar y exportar y también muestra errores. La consola muestra el texto generado por el software Arduino IDE, incluyendo mensajes de error completos y otra información. La esquina inferior derecha de la ventana

muestra la tarjeta configurada y el puerto serie. Los botones de la barra de herramientas le permiten verificar y cargar programas, crear, abrir y guardar bocetos y abrir el monitor en serie. (ARDUINO, 2018)

2.2.14 Sensor de ultrasonido

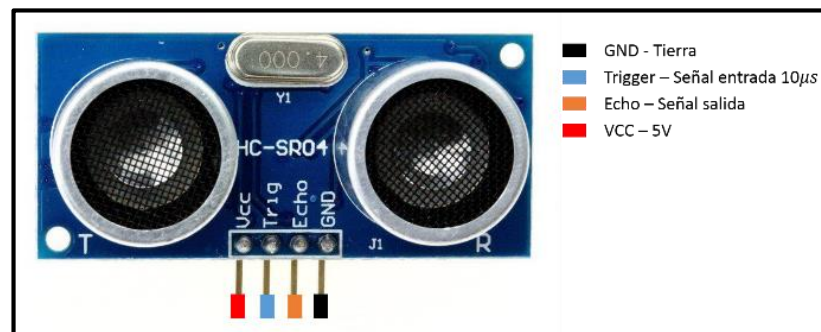
Un sensor de ultrasonido es un dispositivo que convierte la energía de vibración mecánica en energía eléctrica. Este mismo dispositivo puede funcionar como emisor de ondas de ultrasonido cuando es excitado por una fuente de energía eléctrica. En las dos situaciones descritas puede ser el mismo componente, en un tiempo emisor y en otro receptor. Para tener una mejor idea del funcionamiento, se señala que el componente básico del sensor es una lámina circular de un material piezoeléctrico. El piezoeléctrico tiene la propiedad de cambiar sus dimensiones geométricas cuando aplicamos un voltaje provocando una vibración mecánica amortiguada. Este mismo material presenta también el fenómeno inverso, cuando recibe una vibración mecánica, presiona al cristal produciéndose una diferencia de potencial eléctrico entre sus caras.

Según (NAYLAMP Electronic, 2018), la frecuencia de vibración que produce el material piezoeléctrico está en función de su geometría y las propiedades del cristal. Cuando la vibración del piezoeléctrico es superior a los 20,000 Hz, decimos, entonces, que emite una onda de ultrasonido, tomando como referencia la banda auditiva del oído humano.

Las ondas de ultrasonido tienen ventajas con respecto a otro tipo de energías. Algunas de sus ventajas son que es una energía no ionizante, posible

de dirigirla y seleccionar la cantidad de energía deseada que llegue al blanco, tiene propiedades de reflexión en objetos sólidos, en usos médicos no presenta efectos secundarios, esta propiedad les da ventaja frente a otras tecnologías. Esta técnica tiene algunos inconvenientes; requiere un medio para propagarse, es pobre su desplazamiento en gases y su reflexión depende del acoplamiento acústico del cuerpo en donde incide.

Imagen 6
Sensor de Ultrasonido HC SR04



Fuente: (NAYLAMP Electronic, 2018)

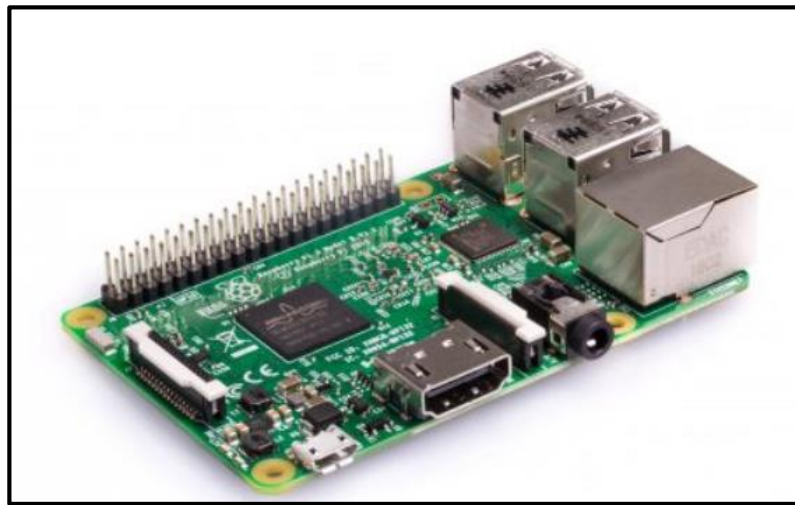
2.2.15 Raspberry Pi 3

Raspberry Pi es un computador de placa reducida, computador de placa única o computador de placa simple (SBC) de bajo costo desarrollado en Reino Unido por la Fundación Raspberry Pi, con el objetivo de estimular la enseñanza de ciencias de la computación en las escuelas.

La Raspberry Pi 3 B+ apareció en Marzo del 2018 para actualizar el modelo anterior la Raspberry Pi 3 Model B y entre sus mejoras cuenta con un nuevo procesador y mejor conectividad, nuevo procesador así que pasa de tener 1.2Ghz a tener 1.4Ghz y encunto a la conectividad inalámbrica ahora incorpora doble banda a 2,4GHz y 5GHz, y su nuevo puerto Ethernet se

triplica, pasa de 100 Mbits/s en el modelo anterior a 300 Mbits/s en el nuevo modelo, también contará con Bluetooth 4.2 y Bluetooth BLE. (Raspberry, 2018)

Imagen 7
Placa Raspberry PI 3



Fuente: Elaboración Propia

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

2.3.1 Arduino:

Arduino es una plataforma de electrónica de código abierto basada en hardware y software fácil de usar. Las placas Arduino son capaces de leer entradas como la luz en un sensor, presionar un botón o un mensaje de Twitter y convertirlo en una salida, activar el motor, encender un LED y publicar algo en línea. Puede decirle a su tablero qué hacer enviando un conjunto de instrucciones al microcontrolador en el tablero. Para hacerlo, utiliza el lenguaje de programación Arduino y el software Arduino IDE, basado en el procesamiento. (ARDUINO, 2018)

2.3.2 Ultrasonido

Los ultrasonidos son ondas sonoras con una frecuencia superior a 20.000 Hz, que no son percibidas por el oído humano; sin embargo, tienen muchas aplicaciones en campos como la Medicina, La biología, la Física, la Química e industria. (ELECTFREAKS, 2018)

2.3.3 Laguna

Según (DiferenciasEntre, 2018) podemos decir que el concepto de laguna es un gran depósito de agua estancada, alimentada solo por ríos, arroyos, desglaciación y por la lluvia, el agua de una laguna puede agotarse debido a la evaporación o filtración ya que no posee salidas de agua, solo tienen entrada, en tiempos de sequía donde no pueda alimentarse por largo tiempo su agua puede evaporarse.

2.3.4 PNH

Siglas del Parque Nacional Huascarán, ubicado en el departamento de Ancash que protege la mayor diversidad biológica y cultural del Perú.

2.3.5 EWC III:

Tercera Conferencia Internacional sobre Alerta Temprana

2.3.6 Medición:

La medición es el resultado de la acción de medir, Este verbo, con origen en el término latino metiri, consiste en determinar qué proporción existe entre una dimensión de algún objeto y una cierta unidad de medida.

2.3.7 Sensor:

Definición según la RAE, Dispositivo que detecta una determinada acción externa, temperatura, presión, etc., y la transmite adecuadamente.

2.3.8 Sistema:

Según la Real Academia Española la palabra Sistema proviene del latín tardío *systema*, y este del griego σύστημα *sýstēma*, y se define como un conjunto de reglas o principios sobre una materia racionalmente enlazados entre sí.

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES Y RECURSOS

3.1.1 Personal

Tabla 1
Personal Disponible

CARGO	NOMBRE
Autor del Proyecto	Depaz Sandon Williams Ulrrich Agustin
Asesor del Proyecto	Ing° Luis Alvarado Cáceres

Fuente: Elaboración Propia

3.1.2 Materiales, equipos y servicios

Tabla 2
Materiales

CÓDIGO	BIENES DE CONSUMO	UNIDAD	CANTIDAD
2.3.15.12	Lapiceros	Unidad	3
2.3.15.12	Papel bond A4	Millar	1
2.3.15.12	Lápiz	Unidad	3
2.3.15.12	Borrador	Global	1
2.3.15.12	Folder Manila	Docena	1
2.3.15.12	CD	Unidad	10

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3
Equipos

CÓDIGO	BIENES DE INVERSIÓN	CARACTERÍSTICAS	UNIDAD	CANTIDAD
2.6.32.31	Computador Portátil	CORE i7, 6 RAM	Unidad	1
2.6.32.31	Pen Drive	8GB	Unidad	1

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 4
Servicios

CÓDIGO	SERVICIO	UNIDAD	CANTIDAD
2.3.22.23	Internet	Mes	1
2.3.22.21	Telefonía Móvil	Mes	1

Fuente: Elaboración Propia

3.1.3 Locales

- Área geográfica del Parque Nacional Huascarán
- Biblioteca de la Facultad de Ciencias
- La investigación se desarrollará en mi domicilio.

3.1.4 Población

La población de nuestro proyecto de investigación dada nuestra variable de la medida del nivel de agua en lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán serán los datos de nivel del espejo de agua tomadas de las lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán, para este caso siendo varias las

lagunas en peligro del Parque Nacional Huascarán, tomamos la más representativa dado que es un estudio no-probabilístico, siendo esta la Laguna Palcacocha gracias a su proximidad a la población de Huaraz y además de su alto grado de peligrosidad por ser una laguna de origen glaciar en la Cordillera Blanca, según (INAIGEM, 2016). Y dado que tiene características similares a las otras cuencas denominadas peligrosas, por ello se optó por tomar como lugar de investigación a esta Laguna Palcacocha. En la denominada laguna se toma datos manualmente de su nivel de agua gracias a una regla ubicada a una altura de 4544.425 m.s.n.m. y se realiza en dos turnos en la mañana a horas 9 a.m. y al medio día a las 12 p.m. y se determinó el mes de junio del año 2018 dado que es en este mes donde vamos a aplicar la toma de datos con el Prototipo y así poder tener datos comparativos del nivel de la laguna. Teniendo, así como población la cantidad total de 60 datos recabados manualmente y 60 datos recabados por el prototipo durante 30 días del mes de junio realizados en la mañana y en la tarde por los cuidadores de la laguna y por el prototipo.

Tabla 5
Población

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Datos tomados manualmente de nivel de agua de lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán.(Laguna Palcacocha)	60 datos de nivel del espejo de agua recolectados en el mes de junio

2	Datos tomados por el prototipo de nivel de agua de lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán.(Laguna Palcacocha)	60 datos de nivel del espejo de agua recolectados en el mes de junio
Total		120

Fuente: Elaboración Propia

3.1.5 Muestra

Para este estudio se tomó un tipo de muestreo según recomendación de (Kinneer & Taylor, 1998) en su libro titulado Investigación de Mercados: Un enfoque aplicado, dado que la presente investigación se hará con un procedimiento de muestreo no-probabilístico por conveniencia puesto que el tamaño de la población es pequeña y se tomará de acuerdo a la necesidad de nuestra investigación, dado que es en el mes de junio del 2018 es cuando se colocará el prototipo en la laguna y así podremos tener los datos del nivel del espejo de agua, habiendo recabado una información pequeña se tomó la totalidad de la población como muestra. Teniendo así una muestra de 120 medidas en total.

3.2 MÉTODOS

3.2.1 De acuerdo a la orientación:

a) Aplicada:

La investigación aplicada busca la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad

3.2.2 De acuerdo a la técnica de contrastación:

b) Descriptiva:

Porque los datos son obtenidos directamente de la realidad, sin que estos sean manipulados por los investigadores.

3.2.3 Régimen de investigación:

a) Libre:

Porque busca atender una inquietud propia y así lograr hacer un aporte a mi comunidad.

3.2.4 Diseño de investigación:

El diseño de investigación es experimental, puesto que los estudios realizados se dan con la manipulación de la variable de “medición del nivel de agua en lagunas peligrosas”, puesto que aparte de poder observar y calcular el nivel del espejo de agua, se determina mediante el prototipo.

3.3 TÉCNICAS

3.3.1 Instrumentos de medición y recolección de datos

A. Fuentes Primarias:

- Toma de datos del nivel del espejo de agua de la laguna Palcacocha:

La toma de medidas en las lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán se realizará gracias a que los cuidadores o guardaparques vienen tomando medidas de las lagunas por medio de una regla colocada en las lagunas, las cuales se registran en un cuaderno, esto se desarrolla en

dos turnos uno en la mañana y otro en la tarde. Y la otra medida será tomada por el prototipo desarrollado para así poder comparar dos medias de la laguna con diferentes métodos.

La toma de datos de las lagunas peligrosas del parque nacional Huascarán se tomará en una sola laguna para la comprobación de las medidas que registrará el prototipo, la laguna escogida es Palcacocha dada su relevancia histórica, por su fácil acceso, y por permitirnos monitorizar los cambios que van a registrar nuestro prototipo, así las medida tomadas nos va proporcionar información periódica del nivel del espejo de agua en esta laguna, lo cual nos va permitir comparar con el registro histórico de los datos que vienen tomando el cuidador de la laguna Palcacocha.

- **Recolección de información**

Las lagunas del parque nacional Huascarán vienen siendo monitorizados por el gobierno regional y otras instituciones involucradas, en especial la laguna Palcacocha vienen siendo observada durante mucho tiempo lo cual nos permite saber el comportamiento del nivel del espejo de agua, ya que hay registros históricos que han sido observados y anotados manualmente, los mismos que nos van a proporcionar información relevante para el proyecto de Tesis.

- **Observación:**

Muñoz Razo, define la Técnica de Observación como un examen minucioso y profundo de un hecho o fenómeno a través de la operación de las variables que intervienen en el comportamiento del mismo, así haré uso

de los sentidos para poder examinar las pruebas a realizar en el prototipo planteado para la medición del nivel del agua.

3.4 PROCEDIMIENTO

3.4.1 Técnicas estadísticas u operacionales para el procesamiento de la información

- **Métodos de análisis de datos**

Para hacer el análisis se debe tener en cuenta la asignación de la probabilidad de donde se va formar el problema, luego estimaremos la media de la población que esta ordenado de manera normal, la muestra del proyecto en desarrollo es 60. Esto quiere decir que se aplica una prueba T Student que es la diferencia de medias para determinar las medidas de muestra y poder contrastar la hipótesis.

- **Software estadístico IBM SPSS Statistics versión 25.0 :**

Es un software estadístico usado para las ciencias exactas, sociales y aplicadas. Herramientas que nos va proporcionar un diseño organizado intuitivo y de fácil entendimiento mediante gráficos, tablas y cuadros para así poder discernir la información obtenida. La misma que nos va permitir hacer los cálculos de la prueba T para muestras relacionadas.

- **Bitácora de sucesos:**

Es un registro de los acontecimientos importantes que van a poner en evidencia los cambios o alteraciones que sufre el dispositivo, será una bitácora virtual registrada con un formato de Word.

En esta bitácora se tomará nota de:

- El mes/día/año del suceso.
- Una descripción del suceso que incluya
 - Por qué este es importante
 - Lo que ocurrió como resultado
- Una descripción detallada del suceso, que incluya
 - Quién participó
 - Si fue la primera vez que ocurrió este suceso.

3.4.2 Diseño de experiencia

En el presente proyecto nos presenta una solución sistemática y tecnología haciendo uso del diseño de experiencia, el proceso de investigación contempla las siguientes etapas o procesos. Este proyecto de investigación es de tipo descriptiva y por eso esta sección se denomina diseño de experiencia.

3.4.2.1 Diseño general

En el presente proyecto de investigación se utilizará el método cuantitativo ya que permitirá determinar las unidades de medida con mayor facilidad. Cabe destacar que el análisis cumple un papel muy importante en este proyecto porque sin ello no podríamos llegar a un buen diagnóstico; el proyecto de investigación influye el uso de dispositivos tecnológicos y su posterior contrastación de resultados. La estadística juega un papel importante y su aporte con los instrumentos de medición para poder realizar, entrevistas, reuniones con los trabajadores y así

determinar su conocimiento sobre el problema planteado. El proceso de investigación contempla las siguientes etapas o procesos:

- Identificación de problema de investigación.

En esta etapa se busca definir el problema previamente concebido para luego plasmarlo con datos históricos, informes y así poder verificar la problemática real, con datos que puedan ser verificables.

- Establecimiento de variables.

Una vez definido el problema y obtenido el título del proyecto se define la variable la cual serán el eje central del proyecto donde nos guiaremos y haremos que todas las demás etapas giren en torno a esta variable.

- Establecimiento de objetivos.

Los objetivos se establecen luego de haber definido las variables que encierra el proyecto, en esta etapa definiremos cuáles serán los lineamientos a conseguir al finalizar el proyecto.

- Establecimiento de hipótesis.

La hipótesis establecida reconoce la afirmación de nuestro proyecto, donde el uso de un prototipo basado en tecnología Arduino tendrá un impacto positivo para medición de nivel de agua en las lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán

- Identificación y selección de la muestra.

La muestra será obtenida de acuerdo a la población, ya que nuestra población son los 60 datos de nivel de agua de lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán (Laguna Palcacocha), es pequeña determinamos que la población sea también la muestra tomando así un tipo de muestreo no probabilístico por conveniencia.

- La discusión de resultados.

En esta etapa analizaremos los resultados obtenidos y compararemos con nuestra hipótesis planteada para ver así su concordancia con nuestro problema dando solución y logrando los objetivos planteados.

- Informe final.

En esta etapa se desarrollará y se plasmará todo lo acontecido para el desarrollo del proyecto, así como su problemática, la hipótesis, objetivos, la recolección de datos, los resultados, conclusiones y demás etapas comprendidas para el desarrollo del mismo.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS

4.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Dado el cambio climático en la última década las lagunas del Parque Nacional Huascarán se han visto afectada en el volumen de agua haciendo que el espejo de agua aumente significando que el nivel del agua vaya aumentando constantemente por el cambio de clima sufrido en nuestra zona. Dado que las lagunas que pertenecen al Parque Nacional Huascarán tienen su origen glaciar hace que este se vea incrementado en su volumen cuando la masa de hielo se derrite. Las autoridades competentes de llevar a cabo estudios en la zona no están desarrollando los sistemas necesarios para el monitoreo de estas lagunas consideradas peligrosas dado su alto costo en los equipos sensoriales para el monitoreo y el bajo presupuesto con el que se maneja la situación de prevención. Un caso emblemático en donde se analiza y tomar referencia para la referencia de las demás lagunas es la quebrada Cojup, donde en sus faldas se encuentra ubicado la Laguna Palcacocha.

La laguna de Palcacocha se encuentra en las faldas de los nevados Pucaranra y Palcaraju. Es cabeza de cuenca de la quebrada Cojup y pertenece al Distrito de Independencia, provincia de Huaraz. De acuerdo a los antecedentes, se consideran muy vulnerables a la población de las zonas urbanas de la provincia de Huaraz.

Citando como fuente, al portal institucional de la Municipalidad Distrital de Independencia, la laguna Palcacocha y la quebrada Cojup se describen de la siguiente manera: La quebrada Cojup tiene una longitud promedio de 15.65 km aproximadamente y tiene la forma clásica en V. Presenta un clima frígido una precipitación de variable entre 680 mm y 1 290 mm y una temperatura promedio anual de 4°C. Topográficamente el área de la quebrada es variada, presentando sectores de relieve ondulado a semi-accidentado que son usados para el pastoreo de ganados vacuno. Sus aguas provienen directamente del deshielo del Nevado Palcaraju (6110 m.s.n.m.). La tonalidad del agua es verde turquesa que tiende a cambiar de acuerdo a la rotación del sol, alcanzado los 17 325 207m³ de volumen, cuya área abarca los 518 426 m² y 73 m de profundidad. La Laguna se ubica en una hoyada teniendo como marco elevaciones rocosas que se empinan a ambos lados como producto de la acumulación de material aluvial.

Utilizando la base de datos del censo del INEI del 2007, se ha determinado que la población de la zona urbana del distrito de Huaraz es de 57,817 habitantes; esto sin considerar la población flotante producto del turismo a lo largo del año

Usando datos del Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña y la Autoridad Nacional del Agua quienes en sus reportes nos muestran los siguientes datos batimetría de la laguna:

Tabla 6
Batimetría 2009

Resultados de la Batimetría realizada el 22 de abril del 2009		
Área del Espejo de Agua	518,425.90	m ²
Altitud del Espejo de Agua	4,561.909	m s.n.m.
Volumen Almacenado	17,325,206.57	m ³
Profundidad Máxima	73.10	m
Largo Máximo	1,591.90	m
Ancho Máximo	397.50	m

Fuente: (INAIGEM, 2016)

Imagen 8
Batimetría 13 febrero del 2016

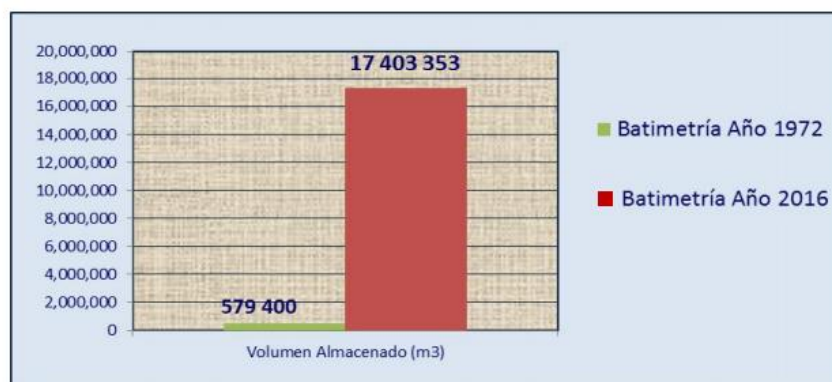
Forma	Alargada
Área del espejo de agua	514 157,38 m ²
Altitud del espejo de agua	4 562,88 msnm
Volumen almacenado	17 403 353,24 m ³
Profundidad máxima	71,10 m
Largo máximo	1 589,82 m
Ancho máximo	433,72 m
Coefficiente de circularidad	0,48
Ancho medio	323,41 m
Profundidad media	33,85 m
Pendiente máxima del vaso lado posterior	32°
Pendiente máxima del vaso lado frontal	53°
Pendiente máxima del vaso lado derecha	48°
Pendiente máxima del vaso lado izquierda	46°
Pendiente máxima del fondo de la laguna	4°
Borde Libre	7,0 m



Fuente: (Autoridad Nacional del Agua, 2016)

Imagen 9

Características Físicas de la laguna Palcacocha	Batimetría Año 1974	Batimetría Año 2009	Batimetría Año 2016	Evolución entre los años 1974 y 2016
Área del Espejo de Agua (m ²)	62 600	518 426	514 157	+ 451 557
Volumen Almacenado (m ³)	514 800	17 325 207	17 403 353	+ 16 888 553
Profundidad Máxima (m)	13	73	71	+ 58



Evolución de la Laguna Palcacocha

Fuente: (INAIGEM, 2016)

Se ha realizado una comparación entre las batimetrías de los años 1974 y 2016 (ver imagen 9), podemos observar la evolución de la laguna, de la cual podemos decir que, en 42 años, la laguna Palcacocha ha incrementado el área de su espejo de agua en 451557 m² (8 veces más), al igual que su volumen de almacenamiento en 16 888 553 m³ (34 veces más) y su profundidad máxima en 58 m, la evolución de la laguna es muy significativa esto debido principalmente al retroceso glaciar.

Ante este incremento desmedido del volumen de agua de la laguna, se desarrolló una serie de trabajos de drenaje que han sido realizados el año 2016. Sin embargo, al margen de ellos, el incremento del volumen debido a la desglaciación y las lluvias intensas de la zona convierte en un riesgo el desborde

de la laguna, el cual se produciría ante la caída de un bloque de hielo de las cornisas de nieve o ante la presencia de un sismo de regular magnitud.

De producirse el fenómeno natural habría un gran número de viviendas inmersas dentro del área de peligro o de probable impacto. Según las modelaciones realizadas por la Universidad de Texas, del total de población existente en los distritos de Huaraz e Independencia (122,421 habitantes), la población expuesta sería de más de 49,000 personas afectadas de manera directa, lo cual significa que el 40% de la población estaría dentro del área de afectación.

La laguna Palcacocha viene siendo monitoreada por los distintos institutos adscritos al ministerio del ambiente, para así poder determinar la peligrosidad que representa para la ciudad de Huaraz. Las instituciones involucradas en la actualidad podemos mencionar a la Autoridad Nacional del Agua, SERNAP, Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña y La Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo quienes con los recursos que tienen hacen esfuerzos para monitorear la laguna, pero hasta el momento no se tiene un sistema que pueda estar midiendo el nivel de la laguna en tiempo real.

Según fuentes del INAI GEM (INAI GEM, 2018) Al 2017 la Unidad de Glaciología y Recursos Hídricos, ha identificado veintidós lagunas potencialmente peligrosas, incluyendo un reservorio; el INAI GEM en la actualidad ha confirmado el nivel de alta peligrosidad de ocho lagunas de origen glaciar: Palcacocha, Arhuaycocha, Tullparaju, Cuchillacocha, Rajucolta, Parón, Jatuncocha y 513.

También es importante recalcar que durante los estudios se pudo determinar y recopilar la información de los sucesos catastróficos ocurridos en la cordillera blanca, por ello se reportan 32 sucesos a causa de las lagunas de origen glaciar.

Tabla 7
Relación de sucesos causados por lagunas de origen glaciar

N°	Área	Descripción	Fecha
1	Huaraz	Fuertes inundaciones destruyeron parte de la ciudad de Huaraz.	04/03/1702
2	Huaraz	Un terremoto ocasionó una avalancha de hielo, generando fuertes inundaciones que destruyeron a la ciudad de Huaraz.	06/01/1725
3	Yungay	Un terremoto generó una avalancha del nevado Huandoy que destruyó el pueblo de Ancash y ocasionó la muerte de mil quinientas personas.	06/01/1725
4	Monterrey	Una serie de deslizamientos e inundaciones afectaron el pueblo de Monterrey, destruyendo casas y cultivos; once personas desaparecieron.	10/02/1869
5	Huaraz	El desborde de la laguna Tambillo (Rajucocha), afectó el poblado de Macashca.	24/06/1883
6	Yungay	Una avalancha del nevado Huascarán, impactó sobre las localidades de Shacsha y Ranrahirca.	22/01/1917
7	Bolognesi	Un gran alud generó la ruptura del dique de la laguna Solteracocha en la cuenca del Paclión, ocasionando un número de víctimas no conocido.	14/03/1932
8	Carhuaz	El aluvión originado en la laguna Artesa (Paclishcocha) en la quebrada Ulla (Río Buin) cerca de Carhuaz, destruyó las vías de comunicación entre las ciudades de Carhuaz y Mancos.	20/01/1938
9	Pallasca	Un aluvión procedente de la laguna Magistral afectó al pueblo de Conchucos, destruyendo treinta y dos casas y trece puentes.	1938
10	Bolognesi	El aluvión procedente de la laguna Suerococha, impactó con el río Pativilca, causando daños en campos agrícolas y en la ciudad de Sarapo.	20/04/1941
11	Huaraz	El desborde de la laguna Palcacocha ocasionó un aluvión que destruyó gran parte de la ciudad de Huaraz. Aproximadamente 5,000 personas perecieron.	13/12/1941
12	Huari	Una avalancha de hielo del Pico de Huantsán provocó un aluvión de las lagunas Ayhuinaraju y Carhuacocha que afectó al pueblo de Chavín ocasionando la muerte de muchas personas.	17/01/1945
13	Huaylas	Se produjo un aluvión por el desborde de la laguna Jancarurish sobre la cuenca Los Cedros, causando la destrucción de la central hidroeléctrica del Cañón del Pato, de la carretera y parte del ferrocarril de Chimbote a Huallanca.	20/10/1950
14	Huaylas	Un aluvión originado en la laguna Artesoncocha cae sobre la laguna Parón (dos eventos). Se desconocen los daños humanos y materiales.	16/06/1951 y 28/10/1951
15	Huaraz	Millhuacocha (cuenca de drenaje de la Quebrada Ishinca).	06/11/1952
16	Huaraz	Se produjo el desborde de la laguna Tullparaju (en la quebrada Quilcayhuanca), por deslizamiento de la morrena lateral.	1953
17	Huaraz	Se producen deslizamientos e inundaciones como producto del desborde de la laguna Tullparaju, afectando a la ciudad de Huaraz.	08/12/1959
18	Yungay	Una serie de avalanchas y aluviones del nevado Huascarán Norte ocasionaron la destrucción de nueve pueblos (Ranrahirca entre ellos) así como la muerte de alrededor de cuatro mil personas.	10/01/1962

		personas murieron. El mismo día otra avalancha tuvo lugar entre las lagunas de Llanganuco, que ocasionó daños materiales y la muerte de catorce miembros de la expedición checoslovaca.	
21	Huaylas	Se registró la ruptura del dique morrénico frontal de la laguna Artizon Bajo.	1997
22	Yungay	Se registró una avalancha de hielo y roca proveniente del nevado Huascarán Norte.	10/12/1997
23	Huaraz	Una avalancha de hielo del glaciar Vallunaraju Sur desbordó la laguna Mullaca.	2001
24	Huaylas	Se registró una avalancha sobre la laguna Safuna Alta.	04/2002
25	Huaraz	El derrumbe de la morrena lateral izquierda de la laguna Palcacocha, provocó su desborde, ocasionando que el 60% de la población de Huaraz se desabasteciera de agua potable durante un periodo de seis días.	19/03/2003
26	Yungay	Una avalancha de hielo del nevado Huandoy ocasionó la muerte de nueve personas.	14/10/2003
27	Huari	Se registró el desborde la laguna Matara, debido al colapso de su represa.	2006
28	Huaraz	Se registró en la cabecera de la quebrada Cojup, el desborde de una laguna en formación.	2008
29	Carhuaz	La caída de un gran bloque de hielo y rocas del nevado Hualcán ocasionó un oleaje de gran altura que sobrepasó el dique de la laguna 513.	11/04/2010
30	Yungay	Se registró una avalancha del lado sur este del nevado Huascarán, en la quebrada Ulta.	30/12/2010
31	Yungay	Se registró una avalancha al lado sur oeste del nevado Huandoy, en la quebrada Rajuhuayuna - quebrada Áncash.	27/02/2011
32	Huaylas	La ruptura del dique de la laguna Artizón Bajo ocasionó la muerte de animales y la destrucción de puentes, tramos de carreteras y terrenos de cultivo. No se registraron víctimas humanas.	08/02/2012

Fuente: (INAIGEM, 2018)

4.2 IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE REQUERIMIENTOS

4.2.1 Requerimiento de hardware y software

El requerimiento de hardware y software se realizó según a los requerimientos funcionales y no funcionales, para el diseño de prototipo con tecnología Arduino y Android; En este nivel se fue analizó un test operacional del sistema (verificación y validación), del hardware y software a usarse todo ello con la finalidad de no tener riesgos en el proyecto.

El proyecto a desarrollar se va a enfocar en componentes fundamentales de tal forma asegurar que sea el prototipo sea funcional en cada aspecto que lo requiera.

4.2.1.1 Requerimientos funcionales

Dentro de los aspectos que abarcan estos componentes se debe considerar:

- Tener un prototipo nos debe permitir la medición del nivel de agua en las lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán en el 2018.
- El prototipo debe poder medir la distancia entre la laguna cada 10 segundos.
- El sensor de ultrasonido debe poder captar las señales de la laguna en un rango de 3 metros como mínimo, en dirección horizontal.
- El prototipo debe estar basado en tecnología Arduino.
- El prototipo deberá permitir monitorear el nivel del agua según sea requerido por los especialistas asegurando una toma de muestra las 24 horas del día además cada cierto periodo.

- El prototipo tomara las medidas del nivel del agua en cm considerando solo los enteros.
- El prototipo deberá albergar como mínimo 2 meses de data constante.
- El prototipo deberá almacenar la fecha y hora exacta en que han sido recogidos los datos.
- El prototipo deberá tener un coste bajo para su posterior replicación.
- El prototipo deberá tener piezas intercambiables ante su fallo.
- El modelo debe tener instrumentos de fácil manipulación.
- El prototipo de medición debe ser resistentes a los cambios climáticos producidos a la altura de la laguna.

Arduino y Raspberry Pi

El proyecto denominado “Prototipo usando tecnología Arduino para medición de nivel de agua en lagunas peligrosas del parque nacional Huascarán. 2018”. Para el proyecto mencionado se utilizó Arduino y Raspberry por las características que se detalla en la tabla, previo análisis del costo y las características para el proyecto.

Tabla 8

Comparativa de Arduino y Raspberry

Comparativa de Costos y Características		
Características	Arduino	Raspberry pi
Precio en dólares S/.		
60 S/.	S/. 60	S/. 90
Tamaño	7.6 x 1.9 x 6.4 cm	8.6cm x 5.4cm x 1.7cm
Memoria	0.002MB	512M
Velocidad de reloj	16 MHz	700 MHz
On Board Network	ninguna	10/100 wired Ethernet RJ45
Multitarea	No	Si
Voltaje de entrada	7 a 12 V	5 V
Memoria Flash	32KB	Tarjeta SD (2 a 16G)
Puertos USB	Uno	Cuatro
Sistema operativo	Ninguno	Distribuciones de Linux
Entorno de desarrollo integrado (IDE)	Arduino	Scratch, IDLE, cualquiera con soporte Linux

Fuente: Elaboración Propia

Requerimientos no funcionales**Eficiencia:**

- La funcionalidad del sistema responde al usuario en menos de 1 minuto.
- El sistema es capaz de operar adecuadamente 24 x 7 sin ningún tipo de dificultad.
- El sistema es capaz de hacer varios procesos a la vez sin dificultad.

Seguridad:

- Los permisos de acceso al sistema podrán ser cambiados solamente por el administrador o encargado del acceso a código fuente.
- El sistema es seguro por el tema de que solo es permitido acceder mediante computadora.
- Todo el sistema debe ser monitorizado cada mes para un buen funcionamiento eficaz y seguro, este permitirá trabajar de una manera más eficiente.
- El sistema no continuara operando en caso de incendió.

Usabilidad:

- El tiempo de aprendizaje del sistema por un usuario es sencillo.
- Posee interfaz gráfica de fácil manejo para cualquier usuario.

4.3 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

Habiendo analizado la problemática a la que nos enfrentamos y como se vienen tratando el tema del monitoreo de las lagunas y su nivel del agua en el Parque Nacional Huascarán podemos emitir el siguiente diagnóstico.

Se ha identificado en total 8 lagunas peligrosas, ubicadas en las provincias de Pomabamba, Asunción de Chacas, Huaylas, Huaraz y Carhuaz; todas en este departamento y pertenecientes al Parque Nacional Huascarán. Las lagunas identificadas son Palcacocha, Arhuaycocha, Tullparaju, Cuchillacocha, Rajucolta, Parón, Jatuncocha y 513.

Tabla 9

Lagunas peligrosas del PNH y su ubicación

NUMERO	LAGUNA	PROVINCIA
1	Tullparaju	Huaraz
2	Cuchillacocha	Huaraz
3	Rajucolta	Huaraz
4	Palcacocha	Huaraz
5	Arhuaycocha	Huaraz
6	Laguna 513	Carhuaz
7	Parón	Huaylas
8	Jatuncocha	Huaraz

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo al último levantamiento batimétrico realizado en febrero de 2016 (ANA, 2016), la laguna Palcocha cuenta con un volumen de 17'403,353 m³. Estudios de la Universidad de Zúrich y de la Universidad de Texas determinaron posibles avalanchas de hielo de los glaciares colgados de Palcaraju y de hasta 3 millones de metros cúbicos que ocasionarían un aluvión de características catastróficas, que afectarían a la ciudad de Huaraz y a la cuenca del río Santa.

Las obras de seguridad emplazadas en la laguna Palcacocha comprenden dos diques de tierra revestidos con mampostería de piedra, que no garantizan la seguridad de un posible evento catastrófico en las condiciones actuales.

Tomando como muestra la laguna Palcacocha podemos decir que, si esta no es monitorizada y si la laguna volviera a desbordarse, serían 50,000 víctimas mortales y las pérdidas económicas superarían los 9 mil millones de soles. Infraestructuras como la hidroeléctrica Cañón del Pato y las bocatomas de los proyectos Chincas y Chavimochic también se perjudicarían y todo esto por la poca acción de las autoridades de nuestra región.

Tabla 10
Costos de afectación

Tipo de afectación	Costo (S/.)
Edificaciones	1,001'052,000
Red de agua potable	17'483,200
Red de desagüe	20'776,000
Infraestructura vial	812'526,616
Infraestructura y producción agrícola	3,089'499,490
Infraestructura eléctrica	2,819'520,000
Turismo y comercio	1,210'680,000
Costos adicionales	100'000,000
Total (S/.)	9,071'537,306

Fuente: (INAIGEM, 2018)

Similar panorama ocurriría antes las demás lagunas y su población ya que el nivel de vulnerabilidad total de las zonas de impacto es alto, por cuanto gran parte de la población e infraestructura se encuentra expuesta en el área de impacto de cada una de estas lagunas.

Las actuales condiciones de la laguna Palcacocha, superan ampliamente en volumen, profundidad y superficie del espejo de agua a las condiciones de la laguna de 1941 y, de acuerdo a las evaluaciones preliminares realizadas, muestra un peligro latente, que es necesario atender con prontitud.

La tendencia general en la evolución del almacenamiento de agua de la laguna indica un comportamiento de crecimiento dinámico para la laguna Palcacocha, cuya capacidad de almacenamiento muestra incrementos significativos durante todo el periodo debido al retroceso del glaciar. El estrecho contacto entre la lengua del glaciar y la superficie de la laguna favorece esa clase de comportamiento dinámico. A medida que el glaciar se retira, la laguna toma el lugar donde una vez estuvo el glaciar sólido.

No se descarta que puedan producirse avalanchas o aludes de hielo provenientes de los nevados Pucará y Palcaraju, y generar oleajes en la laguna y provocar el desborde violento y posterior formación de un flujo aluviónico sobre la ciudad de Huaraz. También pueden darse procesos combinados, es decir deslizamientos y avalanchas de hielo, tanto más si la laguna se encuentra bajo la influencia de la falla geológica regional de la Cordillera Blanca.

En Huaraz ya existen mesas de discusión y mecanismos de coordinación para buscar una solución, que tienen la difícil tarea de balancear los diferentes intereses, definir mecanismos financieros y decidir en favor de alguna de las soluciones técnicas propuestas para bajar el nivel del agua de la Laguna Palcacocha.

Es necesario indicar que las montañas que rodean la laguna Palcacocha tienen laderas de hasta 55°; por lo tanto, las probabilidades de que se produzcan avalanchas en ellas son altas. No obstante, es difícil predecir cuándo ocurrirán las avalanchas y donde se ubicará la zona de desprendimiento.

El contacto que existe entre la laguna Palcacocha y la lengua glaciar de los nevados Palcaraju y Pucaranra, debido al fuerte retroceso glaciar, podría traer consecuencias negativas en el futuro, provocando que las futuras caídas de bloques de hielo se desplacen directamente sobre la laguna ocasionando grandes oleajes que erosionarán las morrenas tanto laterales como la frontal, pudiendo rebasar el nivel de los diques tanto naturales como los artificiales. Del mismo modo, la morrena lateral izquierda, por ser más inestable que la derecha, puede ser erosionada con mayor intensidad originando deslizamientos consecutivos que al impactar con el espejo de agua provocarían oleajes que comprometerían la seguridad de la laguna y más aún la seguridad de los poblados ubicados aguas abajo como la ciudad de Huaraz y el distrito de Independencia.

Actualmente, la laguna Palcacocha es uno de los principales recursos hídricos de la ciudad de Huaraz, ya que sus aguas, al discurrir por el valle de Cojup, son captadas parcialmente para suministrar agua potable a los más de 100,000 habitantes de la ciudad de Huaraz (INAIGEM, 2018). En ese sentido, cualquier evento que afecte la calidad de sus aguas repercutirá en el suministro de agua potable de la ciudad de Huaraz y en caso de un desembalse podría impactar directamente a la población de la subcuenta del Quillcay.

El avance desordenado de la ciudad la hace más propensa a ser vulnerable ante los eventos antes mencionados. Se han identificado numerosas viviendas ubicadas muy cerca de las riberas de los ríos, como es el caso del sector Este de la ciudad como el barrio de Nueva Florida donde se encuentran viviendas

cercanas a la confluencia de los ríos Cojup y Quillcay, las mismas que serían afectadas.

Es por ello que actualmente se ve la necesidad de diseñar y desarrollar el prototipo con tecnología Arduino para medir el nivel del agua de las lagunas peligrosas y así poder evitar que un fenómeno natural se transforme en un desastre de la naturaleza.

4.4 ANÁLISIS TÉCNICO:

A lo largo de la implementación del prototipo se hace uso de diferentes tecnologías que permiten facilitar la realización de cada una de las tareas que componen dicho proyecto, a continuación, se muestran una serie de cuadros comparativos que permiten analizar las diferentes tecnologías existentes para la realización del presente proyecto para poder tener una visión más clara.

a. Lenguaje de programación:

La elección de un incorrecto lenguaje de programación puede influir negativamente en el desarrollo del proyecto, por ejemplo: podría afectar en la performance del sistema si es que consume muchos recursos o podría retrasar la implementación del mismo si es que la curva de aprendizaje se extiende considerablemente.

Tabla 11
Lenguajes de programación

Lenguaje máquina	PHP	Python	C++
Arduino			X
Raspberry	X	X	

Fuente: Elaboración propia

En lenguaje de programación seleccionado es Python, PHP y C++, las características que influenciaron en su elección son: bajo consumo de memoria y bajo consumo de procesador, a su vez que son lenguajes con una sintaxis sencilla así cumplen las expectativas.

b. Motor de Base de datos:

La elección de la base de datos a usarse está condicionada por la elección del lenguaje de programación. A continuación, se muestra un cuadro comparativo de tres bases de datos que son soportados por el lenguaje de programación.

Tabla 12
Comparativa de base de datos

Características	MySQL	PgSQL	Oracle
Sin costo asociado	X	X	
Fácil instalación	X	X	
Fácil configuración	X		
Manejo de transacciones		X	X

Fuente: Elaboración propia

La base de datos escogida es MySQL, las características que influenciaron en su elección son: Fácil instalación, fácil configuración y el no tener un costo asociado de licencia, a su vez MySQL presenta una rapidez en la ejecución de las consultas.

CAPÍTULO V: DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

5.1 ARQUITECTURA TECNOLÓGICA DE LA SOLUCIÓN

La arquitectura tecnológica de la solución está planteada en 4 niveles los cuales van hacer posible que se tome los datos, se transmitan los mismos y que luego de ello se pueda almacenar y poder tener el análisis de estos en tiempo real.

5.1.1 Niveles de la Arquitectura tecnológica de la solución

- **Nivel 1**

TOMA DE DATOS

Dentro de este nivel el prototipo tendrá contacto con la superficie del agua en la laguna determinada para su análisis, este proceso tiene como sus componentes el sensor de ultra sonido HC-SR04 y el microprocesador Arduino UNO.

- **Nivel 2**

TRANSMISIÓN DE DATOS

En este nivel encontramos el microcomputador que nos permitirá recabar los datos obtenidos en el Arduino que luego son enviados a la base de datos local donde se almacenará la información, este nivel está compuesto por el Arduino, el Raspberry y los programas que se encargaran de procesar la información.

- **Nivel 3**

ALMACENAMIENTO EN LA BASE DE DATOS

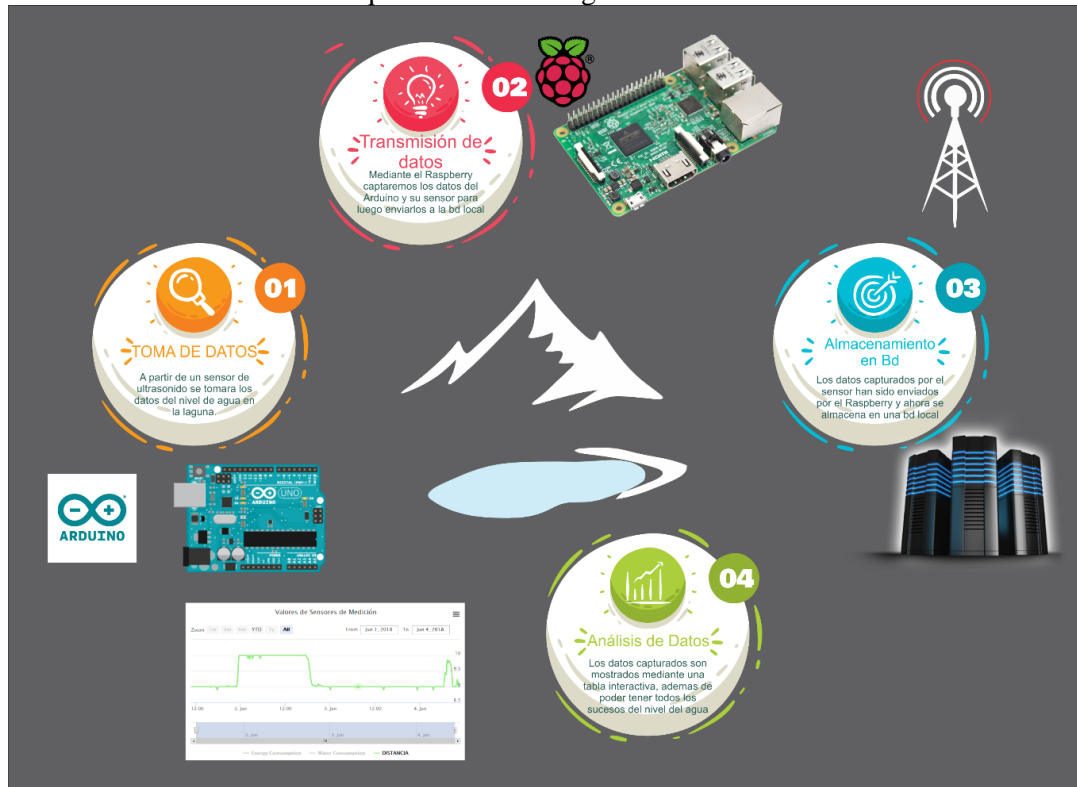
La información que fue recabada en el microcomputador ya ha sido enviada a la base de datos esta la almacena dentro de sus tablas para así tener la información a nivel local lo cual permite que no sufra ninguna pérdida de la toma de datos, por ello en este nivel interviene el Raspberry y la tarjeta sd.

▪ **Nivel 4**

ANÁLISIS DE DATOS

Toda información recabada en la base de datos local es compartida mediante la conexión wifi a la que está presente en el microcomputador la cual es potenciada por la antena airTux haciendo posible que podamos acceder a esta información cuando se requiera.

Imagen 10
Arquitectura Tecnológica de la Solución



Fuente: Elaboración Propia

5.1.2 Definición de plataforma, distribución de datos y aplicaciones

Dado la finalidad de la tesis de generar un prototipo que sea de bajo costo a comparación de otras soluciones tecnológicas, se hace uso de plataformas libres para así evitar el problema con las licencias y sobre costos.

Existen múltiples lenguajes de código fuente libre, también gestores de bases de datos como: PHP, MySQL server, Para el desarrollo del Sistema de gestión web se toma el lenguaje PHP y gestor de base de datos MariaDB, MySQL server, servidor web Apache.

Dentro de la plataforma electrónica se hace uso de los prototipos de la familia Arduino tanto para el software como su hardware, así también como el uso de la tecnología Raspberry mediante su microcomputador Raspberry Pi 3 y su sistema operativo Raspbian.

Tabla 13

Plataforma, distribución de datos y aplicaciones

Aplicación	Detalle
Lenguaje de programación PHP.	Lenguaje de programación a ser usado, por ser de distribución libre y eficiente.
Lenguaje de programación Python.	Python es un lenguaje de programación interpretado cuya filosofía hace hincapié en una sintaxis que favorezca un código legible. Al utilizar Python en la Raspberry Pi tenemos la ventaja de poder conectar el mundo digital con el mundo físico mediante la electrónica y programación.

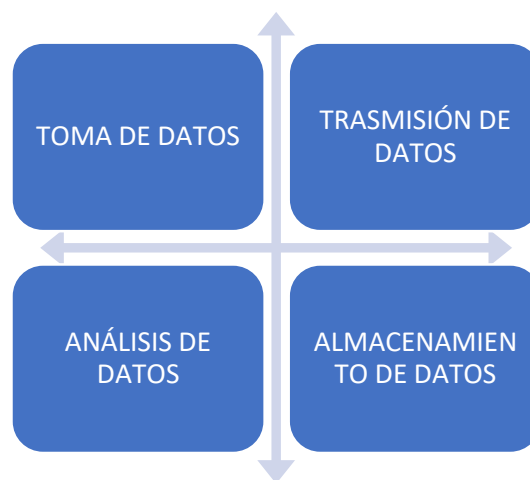
Gestor de Base de Datos Maria Bd	Gestor que permitirá el almacenamiento de los datos.
Arduino IDE	Es un entorno de desarrollo y en él se realiza la programación de cada una de las placas de Arduino.
Raspbian	Es el sistema operativo recomendado para Raspberry Pi 3
Entrada de datos Toma de datos del nivel de la laguna	Son datos en cm que tomare el sensor de ultrasonido.
Distribución de datos Servicio de hosting local	Este se almacenara en el Raspberry el cual nos permitirá la inclusión de un servidor local.

Fuente: Elaboración Propia

5.2 DISEÑO DE ESTRUCTURA DE LA SOLUCIÓN

La solución planteada se va enfocar en cuatro componentes fundamentales para así tener una forma y método para saber aplicar, controlar y dirigir el proyecto.

Imagen 11
Estructura de la solución



Fuente: Elaboración Propia

5.2.1 Toma de Datos

Establecer un proceso sistemático y uniformizado para recopilar información de las medidas del nivel de agua que constantemente varía en la laguna, además de considerar las amenazas y vulnerabilidades que puede tener el modelo.

- La toma de datos lo realizará el sensor de ultrasonido modelo hc-sr04 el cual nos permitirá capturar la información mediante el sistema del Arduino, dado que estos dos componentes son complementarios. Los datos que arroje el microprocesador serán mostrados en el puerto serie. Dando

como datos resultantes una medida en centímetros y cada tiempo en que sea requerido y programado.

- Identificada la necesidad de rango de medición, se determinó que un mínimo de 2 metros permitiría detectar las anomalías y cambios en la laguna además de permitir que el equipo no sufra daños al momento de fuerte oleajes.
- Se determina como medida prudente tomar muestra de datos cada minuto de esta manera la información que se tenga estará actualizada y será constante, esto de acuerdo a las consultas realizadas a los investigadores del INAIGEM, teniendo en total 1440 datos durante un día lo cual nos asegura que tengamos información ante cada suceso o imprevisto que signifique una alerta para la población.
- Análisis y evaluación de datos capturados pasados de las principales amenazas naturales (intensidad, frecuencia y probabilidad) y de sus datos históricos en las lagunas nos permitirá comprobar la veracidad de nuestro trabajo. Estos datos los tenemos dados gracias a las entidades encargadas de monitorear la laguna Palcacocha, en este caso el INAIGEM, y el gobierno regional de Ancash.

5.2.2 Transmisión de Información

El desarrollar modelos que nos permitan la comunicación y difusión de la información para su tratamiento respectivo.

- Dado que el microcontrolador Arduino nos permite hacer transmisiones de información por el puerto serie se vio como conveniente adoptar una

tecnología para poder capturar estos datos y luego de ello poder procesarlos y transmitirlos.

- Viendo la funcionabilidad con que se cuenta en el Raspberry ya que este nos permite tener un minicomputador para hacer el tratamiento de la información del sensor de medición, se va sincronizar el trabajo entre el Arduino y el Raspberry para así poder tener la medición de los datos, hacer el tratamiento de estos y además poder enviarlos mediante una red inalámbrica.
- Se usará el modelo Raspberry pi 3 el cual mediante la instalación de sus respectivos componentes nos permitirá capturar los datos del Arduino que los envía por puerto serie, una vez capturados también se le adicionará la hora local del sistema del Raspberry para saber la fecha y hora exacta de la toma de dato.

5.2.3 Almacenamiento de Datos

El almacenamiento de datos se puede desarrollar en el propio Raspberry el cual nos permite montar un servidor local en su interior.

- Los datos capturados y procesados por el Raspberry vendrían a ser tres, el primero de ellos es el código que nos permite identificar la no duplicidad del dato, el segundo sería la medición tomada en la laguna, este nivel de agua estaría en la medida de centímetros, y el tercer dato vendría a ser la fecha y hora en que se capturo el dato para así poder tener un registro completo de los cambios que presenta la laguna a analizar.

- Mediante la instalación de un servidor local con el sistema de gestión de base de datos MYSQL en el Raspberry tendremos la seguridad de que nuestros datos no se pierdan ante un fallo en el sistema de telecomunicaciones o en el momento del envío de los datos mediante las antenas.
- En la base de datos local implementada en el Raspberry se tendrá en cuenta la tabla con los espacios antes mencionados como son: código, medición de la laguna, fecha y hora.

5.2.4 Análisis de Datos

Los datos almacenados en la base de datos local del Raspberry necesitan ser conocidos por los investigadores para su análisis por ello se debe de proporcionar acceso a estos para ello se debe desarrollar lo siguiente:

- Los datos almacenados en la base del Raspberry constituyen nuestra materia prima para analizar, estos datos generados se deben de poder visualizar cuando el investigador lo requiera por ello para asegurar su disponibilidad contaremos con un acceso remoto al Raspberry el cual se realizará mediante la tecnología VNC y SSH.

5.3 DISEÑO DE LA FUNCIONALIDAD DE LA SOLUCIÓN

Como la tesis se ha repartido en puntos fundamentales en cada uno de ellos tenemos planteados un diseño distinto para la solución, por ello se mencionará a continuación:

Imagen 12
Diseño de la Funcionabilidad de la solución

Diseño de la Funcionabilidad de la Solución



Fuente: Elaboración Propia

5.3.1 Medición del nivel del agua

Cálculo del nivel del agua con sensor de ultrasonido

Los sensores de ultrasonido ocupan hoy en día un lugar importante en la vida moderna. Su influencia en la industria, en las tareas de inspección y control de procesos, crece continuamente. En la navegación se aplica desde sus inicios con el sonar. En biología marina tiene uso intensivo en el seguimiento de las actividades de los animales marinos. En tareas de vigilancia se utiliza en la detección o ausencia de personas. Un uso industrial extendido es la cuantificación de la velocidad de flujo, presencia o ausencia de objetos, medidas de distancias, en medicina, su aplicación está presente en los campos de la visualización, diagnóstico y terapéutica. En los últimos años, su desarrollo ha estado influenciado con el desarrollo de la microelectrónica, las técnicas digitales, nuevos materiales y el avance de los medios de cómputo. Es así que por ello será el sistema que, a utilizar en nuestro proyecto, mediante este, el sensor de ultrasonido, que es un dispositivo que convierte la energía de vibración mecánica en energía eléctrica. Este mismo dispositivo puede funcionar como emisor de ondas de ultrasonido cuando es excitado por una fuente de energía eléctrica. En las dos situaciones descritas puede ser el mismo componente, en un tiempo emisor y en otro receptor. Para tener una mejor idea del funcionamiento, se señala que el componente básico del sensor es una lámina circular de un material piezoeléctrico. Este material tiene la propiedad de cambiar sus dimensiones geométricas cuando aplicamos un voltaje provocando una vibración mecánica amortiguada. Este mismo

material presenta también el fenómeno inverso, cuando recibe una vibración mecánica, presiona al cristal produciéndose una diferencia de potencial eléctrico entre sus caras. El ultrasonido, como onda de presión mecánica, posee las siguientes características:

- Es una onda mecánica: Significa que sólo se propaga a través de un medio material y elástico que permita transmitir las vibraciones de sus partículas.
- Es una onda longitudinal: Quiere decir que el movimiento de las partículas que transporta la onda se desplaza en la misma dirección de propagación de la onda.
- Es una onda esférica: Esto hace referencia a que las ondas se desplazan en tres dimensiones describiendo esferas radiales que parten del foco emisor.

Fórmula para obtener la distancia

Primero se debe de aplicar la siguiente formula general:

$$Velocidad = \frac{Distancia\ Recorrida}{tiempo}$$

Donde:

Velocidad: es la velocidad del sonido 340 m/s.

Es necesario transformar esos datos a cm/us dado que se trabajará en centímetros por microsegundos.

Tiempo: es el tiempo que demora en llegar el ultrasonido al objeto y regresar al sensor.

Distancia Recorrida: es dos veces la distancia hacia el objeto.

Reemplazando los valores tenemos:

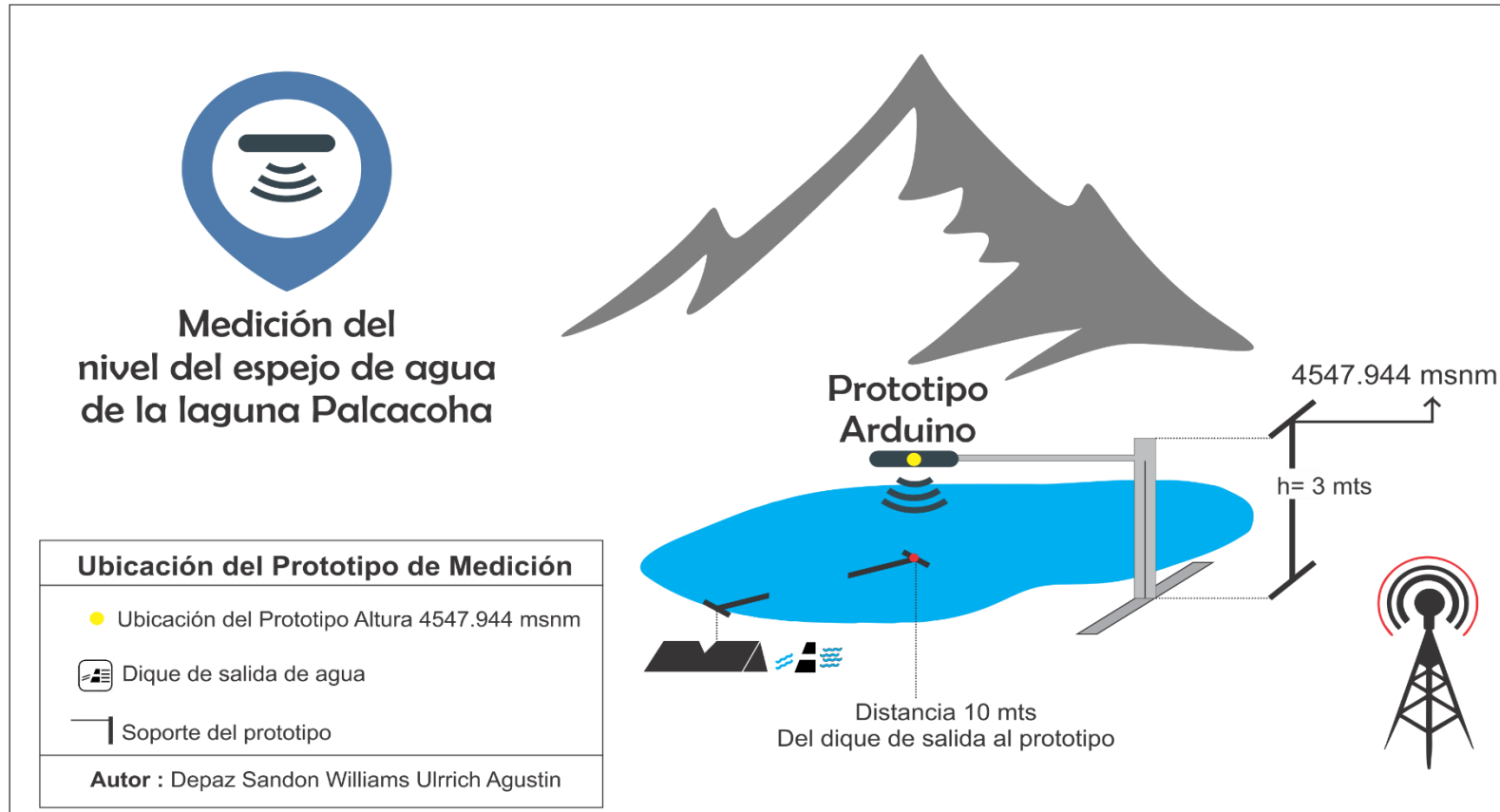
$$\frac{340}{s} \times \frac{1}{1000000us} \times \frac{100cm}{1m} = \frac{2d}{t}$$

$$d(cm) = \frac{t(us)}{59}$$

Funcionamiento del Ultrasonido

Los ultrasonidos son sonido, exactamente igual que los que oímos normalmente, salvo que tienen una frecuencia mayor que la máxima audible por el oído humano. Ésta comienza desde unos 16 Hz y tiene un límite superior de aproximadamente 20 KHz, mientras que nosotros vamos a utilizar sonido con una frecuencia de 40 KHz. A este tipo de sonidos es a lo que llamamos Ultrasonidos. El funcionamiento básico de los ultrasonidos como medidores de distancia se muestra de una manera muy clara en el siguiente esquema, donde se tiene un receptor que emite un pulso de ultrasonido que rebota sobre un determinado objeto y la reflexión de ese pulso es detectada por un receptor de ultrasonidos. Este dispositivo el sensor ultrasonido será colocado en un soporte con dirección a la laguna de la tal manera podrá emitir una señal cada 10 segundo lo cual nos permitirá obtener el valor de la distancia en cm.

Imagen 13
Esquematación de la colocación del prototipo



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14

Componentes de esta etapa

N°	Componente	Descripción	Características
1	Arduino UNO	Es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios.	Microcontrolador Atmega328 Voltaje de operación 5V Voltaje de entrada 7 – 12V Voltaje de entrada 6 – 20V Pines para entrada/salida digital. 14 Pines de entrada analógica. 6 Corriente continua por pin IO 40 mA Corriente continua en el pin 3.3V 50 mA Memoria Flash 32 KB Frecuencia de reloj 16 MHz
2	Sensor de Ultrasonido. HT-SR04	Son detectores de proximidad que trabajan libres de roces mecánicos y que detectan objetos a distancias.	Alimentación de 5 volts Interfaz 4 pines Vcc, Trigger, Echo, GND Rango de medición 2 cm a 400 cm Corriente de alimentación: 15 mA Frecuencia del pulso 40 Khz Apertura del pulso ultrasónico 15° Señal de disparo 10uS

Dimensiones del módulo 45x20x15 mm.

3	Paneles Fotovoltaicos	están formados por un conjunto de células fotovoltaicas que producen electricidad a partir de la luz que incide sobre ellos mediante el efecto fotoeléctrico.	Capacidad de 30 W Para sistemas de 12 v Tipo de celda mono Peso 2.7
4	Batería	Es un dispositivo que consiste en una o más celdas electroquímicas que pueden convertir la energía química almacenada en corriente eléctrica	Voltaje 12 v Capacidad Nominal 20 Ah x Hora

Fuente: Elaboración Propia

5.3.2 Captura de datos del puerto serie

Los datos que son enviados por el Arduino son capturados por el Raspberry cada 10 segundos para este proceso se tiene en consideración los siguientes aspectos:

El dispositivo Raspberry al ser un mini computador nos permite desarrollar programación dentro de su interfaz por ello cuando conectamos con el Arduino este nos permite leer los datos que se están procesando.

Primero se debe de hacer la conexión con el dispositivo Arduino, el cual se localiza en el puerto serial, el cual trabaja con una velocidad en baudios de 9600.

Dado que los datos son tomados cada 10000 milisegundos por el Arduino el dispositivo Raspberry tiene que leer también cada 10 segundo así se evitara la duplicidad de los datos y también se evitara que exista una latencia entre datos o acumulación de carga de datos para su lectura.

Así con el uso del lenguaje Python que es un lenguaje de programación orientado a objetos, interpretado y de fácil entendimiento, nos brinda la oportunidad de generar un código bastante cercano a cómo se describirían las cosas en la vida real. Esto se hace a través de un modelo conocido como clase, y dentro de esta clase se define lo que se conoce como atributos y métodos que al crear un objeto definirán las características únicas de ese mismo objeto y así se creará un script para que pueda tomar los datos del Arduino, en esta programación también se hará uso una librería.

Con la siguiente línea de código se instalará la librería serial, la cual hace posible que nuestro Raspberry lea el puerto serial del Arduino.

apt-get install python-serial

Una vez instalada podremos proceder a importarla en nuestro código, y para más adelante hacer uso de la misma en la programación con la sentencia *serial.Serial* y *readline*.

Tabla 15

Componentes de esta etapa

N°	Componente	Descripción	Características
1	Arduino UNO	Es una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo.	Microcontrolador Atmega328 Voltaje de operación 5V Memoria Flash 32 KB Frecuencia de reloj 16 MHz
2	Raspberry PI 3	Es un mini computador, que cuenta con una pequeña placa que soporta lo componentes de una computadora.	Placa base de 85 x 54 milímetros Chip Broadcom BCM2835 Procesador ARM 1 GHz de velocidad GPU VideoCore IV Memoria RAM 512mb

Fuente: Elaboración Propia

5.3.3 Validación de datos

Los datos que son capturados por el sensor y que luego son leídos por el Raspberry pasan por un proceso de bucle comprobatorio para que de esta manera se consulte su falsedad o veracidad de la misma, esto dado que al ser

un sensor y estar expuesto a condiciones climáticas muy adversas puede presentar falsos positivos mostrando un dato caracterizado por un número de más de 4 dígitos, también puede dar un dato separado por un salto de líneas y también un dato vacío. Dadas estas consideraciones los datos son revisados por bucles de validación además de guardar los datos y errores mostrados.

5.3.4 Almacenamiento de Datos

El Raspberry cuenta con una memoria externa de almacenamiento la cual nos permite tener un repositorio de los datos almacenados. Así mismo dentro de esta memoria podemos alojar nuestro servidor local, el cual estará administrado por el gestor MariaDB e integrado con PhpmyAdmin que es una aplicación web de administración libre para MySQL compatible con MariaDB.

Los datos que han sido tomados por Arduino y que luego fueron capturados por el Raspberry pasan a ser almacenados en el servidor local del Raspberry.

Estos datos son almacenados gracias al uso del script creado en Python, que junto al uso de la librería *mysql.connector* podemos hacer las consultas para la conexión con nuestra base de datos y posteriormente hacer la inserción de los datos los cuales se consideran entre la distancia calculada y la fecha y hora del sistema.

5.3.5 Análisis de datos

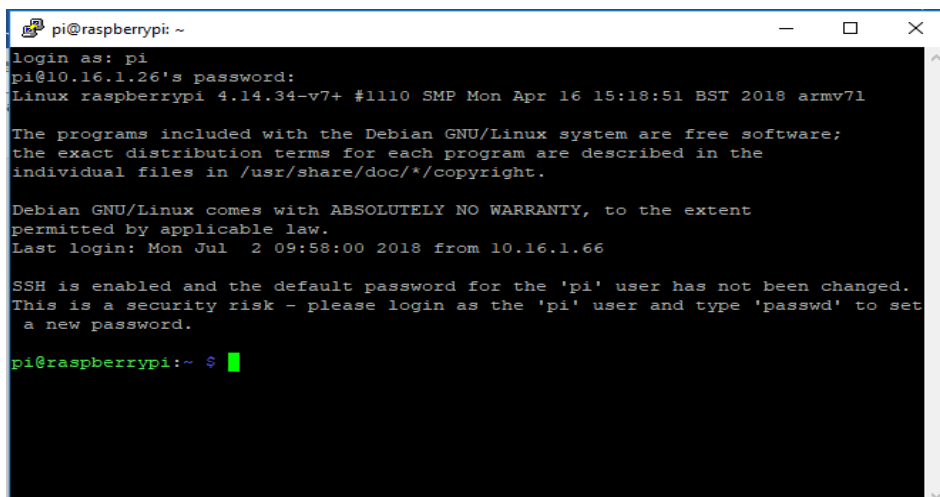
En este proceso los datos que ya son almacenados en la base de datos pueden ser consultados por gracias al entorno que nos ofrece Raspberry dado que es

un sistema que permite la instalación de otros softwares nosotros podemos acceder a su base de datos y la muestra de recolección de datos.

Para esto se ha habilitado el puerto SSH. Este denominado puerto es el nombre de un protocolo y del programa que lo implementa, y sirve para acceder servidores privados a través de una puerta trasera. Este permite manejar por completo el servidor del Raspberry mediante un intérprete de comandos.

Imagen 14

Consola del Putty conectado al Raspberry



```
pi@raspberrypi: ~
login as: pi
pi@10.16.1.26's password:
Linux raspberrypi 4.14.34-v7+ #11110 SMP Mon Apr 16 15:18:51 BST 2018 armv7l

The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.

Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent
permitted by applicable law.
Last login: Mon Jul 2 09:58:00 2018 from 10.16.1.66

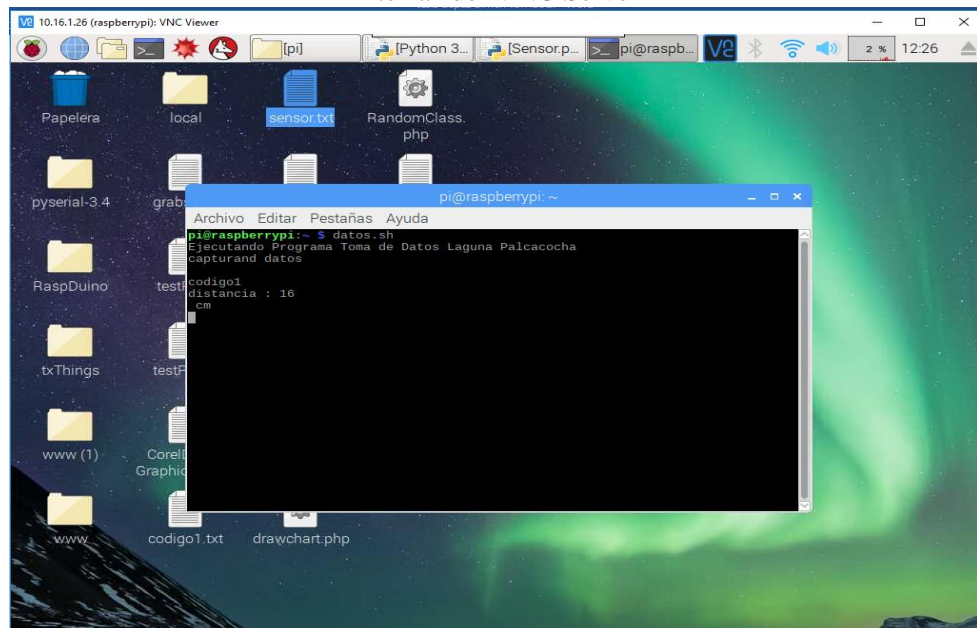
SSH is enabled and the default password for the 'pi' user has not been changed.
This is a security risk - please login as the 'pi' user and type 'passwd' to set
a new password.

pi@raspberrypi:~
```

Fuente: Elaboración propia

Además de este puerto se tienen también el control del Raspberry mediante el sistema de VNC Server el cual nos permite tener el acceso a la interfaz gráfica de nuestro Raspberry.

Imagen 15
Interfaz del VNC Server



Fuente: Elaboración Propia

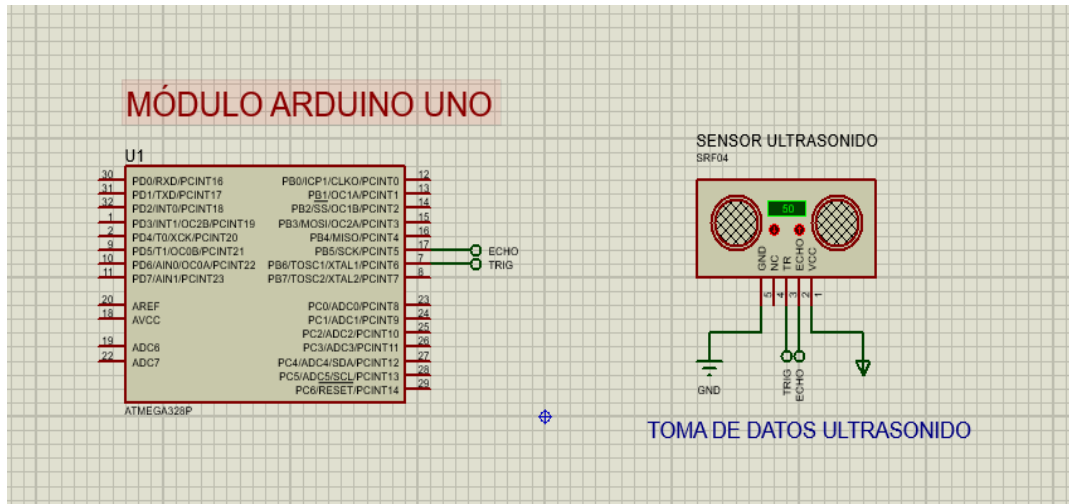
5.4 DISEÑO DE LA INTERFAZ DE LA SOLUCIÓN

En esta sección se muestra la interfaz que va manejar el prototipo los diseños son elaborado mediante el programa PROTEUS que nos permite simular la distribución de los dispositivos a usar en nuestro Prototipo.

Además de ello se desarrolla los planos en el software de licencia libre EASY EDA, quien nos permite crear diseños en la nube para el desarrollo de nuestro prototipo.

Los diseños presentados corresponden al circuito a elaborar para el desarrollo de nuestro proyecto además de ello también se tiene el dibujo de la placa en PCB.

Imagen 16
Simulación en Proteus

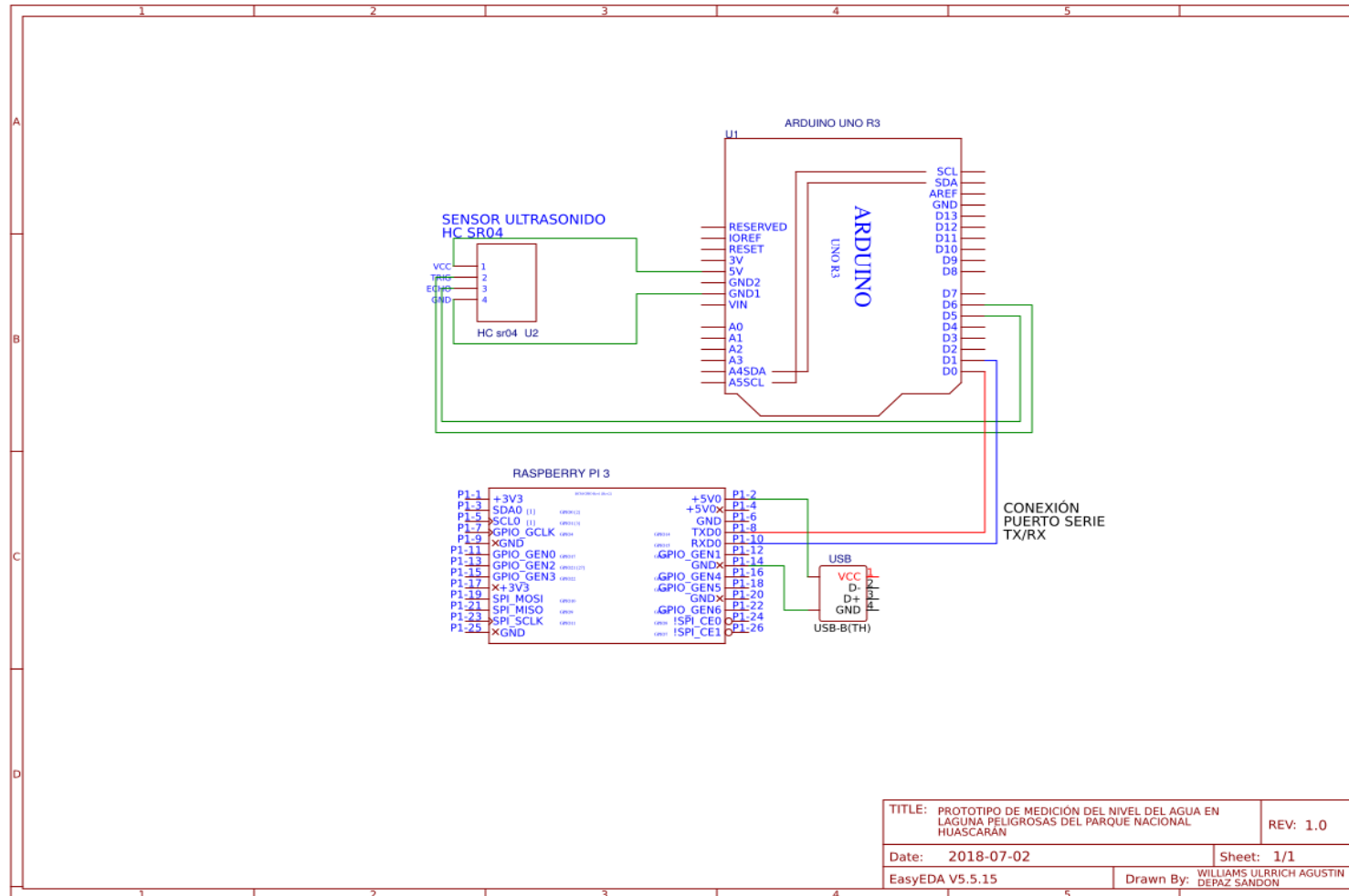


Fuente: Elaboración Propia

En esta simulación tenemos los dos componentes que van intervenir en el desarrollo de nuestro prototipo, el primero es el módulo Arduino Uno que es el microcontrolador que va controlar el sensor de ultrasonido. Quien para el prototipo hace uso de dos entradas digitales como son el PIN 5 y el PIN 6, en estas entradas se conecta las salidas del sensor de ultrasonido, que vendrían a ser el trigger y el echo, para así realizar los cálculos correspondientes y determinar la distancia.

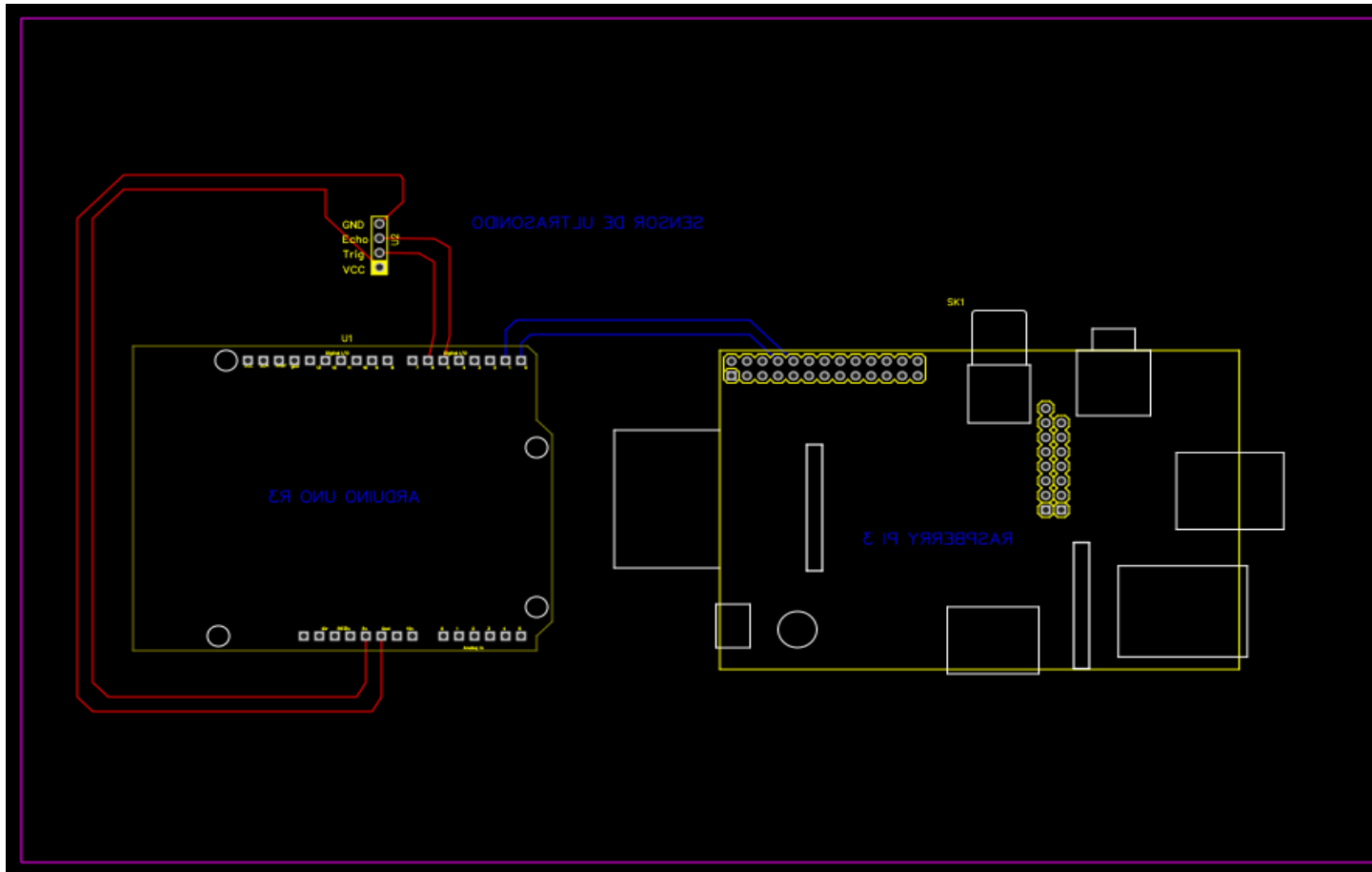
Imagen 17

PLANO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL PROTOTIPO



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 18
PLANO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS COMPONENTES DEL PROTOTIPO EN PCB



Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO VI: CONSTRUCCIÓN DE LA SOLUCIÓN

6.1. CONSTRUCCIÓN:

En esta sección se detalla las tecnologías usadas para la adecuada construcción de la solución.

6.1.1. Lenguaje de programación.

Tabla 16

Lenguaje de Programación

Nº	Dispositivo	Lenguaje
1	Arduino UNO	C++
2	Raspberry pi 3	Python

Fuente: Elaboración propia

El lenguaje de programación que se utilizará para el desarrollo del presente proyecto será C++ para la configuración que se necesaria dentro del Arduino y sus módulos de sensores, además de ello se hará uso del Python para la configuración del Raspberry y la programación de scripts.

6.1.2. Librerías a utilizar.

Tabla 17

Librerías Arduino y Raspberry

Librería	Descripción	Funcionabilidad
Serial	Es una librería que nos permite comunicarnos con el puerto serie de los microcontroladores	Comunicar el puerto serie del Arduino con el Raspberry
Mysql	Es la librería que nos permite conectarnos a la base de datos	Conexión con el servidor local y modificación de la base de datos.
Time	Es la librería que tiene acceso a la hora y fecha del sistema.	Nos permite extraer la fecha y hora actual para registrar nuestros datos.

Fuente: Elaboración propia

6.1.3. Pruebas

Las pruebas a realizarse sobre el prototipo son de gran importancia puesto que permiten asegurar el correcto funcionamiento del mismo.

El desarrollo de la prueba será ejecutado a lo largo de todo el proceso de implementación de cada uno de los módulos, luego de realizadas las pruebas se establecerán las correcciones a realizarse.

6.1.4. Tipos de Pruebas

Se lleva a cabo los siguientes tipos de prueba:

Pruebas unitarias: Tiene como objetivo validar el correcto funcionamiento del prototipo.

A continuación, se muestran las pruebas unitarias realizadas y los pasos que se siguieron.

Tabla 18

Prueba 001

PRUEBA-001	
Objetivo	Verificar que el sensor recopila datos
Pasos a seguir	<ol style="list-style-type: none"> 1. Encender el Arduino UNO 2. Conectar el sensor de ultra sonido 3. Entrar al Arduino IDE 4. Abrir el puerto serie
Resultado esperado	Los datos son tomados correctamente
Resultado obtenido	Éxito

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19

Prueba 002

PRUEBA-002	
Objetivo	Verificar que el sensor toma datos correctamente
Pasos a seguir	<ol style="list-style-type: none">1. Ver datos del puerto serie en el Arduino2. Comparar con la medida de la regla3. Se verifica que los datos son en cm.
Resultado esperado	Los datos son similares en sus medidas.
Resultado obtenido	Éxito

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20

Prueba 003

PRUEBA-003	
Objetivo	Verificar que el sensor almacena datos
Pasos a seguir	<ol style="list-style-type: none">1. Abrir el gestor de base de datos en Raspberry.2. Identificarse con el usuario y su contraseña.3. Ingresar a la tabla de los datos y verificar
Resultado esperado	Los datos que han sido tomados son encontrados en la base de datos.
Resultado obtenido	Éxito

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21

Prueba 004

PRUEBA-004	
Objetivo	Verificar el acceso remoto a la base de datos
Pasos a seguir	<ol style="list-style-type: none">1. Abrir el software VNC viewer .2. Identificarse con el usuario y su contraseña.3. Ingresar al Raspberry por mediante IP
Resultado esperado	Los datos que han sido tomados se pueden verificar remotamente.
Resultado obtenido	Éxito

Fuente: Elaboración Propia

6.1.5. Costos

Tabla 22

Costos de Hardware y Software

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO S/.	TOTAL, S/.
Materiales Prototipo					687.00
1	Raspberry PI 3	Unidad	1	220.00	220.00
2	Arduino UNO	Unidad	1	40.00	40.00
3	Cables de Conexión	Unidad	1	12.00	12.00
4	Sensor de ultrasonido	Unidad	1	20.00	20.00
5	Antena USB Wifi	Unidad	1	60.00	60.00
6	Panel Fotovoltaico 30 w	Unidad	1	150.00	150.00
7	Batería 20A	Unidad	1	100.00	100.00
8	Controlador de Carga	Unidad	1	50.00	50.00
9	Memoria SD 8 gb	Unidad	1	35.00	35.00
Costo de Software					0.00
10	Arduino IDE	Unidad	1	0.00	0.00
11	Python 3.6	Unidad	1	0.00	0.00
12	Raspbian	Unidad	1	0.00	0.00
TOTAL					687.00

Fuente Elaboración Propia.

CAPÍTULO VII: IMPLEMENTACIÓN

En esta etapa se revisa la estrategia de implantación para el prototipo, la cual se estableció inicialmente. Se identificó la infraestructura y equipamiento que forman parte del prototipo.

Una vez estudiado el alcance y los condicionantes de la implantación, se decidió que sí se puede llevar a cabo, se formó el equipo de implantación, determinando los recursos humanos necesarios para la instalación del prototipo, para las pruebas de implantación y aceptación, y para la preparación del mantenimiento.

7.1. MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA SOLUCIÓN:

7.1.1. Elementos de Monitoreo y evaluación:

Para la implementación, de un prototipo, existen elementos de monitoreo, tales como las que se exponen a continuación:

- a) Personal: Disponer del personal entrenado, para lo cual previamente se realizarán capacitaciones.
- b) Instalaciones: disponer de instalaciones adecuadas para el uso del prototipo (Laguna Palcacocha).
- c) Tiempo: Un prototipo exige tiempo para su implementación y seguimiento.
- d) Costo: El costo es un factor limitante en lo que refiere al monitoreo.

7.1.2. Políticas y reglas del procedimiento:

La planificación para la evaluación de las mediciones que tome el prototipo, se encontrará a cargo del desarrollador, mi persona.

- Se realizaron capacitaciones durante la implantación del prototipo para el personal, autoridad que necesite de la verificación de los datos de medición.
- En caso se genere errores en los datos medición, deben ser registrados para su respectiva corrección.
- Para el caso de equipos, se deberá realizar los siguientes controles:
 - Revisar su correcto funcionamiento de encendido y apagado.
 - Efectuar mantenimiento de los equipos mensualmente.
 - Revisar el estado general del sistema operativo del Raspberry.
 - Debe ser revisada la tarjeta MICRO SD para comprobar su funcionalidad.
 - Los errores del sistema deberán ser registrados y notificados al responsable del proyecto.

7.1.3. Plan de monitoreo y evaluación:

Como ya se mencionó, el proceso de monitoreo involucra a distintos actores; sin embargo, el personal responsable del uso del prototipo es el que debe llevar el seguimiento durante el uso del mismo para evaluar el rendimiento y ver su funcionamiento en ambientes que no han sido probado con anterioridad.

Tabla 23

Monitoreo y Evaluación

Plan de Monitoreo y Evaluación

Informes	Frecuencia	Responsable	Actividades	Finalidad
Registro y reportes de monitoreo	Lapsos intermedios	Personal que tome las muestras en la laguna.	Revisión de la medición, teniendo coherencia con el registro visual.	Apreciar los alcances del proyecto y su precisión.

Fuente: Elaboración propia

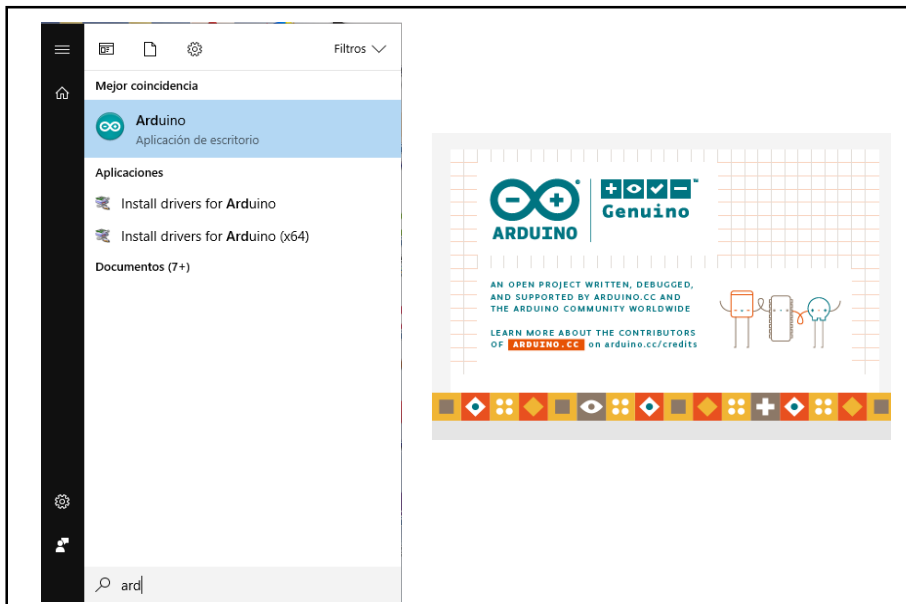
7.2. IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE

Dentro de este apartado vamos a realizar la implementación de la parte lógica del prototipo, para ello hacemos uso de los diferentes lenguajes de programación plasmados en el proyecto y de acuerdo corresponda en cada etapa.

Código para programar el sensor de ultrasonido.

Lo primero a realizar dentro del código para poder hacer uso del módulo del ultrasonido es abrir el entorno de programación del Arduino IDE.

Imagen 19
Imagen del Arduino IDE



Fuente: Elaboracion Propia

Dentro del cual podremos empezar a programar las líneas del código que sean necesarias para el proyecto.

La primera sentencia a redactar será la definición de los pines a usar en nuestro Arduino los cuales van a contener dentro de ellos el Trigger (desencadenador) y el Echo(repetidor) valores de lectura y envío que serán proporcionadas por el sensor HC- SR04.

Para ello se define el Pin digital 5 y el Pin digital 6 del Arduino como Echo y Trigger respectivamente, declarando así las variables para luego asignarlas.

Imagen 20

Declaración de variables en Arduino

```
const int Trigger = 6;
const int Echo = 5;
```

Fuente: Elaboración Propia

Iniciamos el puerto serie y fijamos la velocidad en baudios para la transmisión de datos en serie. El valor de velocidad para comunicarse con el Raspberry es 9600.

Imagen 21

Definición de velocidad

```
void setup() {
  Serial.begin(9600);
}
```

Fuente: Elaboración Propia

Asignamos las variables previamente declaradas y les damos los valores de output (salida) para el Trigger y el valor de input (entrada), e iniciamos la lectura de datos en vacío o cero para no presentar datos erróneos.

Imagen 22

Configuración del Programa Arduino

```
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(Trigger, OUTPUT); //pin como salida
  pinMode(Echo, INPUT); //pin como entrada
  digitalWrite(Trigger, LOW); //Inicializamos el pin con 0
}
```

Fuente: Elaboración Propia

Definimos las variables de tiempo y distancia en que se demora en volver e ir la señal del eco del sensor de Ultrasonido.

Para ello tomamos referencia de la fórmula planteada previamente para el cálculo de la distancia que usa el sensor de ultrasonido.

Las cuales mostramos a continuación.

$$Velocidad = \frac{Distancia Recorrida}{tiempo}$$

$$d(cm) = \frac{t(us)}{59}$$

Imagen 23

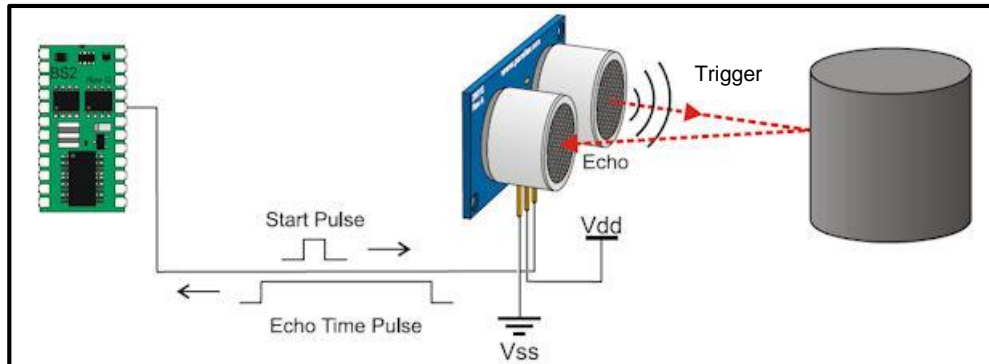
Definición de variables

```
void loop()
{
    long t; //tiempo que demora en llegar el eco
    long d; //distancia en centimetros
```

Fuente: Elaboración Propia

Enviamos la señal digital por el Trigger la cual presentará una duración de 10us, luego de esto se apaga el Trigger y se apertura la variable del tiempo = t, la cual esperará por la entrada del pulso en el pin asignado para el Echo así podremos calcular el tiempo que se demoró en recorrer la señal entre Trigger y Echo.

Imagen 24
Funcionamiento del HC-SR04



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 25

Código para capturar el tiempo que demora en recorrer el pulso

```
void loop()
{
    long t; //tiempo que demora en llegar el eco
    long d; //distancia en centimetros

    digitalWrite(Trigger, HIGH);
    delayMicroseconds(10); //Enviamos un pulso de 10us
    digitalWrite(Trigger, LOW);

    t = pulseIn(Echo, HIGH); //obtenemos el ancho del pulso
```

Fuente: Elaboración Propia

Una vez determinado el tiempo solo se aplica la fórmula para poder determinar la distancia. Una vez calculada se imprime el dato por el puerto serial. Y hacemos un delay (pausa) de 10000 μ s que tiene un equivalente a diez segundos, para poder reiniciar la captura de datos.

Imagen 26

Captura de la Distancia

```
d = t/59;           //calculo con la fórmula para el tiempo

Serial.print(d);   //Enviamos serialmente el valor de la distancia
Serial.println();
delay(10000);      //Hacemos una pausa de 100ms 10s
}
```

Fuente: Elaboración Propia

Este código se compila y se sube al Arduino, para así tener ya programado el microcontrolador a la espera de conectar el sensor de ultra sonido para la captura de datos.

Imagen 27

La compilación del código.



```
sensor2prog Arduino 1.8.5
Archivo Editar Programa Herramientas Ayuda

sensor2prog

const int Trigger = 6;
const int Echo = 5;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(Trigger, OUTPUT); //pin como salida
  pinMode(Echo, INPUT); //pin como entrada
  digitalWrite(Trigger, LOW); //Inicializamos el pin con 0
}

void loop()
{
  long t; //tiempo que demora en llegar el eco
  long d; //distancia en centímetros
  digitalWrite(Trigger, HIGH);
  delayMicroseconds(10); //Enviamos un pulso de 10us
  digitalWrite(Trigger, LOW);
  t = pulseIn(Echo, HIGH); //obtenemos el ancho del pulso
  d = t/59; //calculo con la fórmula para el tiempo

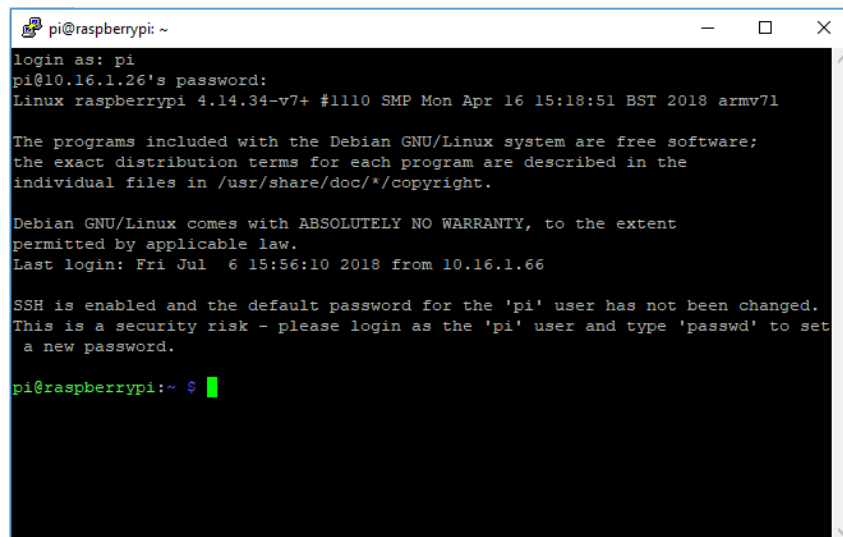
  Serial.print(d); //Enviamos serialmente el valor de la distancia
  Serial.println();
  delay(10000); //Hacemos una pausa de 100ms 10s
}

Compilado
El Sketch usa 2522 bytes (7%) del espacio de almacenamiento de programa. El máximo es 32256 bytes.
Las Variables Globales usan 188 bytes (9%) de la memoria dinámica, dejando 1860 bytes para las variables locales. El máximo es 2048 bytes.
11 Arduino/Genuino Uno en COM3
```

Fuente: Elaboración Propia

Una vez grabado el código en el Arduino podemos empezar a crear el programa para la captura de datos en el Raspberry, nos basamos en el entorno de desarrollo de programación de Python, empezamos abriendo la consola del Raspberry.

Imagen 28
La consola del Raspberry PI 3

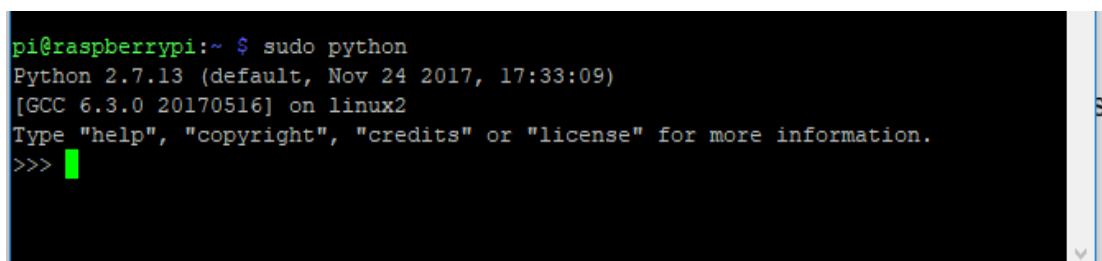


```
pi@raspberrypi: ~  
login as: pi  
pi@10.16.1.26's password:  
Linux raspberrypi 4.14.34-v7+ #1110 SMP Mon Apr 16 15:18:51 BST 2018 armv7l  
  
The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;  
the exact distribution terms for each program are described in the  
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.  
  
Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent  
permitted by applicable law.  
Last login: Fri Jul 6 15:56:10 2018 from 10.16.1.66  
  
SSH is enabled and the default password for the 'pi' user has not been changed.  
This is a security risk - please login as the 'pi' user and type 'passwd' to set  
a new password.  
  
pi@raspberrypi:~$
```

Fuente: Elaboración Propia

Luego de haber abrir la consola debemos instalar las últimas actualizaciones de las librerías para hacer uso del entorno de programación del Python. Para ello digitamos el comando “Python”.

Imagen 29
Verificando versión de Python



```
pi@raspberrypi:~$ sudo python  
Python 2.7.13 (default, Nov 24 2017, 17:33:09)  
[GCC 6.3.0 20170516] on linux2  
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.  
>>>
```

Fuente: Elaboración Propia

Luego de ello procedemos a actualizar nuestro Raspberry con los comandos `sudo apt-get update` y `sudo apt-get upgrade`.

Imagen 30

Imagen de actualización del Raspberry pi 3

```
pi@raspberrypi:~ $ sudo apt-get update
Des:1 http://archive.raspberrypi.org/debian stretch InRelease [25,3 kB]
Des:2 http://raspbian.raspberrypi.org/raspbian stretch InRelease [15,0 kB]
Des:3 http://raspbian.raspberrypi.org/raspbian stretch/main armhf Packages [11,7
  MB]
Des:4 http://archive.raspberrypi.org/debian stretch/main armhf Packages [165 kB]
Des:5 http://archive.raspberrypi.org/debian stretch/ui armhf Packages [34,3 kB]
Descargados 11,9 MB en lmin 20s (149 kB/s)
Leyendo lista de paquetes... Hecho
```

Fuente: Elaboración Propia

Imagen 31

Imagen de actualización de paquetes del Raspberry pi 3

```
pi@raspberrypi:~ $ sudo apt-get upgrade
Leyendo lista de paquetes... Hecho
Creando árbol de dependencias
Leyendo la información de estado... Hecho
Calculando la actualización... Hecho
Los paquetes indicados a continuación se instalaron de forma automática y ya no
son necesarios.
  lxkeymap python-gobject python-gobject-2 python-gtk2 python-xklavier
Utilice «sudo apt autoremove» para eliminarlos.
Los siguientes paquetes se han retenido:
  chromium-browser gstreamer1.0-omx raspberrypi-ui-mods rpi-chromium-mods
  wolfram-engine
Se actualizarán los siguientes paquetes:
  avr-libc avrdude binutils-avr bluez-firmware curl gcc-avr git git-man gnupg
  gnupg-agent gpgv libapache2-mod-php7.0 libcurl3 libcurl3-gnutls libfm-data
  libfm-extra4 libfm-gtk-data libfm-gtk4 libfm-modules libfm4 libgcrypt20
  libmad0 libpackagekit-glib2-18 libperl5.24 libprocps6 libraspberrypi-bin
  libraspberrypi-dev libraspberrypi-doc libraspberrypi0 libsdl-image1.2
  libsoup-gnome2.4-1 libsoup2.4-1 libuv1 libwavpack1 lxinput lxplug-network
  lxplug-volume nodered packagekit perl perl-base perl-modules-5.24 php7.0
  php7.0-bz2 php7.0-cli php7.0-common php7.0-curl php7.0-gd php7.0-json
  php7.0-mbstring php7.0-mysql php7.0-opcache php7.0-readline php7.0-xml
  php7.0-zip pi-bluetooth pi-package pi-package-data pi-package-session
  piclone pipanel procps python-blinkt python-phatbeat python-rainbowhat
  python3-blinkt python3-phatbeat python3-rainbowhat raspberrypi-bootloader
  raspberrypi-kernel raspi-config rc-gui realvnc-vnc-server rpd-icons
  rpd-plym-splash scratch2 weavedconnectd wget wiringpi xdg-utils zenity
  zenity-common
```

Fuente: Elaboración Propia

Luego de esto procedemos a instalar la librería del servidor MySQL para nuestra Raspberry PI 3 con el comando:

```
$ sudo apt-get install python-mysql.connector
```

Imagen 32

Declaración de librerías en Python

```
pi@raspberrypi:~ $ sudo apt-get install python-mysql.connector
Leyendo lista de paquetes... Hecho
Creando árbol de dependencias
Leyendo la información de estado... Hecho
python-mysql.connector ya está en su versión más reciente (2.1.6-1).
0 actualizados, 0 nuevos se instalarán, 0 para eliminar y 87 no actualizados.
```

Fuente: Elaboración Propia

Una vez verificada que tenemos instalado y actualizado los componentes procedemos a crear el archivo con el editor nano. Con el comando:

```
$nano Sensor.py
```

Con este comando le hemos indicado el nombre de nuestro archivo.

Procedemos a declarar las librerías dentro de nuestro archivo.

Imagen 33

Declaración de librerías Python

```
import mysql.connector
import serial
import time
```

Fuente: Elaboración Propia

Dentro de estas librerías tenemos a la librería serial, para leer los datos del puerto serie del Arduino, la librería mysql.connector para poder acceder a nuestro servidor

local en el Raspberry, y la librería time que nos permite tener la hora del sistema Raspbian.

Procedemos hacer el llamado al puerto serie configurando los siguientes parámetros. Primero creamos el objeto Ser y a partir de la clase serial le indicamos el puerto donde va estar conectado el Arduino que vendría a ser el puerto “/dev/ttyACM2”, también le indicamos la velocidad de transmisión que está definida en baudios en este caso será igual a 9600, y el Timeout (tiempo de espera) que sería el tiempo máximo que espera el programa para comunicarse con el puerto serie.

Imagen 34

Código para comunicarse con el puerto serie

```
ser=serial.Serial ("/dev/ttyACM2", 9600, timeout=1)
```

Fuente: Elaboración Propia

Imagen 35

Conexión con el servidor local

```
con = mysql.connector.connect(user="user", password="1234", host="127.0.0.1", database="prueba2")
```

Fuente: Elaboración Propia

Ahora iniciamos el programa con un mensaje de alerta que estamos iniciando la captura de datos, luego procedemos a abrir un bucle, ya que para nuestro código necesitamos capturar los datos cada 10 segundo.

Imagen 36

Imagen del código para iniciar bucle

```
print( "capturand datos\n")
while 1:
```

Fuente: Elaboración Propia

Empezamos dando una pausa de 5 segundos para así esperar ese tiempo a leer el código, a continuación declaramos el `ser.readline()` (lectura de línea) para poder capturar el código que se presenta en el puerto serie y almacenarlo en la variable denominada "info".

Imagen 37

Captura de datos del puerto serie

```
print( "capturand datos\n")
while 1:
    time.sleep(5)
    info=ser.readline()
```

Fuente: Elaboración Propia

Luego de esto vamos hacer la apertura de un "if" el cual nos verificara si la longitud del dato capturado es diferente de cero, caso contrario se cierra la conexión.

Imagen 38

Código de verificación de la longitud del dato

```
if len(info)!=0:  
if info=="0":  
con.close()
```

Fuente: Elaboración Propia

Luego de ello imprimimos el dato capturado adjuntando el código de captura y la medida de captura.

Imagen 39

Impresión de datos capturado

```
print( "capturand datos\n")  
while 1:  
    time.sleep(5)  
    info=ser.readline()  
  
    if len(info)!=0:  
        print("codigo"+str(a))  
        print("distancia : "+info+" cm")
```

Fuente: Elaboración Propia

Esta impresión de datos se muestra en el modo consola del Raspberry, pero esto no asegura que ya sean datos almacenados en nuestro servidor local, por lo tanto, luego se proceda al almacenamiento en la base de datos.

Primero creamos un cursor con la sentencia `con. Cursor ()`, lo cual nos va permitir hacer el llamado de consultas que han sido previamente almacenadas en una variable.

Luego de ello en la variable SQL almacenamos el valor de nuestra consulta, mostrándose de la siguiente manera:

```
sql="INSERT INTO datoslaguna(distancia) VALUES ('"+info+"")"
```

ejecutamos esa consulta gracias a nuestro cursor creado, y para finalizar confirmamos la acción a nuestro servidor enviándole la sentencia con.commit().

Para toda la línea de código desarrollado vamos a encapsularlo usando un Try Except para así asegurarnos de que si existiese un valor capturado que se haya tratado de almacenar pero que no haya sido exitosa la consulta nos muestre el error con el dato que se intentó almacenar de forma errónea.

Imagen 40

Código de almacenamiento del dato del servidor

```
print( "capturand datos\n")
while 1:
    time.sleep(5)
    info=ser.readline()

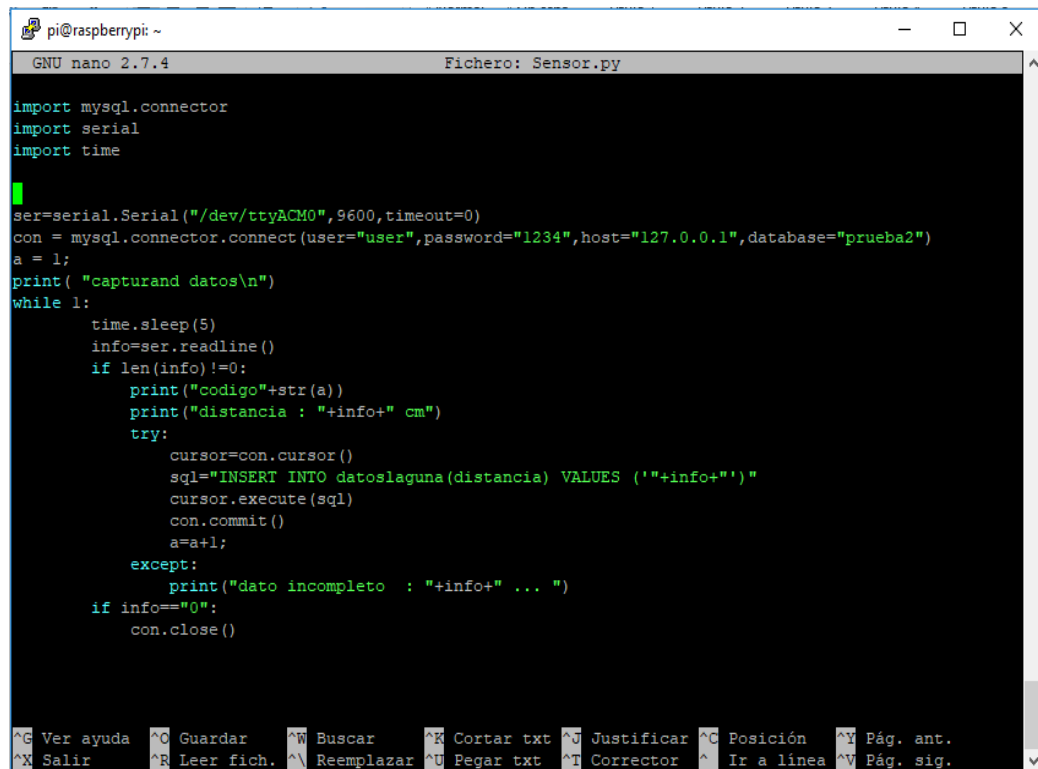
    if len(info)!=0:
        print("codigo"+str(a))
        print("distancia : "+info+" cm")
        try:
            cursor=con.cursor()
            sql="INSERT INTO datoslaguna(distancia) VALUES ('"+info+"")"
            cursor.execute(sql)
            con.commit()
            a=a+1;
        except:
            print("dato incompleto : "+info+" ... ")
    if info=="0":
        con.close()
```

Fuente: Elaboración Propia

Una vez finalizado guardamos el código con la combinación de teclas Ctrl + O y luego digitamos la letra S para aceptar los cambios realizados, finalizando así la programación de nuestro código para captura del puerto serie del Arduino.

Imagen 41

Imagen Código captura de datos del puerto serie



```
pi@raspberrypi: ~
GNU nano 2.7.4 Fichero: Sensor.py

import mysql.connector
import serial
import time

ser=serial.Serial("/dev/ttyACM0",9600,timeout=0)
con = mysql.connector.connect(user="user",password="1234",host="127.0.0.1",database="prueba2")
a = 1;
print( "capturand datos\n")
while 1:
    time.sleep(5)
    info=ser.readline()
    if len(info)!=0:
        print("codigo"+str(a))
        print("distancia : "+info+" cm")
        try:
            cursor=con.cursor()
            sql="INSERT INTO datoslaguna(distancia) VALUES ('"+info+"')"
            cursor.execute(sql)
            con.commit()
            a=a+1;
        except:
            print("dato incompleto : "+info+" ... ")
    if info=="0":
        con.close()
```

Ver ayuda Guardar Buscar Cortar txt Justificar Posición Pág. ant.
Salir Leer fich. Reemplazar Pegar txt Corrector Ir a línea Pág. sig.

Fuente: Elaboración Propia

Para facilitarnos la ejecución del programa vamos a crear un script el cual nos permite ejecutar nuestro programa creado mediante la digitación de solo una línea de código.

Para ello primero entramos en la ubicación siguiente:

```
$ /usr/local/bin
```

Para luego dentro de esta crear el archivo llamado “datos.sh”

Imagen 42
Localización y Creación del Script

```
pi@raspberrypi:/ $ cd /usr
pi@raspberrypi:/usr $ cd local/
pi@raspberrypi:/usr/local $ cd bin/
pi@raspberrypi:/usr/local/bin $ nano datos.sh
```


Fuente: Elaboración Propia

Dentro de este apartado empezamos poniendo un encabezado que nos identifique el inicio de ejecución del script y luego ponemos la ruta donde se ha almacenado nuestro programa en código Python, para esta ocasión la ruta de nuestro programa es:

```
$ /home/pi/Sensor.py
```

Una vez digitado todo lo descrito procedemos a guardarlo para luego proceder a la ejecución.

Imagen 43
Ejecución del Script



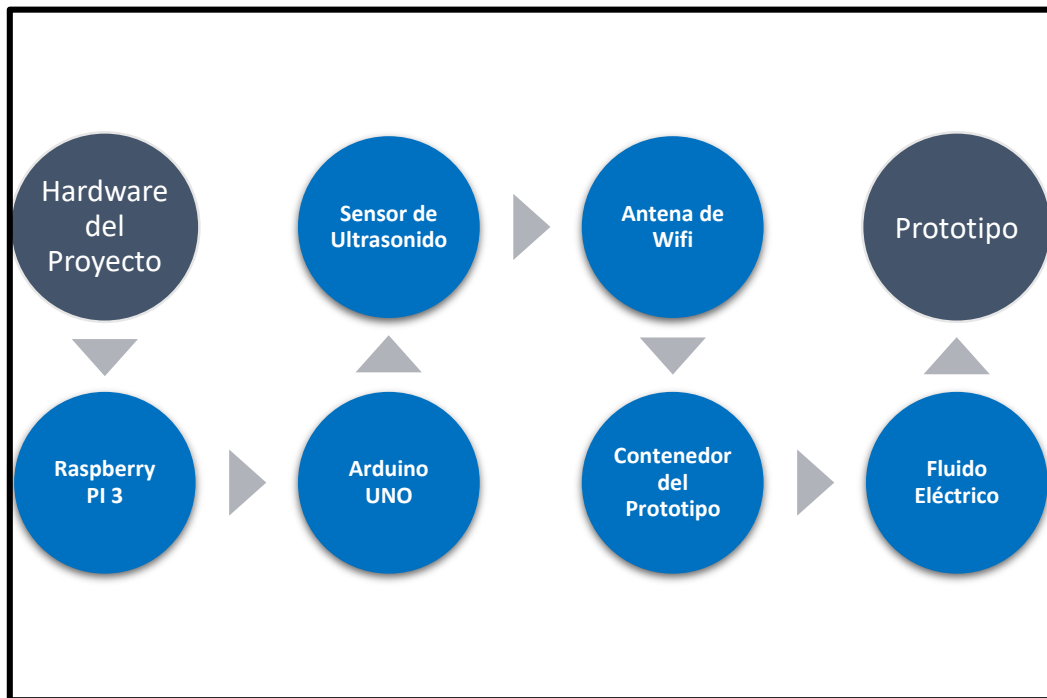
```
pi@raspberrypi: /usr/local/bin
GNU nano 2.7.4 Fichero: datos.sh
#!/bin/bash
echo "Ejecutando Programa Toma de Datos Laguna Palcacocha"
python /home/pi/Sensor.py
```

Fuente: Elaboración Propia

7.3. IMPLEMENTACIÓN DEL HARDWARE

En esta sección vamos a detallar el proceso de implementación de la parte física de nuestro proyecto para lo cual seguimos el siguiente diagrama de bloques.

Imagen 44
Proceso de implementación del hardware



Fuente: Elaboración Propia

7.3.1. Ensamblando el prototipo

Para el prototipo se usará el mini computador Raspberry PI 3 el cual debemos colocar primero ya que va ser el componente que va permitir enlazar a los circuitos.

Para hacer la conexión de este componente primero debemos tener en cuenta que este insertada su tarjeta micro Sd (Secure Digital) insertada en la ranura

correspondiente del Raspberry ya que esta contiene el sistema operativo previamente instalado.

Imagen 45

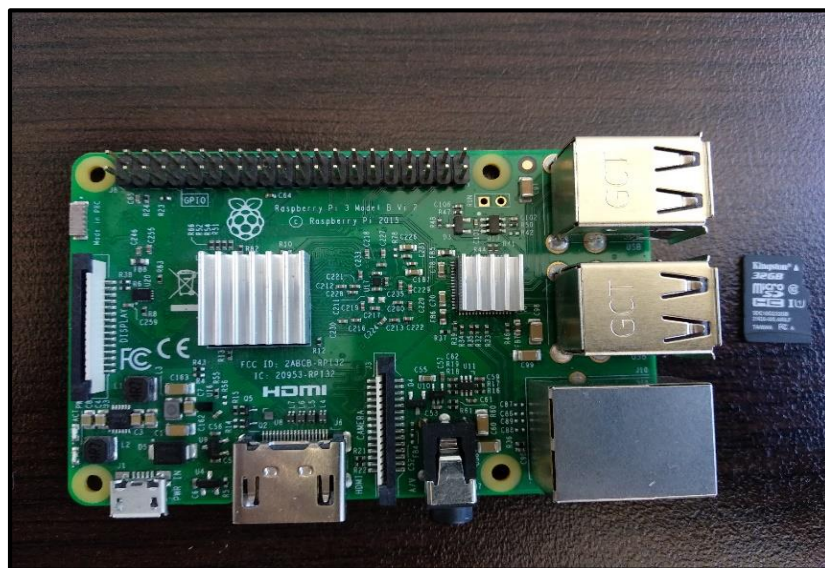
Imagen del Raspberry PI 3 sin montar



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 46

Imagen del Raspberry PI 3 con tarjeta micro Sd



Fuente: Elaboración Propia

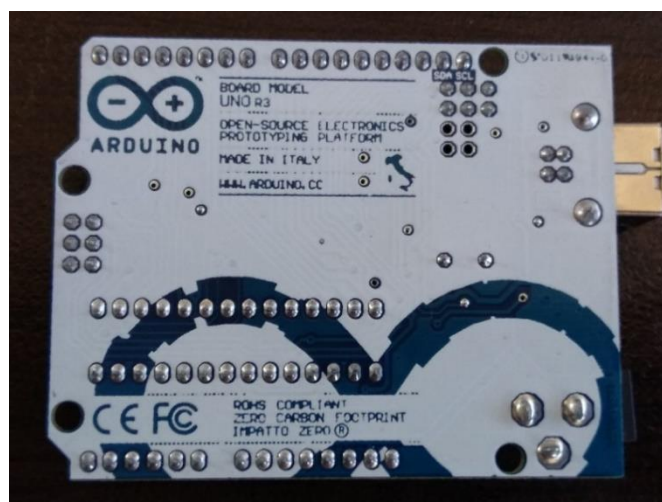
Luego de ello se procede a acoplar a nuestro prototipo el Arduino UNO, el cual tiene el microcontrolador ATmega 328 y además es el dispositivo que nos permitirá usar el módulo de medición.

Imagen 47
Vista superior del Arduino



Fuente: Elaboración Propia

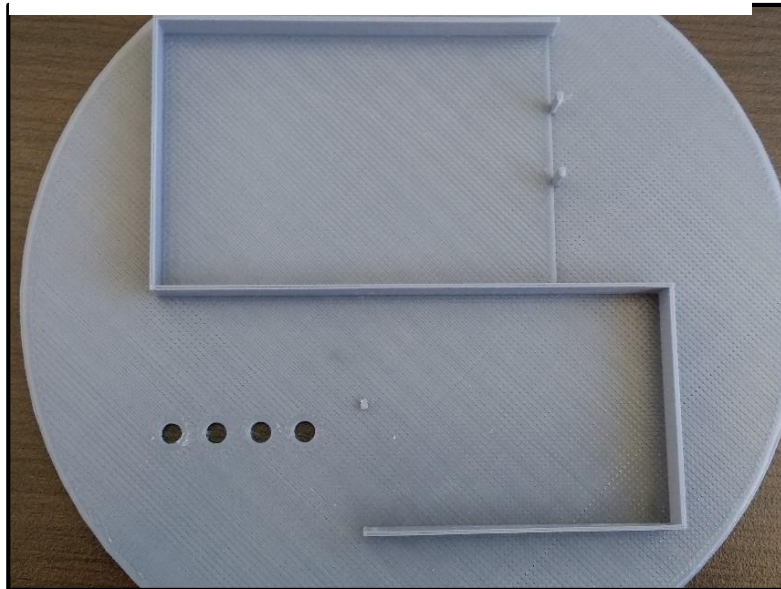
Imagen 48
Vista posterior del Arduino



Fuente: Elaboración Propia

Estos dos dispositivos se proceden a ensamblar en el soporte el cual va ser el contenedor del prototipo.

Imagen 49
Base del contenedor del Prototipo



Fuente: Elaboración Propia

Dentro de este contenedor se tiene secciones para colocar cada una de las piezas de nuestro prototipo. En la imagen siguiente se puede observar el uso del contenedor para el Raspberry y el Arduino.

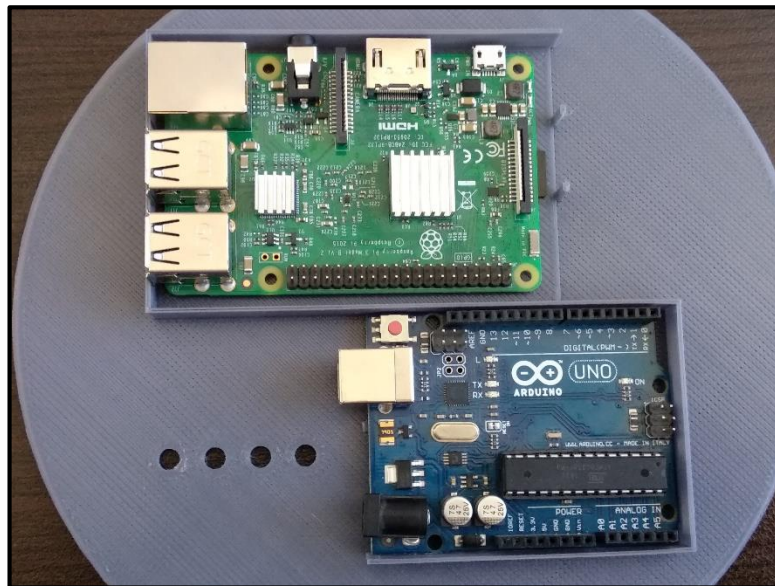
Así también presenta ranuras para poder colocar los cables de conexión con el sensor de ultra sonido.

Imagen 50
El contenedor con el Raspberry



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 51
El contenedor con el Raspberry e incluido el Arduino



Fuente: Elaboración Propia

Una vez se tenga el Arduino y el Raspberry en el contenedor se puede proceder a conectar el sensor de ultrasonido, modelo HC-SR04.

Imagen 53

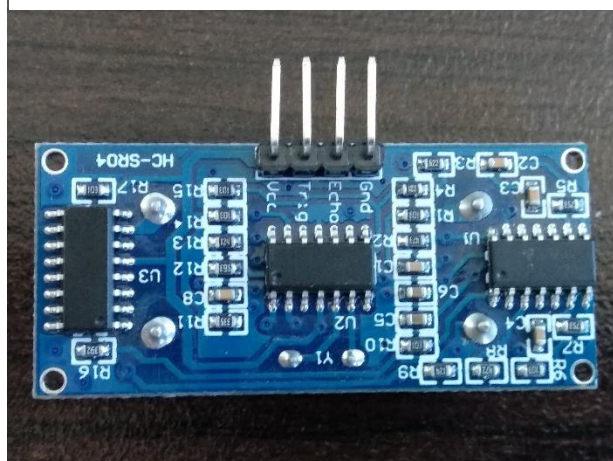
El sensor ultrasonido HC-SR04



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 52

El posterior del sensor ultrasonido HC-SR04

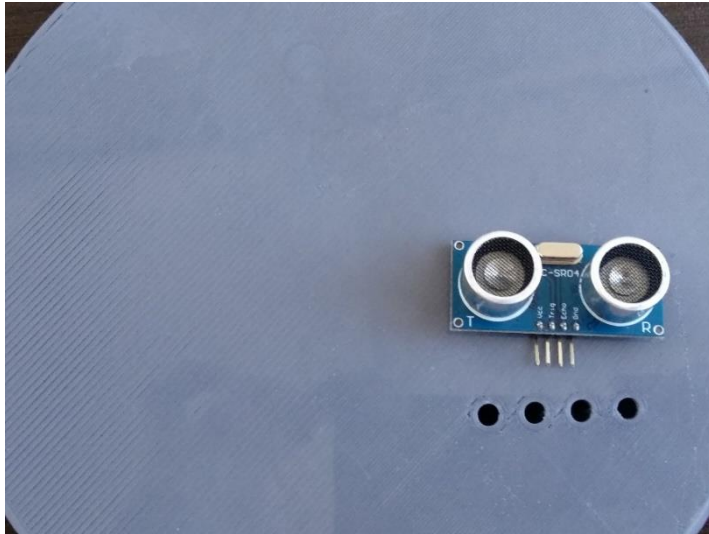


Fuente: Elaboración Propia

Esta por ser una pieza de medición que va estar expuesta a la intemperie se coloca debajo de la base del contenedor como se muestra en la imagen siguiente.

Imagen 54

Sensor ultrasonido en la plataforma



Fuente: Elaboración Propia

Procedemos a hacer el cableado de nuestro prototipo una vez que cada pieza este en su lugar, por ello primero conectamos el sensor de ultra sonido con el Raspberry.

Imagen 55

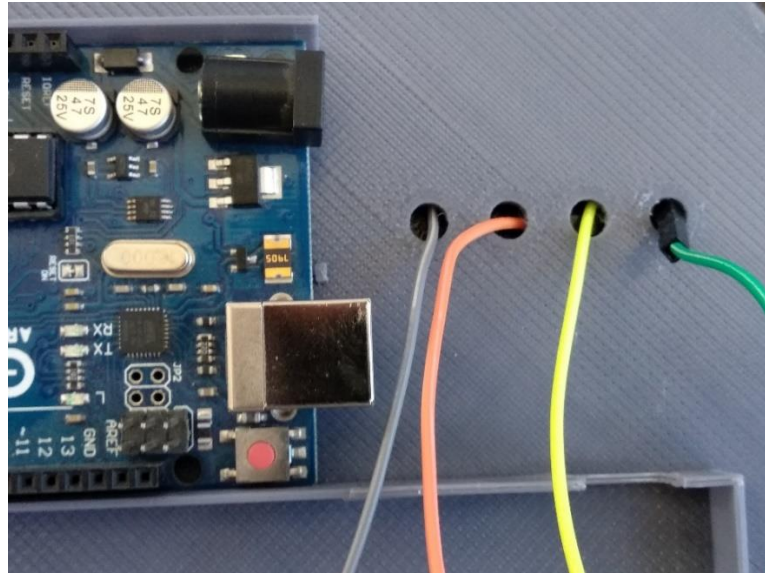
Claves de conexión



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 56

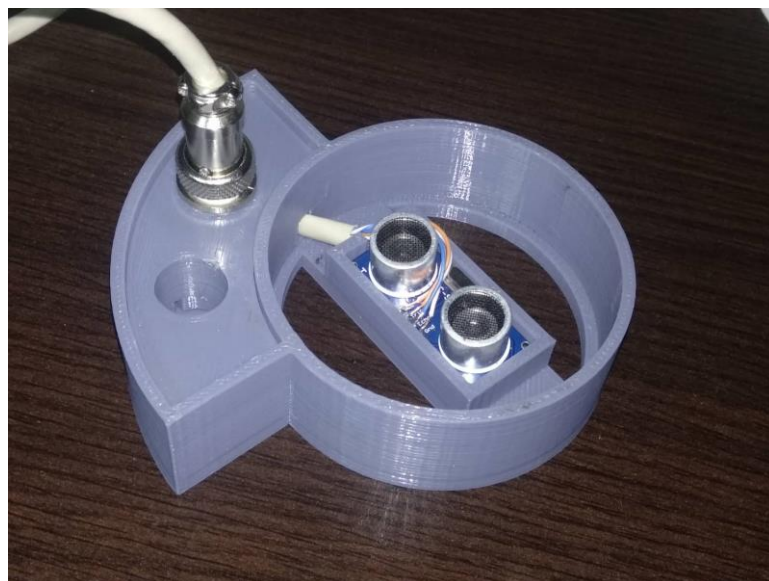
Claves de conexión en Prototipo



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 57

Sensor ultrasonido HC-SR04



Fuente: Elaboración Propia

Los cables de colores nos ayudan a distinguir en qué posición estamos colocando cada conector, a siguiente tabla nos ayudara a observar el orden para conectar los cables entre el sensor y el Arduino.

Imagen 58

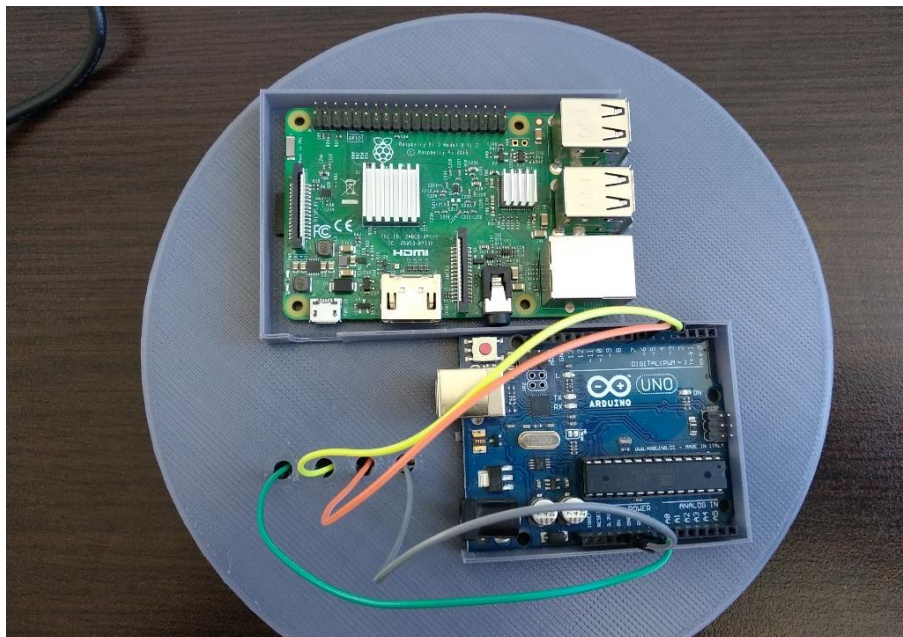
Orden de conexión de cables para el Prototipo

CABLE COLOR	ARDUINO	SENSOR ULTRASONIDO
Verde	GND	GND
Amarillo	PIN ~5	ECHO
Anaranjado	PIN ~6	TRIG
PLOMO	5v	VCC

Fuente: Elaboración Propia

Imagen 59

Conexión de cables entre Arduino y sensor de Ultrasonido

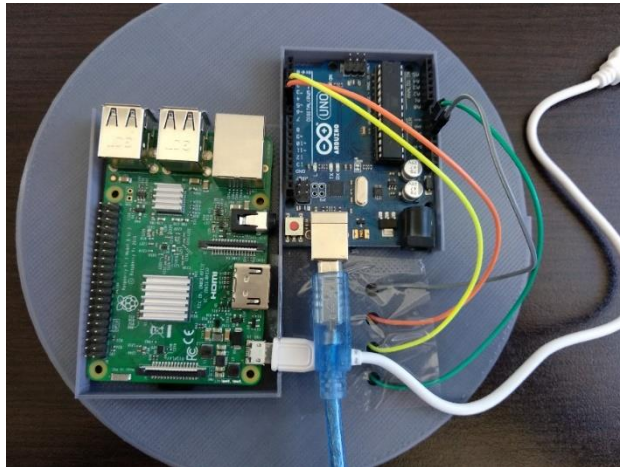


Fuente: Elaboración Propia

Luego que hayan sido conectados ambos circuitos se procede a unir el Raspberry con el Arduino, para ello se procede hacer uso del cable azul tipo USB- Puerto Serie, el cual conectamos al Arduino el puerto serie y la cabecera de USB lo conectamos al Raspberry.

Imagen 60

Conexión entre Arduino y Raspberry



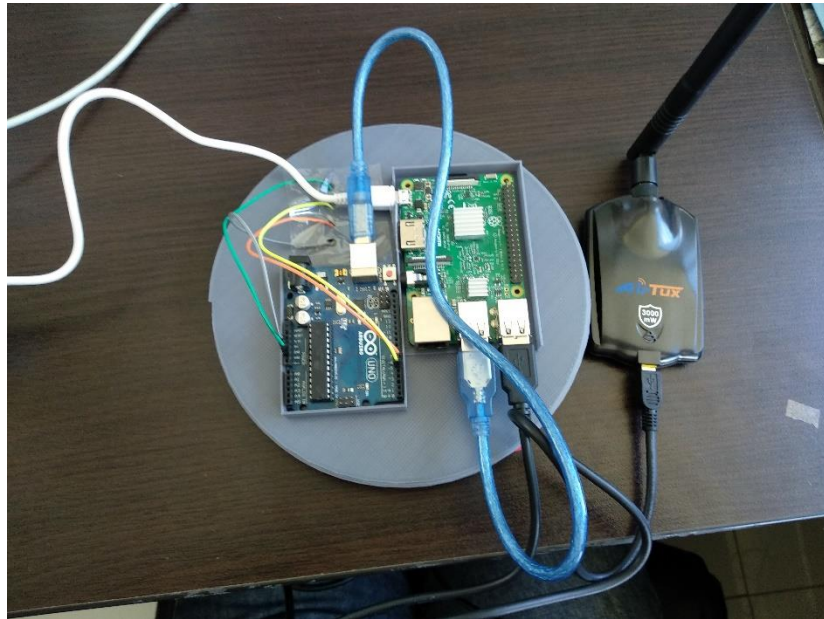
Fuente: Elaboración Propia

Cuando ya está todo conectado podemos suministrarle la corriente eléctrica mediante el alimentador de color blanco que tiene una entrada micro USB lo que nos permite conectarlo al Raspberry.

Luego que el prototipo esté conectado a la corriente eléctrica se puede incorporar la antena para que de esta forma podamos conectarnos a la base de datos y su servidor local.

Imagen 61

Conexión del prototipo con la antena



Fuente: Elaboración Propia

El último paso a realizar sería administrarle una fuente de energía que nos permita monitorear el nivel del espejo de agua constantemente las 24 horas del día para ello el prototipo se conectaría con una fuente de energía con un almacenamiento que nos asegure su trabajo a cada hora.

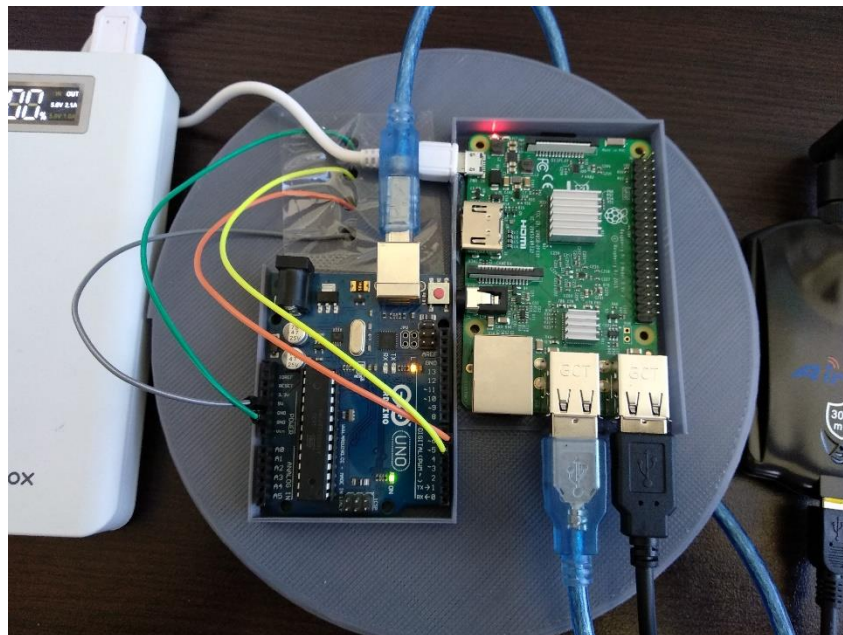
Así una vez que todos los componentes estén conectados el prototipo empezara a funcionar.

Imagen 62
Prototipo



Fuente: Elaboración Propia

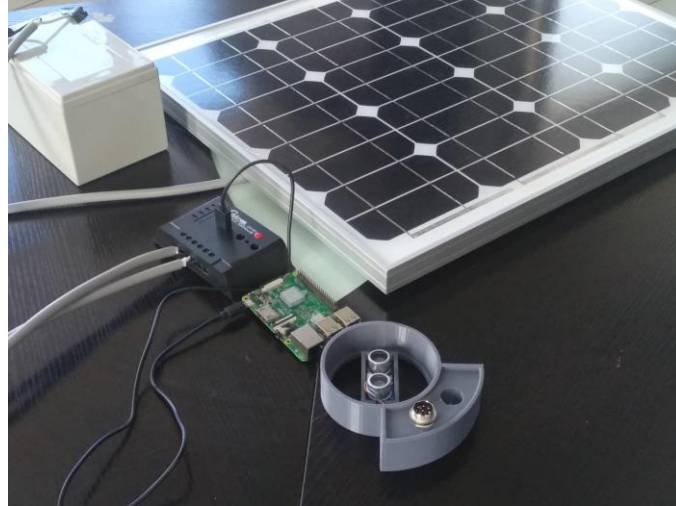
Imagen 63
Encendido del prototipo median una batería de salida 5v



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 64

Vista completa del Prototipo



Fuente: Elaboración propia

Imagen 65

Vista completa del Prototipo con paneles Solares



Fuente: Elaboración propia

7.4. IMPLEMENTACIÓN DEL PROTOTIPO EN LA LAGUNA PALCACOCHA

El prototipo diseñado e implementado fue llevado para que recolecte datos en la laguna Palcacocha, esto se realizó el día viernes primero de junio con ayuda del personal del INAIGEM, quienes brindaron las facilidades del caso para poder hacer las pruebas necesarias en la laguna Palcacocha.

El recorrido inicio en la ciudad de Huaraz partiendo por la carretera camino a la quebrada Cojup, este recorrido nos permite conocer toda la zona que se vería afectada si sucediera algún desastre natural que involucrase a la laguna Palcacocha.

Imagen 66

Camino a la quebrada Cojup



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 69
Tuberías en el dique



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 70
Camino a la laguna Palcacocha



Fuente: Elaboración Propia

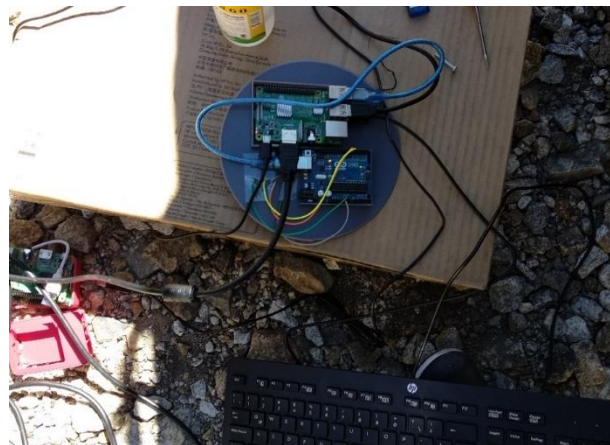
Imagen 71
Laguna Palcacocha



Fuente: Elaboración Propia

Una vez en la Laguna Palcacocha se procedió al armado del prototipo como se había detallado, antes de ponerlo en su contenedor se procedió a una prueba de esfuerzo gracias a una pantalla alimentada por corriente de la batería de la camioneta, se pudo ver el funcionamiento del prototipo.

Imagen 72
Prototipo antes de poner en contenedor



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 73

Funcionamiento del Raspberry en la Prueba



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 74

Armado del prototipo para la Prueba



Fuente: Elaboración Propia

Una vez probado que está funcionando el prototipo se procede a guardar en el contenedor para hacer la prueba de medición en la laguna.

Imagen 75
Prototipo en su contenedor



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 76
Instalación de prototipo



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 78
Instalación del Prototipo en su soporte



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 77
Prototipo instalado en la laguna Palcacocha



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 79
 Datos capturados por el prototipo



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 80
 Base de datos del prototipo

Opciones		ID	distancia	fecha
<input type="checkbox"/>	Editar Copiar Borrar	405136	109	2018-07-06 11:28:08
<input type="checkbox"/>	Editar Copiar Borrar	405137	110	2018-07-06 11:28:18
<input type="checkbox"/>	Editar Copiar Borrar	405138	110	2018-07-06 11:28:28
<input type="checkbox"/>	Editar Copiar Borrar	405139	112	2018-07-06 11:28:38
<input type="checkbox"/>	Editar Copiar Borrar	405140	111	2018-07-06 11:28:48
<input type="checkbox"/>	Editar Copiar Borrar	405141	111	2018-07-06 11:28:58
<input type="checkbox"/>	Editar Copiar Borrar	405142	113	2018-07-06 11:29:08
<input type="checkbox"/>	Editar Copiar Borrar	405143	111	2018-07-06 11:29:18
<input type="checkbox"/>	Editar Copiar Borrar	405144	111	2018-07-06 11:29:28

Fuente: Elaboración Propia

7.5. BITÁCORA Y PUESTA A PUNTO:

La implantación del prototipo se realizó de forma independiente es decir que no depende de otros para su funcionamiento.

Para realizar la implementación del prototipo se siguió los pasos que se detallan a continuación:

7.5.1. Carga inicial de datos:

Esta actividad se llevó a cabo para cargar información que es necesaria para el funcionamiento del sistema:

- Registro de las fórmulas necesarias para el cálculo de la distancia.
- Datos de la fecha y hora actualizadas y sincronizadas con el INACAL (Instituto Nacional de Calidad).
- Registro de la altura a la que se encuentra el sensor con respecto a la base de la laguna.

7.5.2. Implementación y equipamiento:

El objeto de esta etapa es la optimización del prototipo de medición del nivel del agua de la laguna, así como también dar facilidad del manejo de la información que captura el sensor y la facilidad para la lectura de los mismos.

- 01 Base de datos Local
- 01 sensor de ultrasonido
- 01 Arduino
- 01 Raspberry

- 01 Antena

7.5.3. Instalación del Prototipo:

Para la instalación del prototipo de medición del nivel de agua en las lagunas peligrosas del parque nacional Huascarán, en la cual se tomó como referencia la laguna Palcacocha, se instaló lo siguiente:

- 01 módulo Arduino con sensor y Raspberry.
- 01 Soporte para el módulo.
- 01 Contenedor del módulo Arduino.

La instalación se llevó a cabo de manera satisfactoria lo cual nos permitió tomar las muestras necesarias para nuestra validación.

7.5.4. Pruebas de producción:

a. Toma de datos:

En esta tabla veremos la prueba de acceso a la ventana principal del sistema, cual es la acción a desarrollar en cada una de ellas, los resultados esperados y el cumplimiento.

Tabla 24

Prueba de toma de datos

Nombre de Prueba: Acceso a Ventana de recolección de datos del Prototipo			
Paso	Acción	Resultado Esperado	Cumplimiento
1	Usuario ingresa en la interfaz del Raspberry.	Permite el acceso solo con el usuario y contraseña creados.	Cumplido
2	El usuario apertura el programa para su ejecución.	Se muestra el icono para el acceso del programa para la toma de datos.	Cumplido
3	Muestra la toma de datos en la pantalla	Se muestra en pantalla los datos recogido por el sensor de ultrasonido.	Cumplido
4	Ingreso a los datos recogidos	Se muestra en pantalla una tabla dinámica de los datos recogidos por nuestro sensor	Cumplido

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO VIII: RESULTADOS

Se obtuvo como resultado la aplicación de la prueba estadística del software Excel.

8.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS:

Hipótesis General

El uso de un prototipo basado en tecnología Arduino servirá para la medición de nivel de agua en las lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán.

Hipótesis nula

Los datos de medición del prototipo basado en tecnología Arduino no varía con los datos tomados mediante la regla en la laguna Palcacocha.

Hipótesis alterna

Los datos de medición del prototipo basado en tecnología Arduino varía con los datos tomados mediante la regla en la laguna Palcacocha.

Nivel de significancia

Se tomará un nivel de significancia del 5% que será igual al 0.05%.

8.1.1. Prueba estadística

Para la comprobación de la hipótesis se tiene que tener en cuenta que son datos presentados y el objetivo, teniendo en cuenta que buscamos determinar si estos dos datos tomados por diferentes medios, uno calculado por el prototipo y otro el que se toma nota a partir de la regla colocada en la laguna, sufren variaciones de

incremento o disminución. Por ello se escogió “La prueba de T para muestras relacionadas”.

Haciendo uso del software estadístico SPSS se procedió a realizar los cálculos necesarios para nuestros resultados.

Realizando el cálculo para nuestras muestras obtuvimos que las muestras están distribuidas normalmente, gracias a las pruebas de normalidad echás por Kolmogorov-Smirnov, tenemos que ambos datos se distribuyen normalmente.

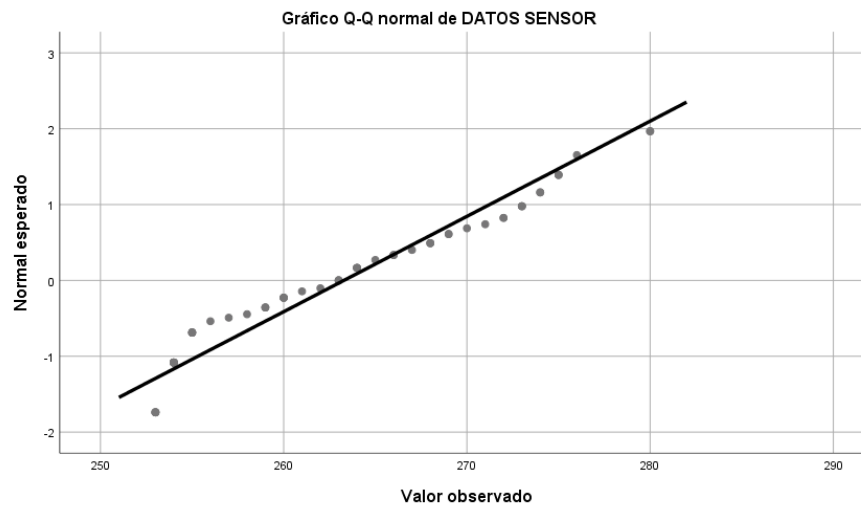
Tabla 25

Pruebas de Normalidad

Pruebas de Normalidad			
Datos tomado	Kolmogorov - Smirnov		
	Estadístico	Gl	Sig.
Datos Sensor	0.134	60	0.009
Datos Regla	0.132	60	0.011

Fuente: Elaboración Propia

Imagen 81
Pruebas de Normalidad en SPSS



Fuente: Elaboración Propia

Dado que el nivel de significancia es mayor al 0.005 podemos decir que la distribución de nuestra muestra es normal.

Tabla 26

Pruebas de Muestras Emparejadas

PRUEBA DE MUESTRAS EMPAREJADAS								
Diferencias emparejadas								
DATOS	Media	Desv.	Desv.	95% de intervalo		t	gl	Sig.
SENSOR –		Desviaci	Error	de confianza				(bilateria)
DATOS REGLA		ón	Promedio	Inferior	Superior			
	0.083	0.381	0.049	-0.015	0.182	1.692	59	0.096

Fuente: Elaboración Propia

8.2. INTERPRETACIÓN DE DATOS

- Podemos concluir que tomando el valor del P-value (P) y comparándolo con el nivel de significancia tenemos lo siguiente:

$$P = 0.096$$

$$\text{Nivel Significancia } \alpha = 0.05$$

Entonces:

$$P - \text{value} > 0.05$$

Por lo tanto, podemos aceptar la hipótesis nula y rechazar la hipótesis alternativa.

Por ello decimos que las medidas que toma el prototipo al espejo de agua de la laguna Palcacocha no tienen variación con las medidas que se vienen tomando en la actualidad mediante una regla de medición y una cota. Por lo

cual se recomienda su uso del prototipo para la medición del nivel de agua de las lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán.

- Siendo en total 8 lagunas las cuales son consideradas al día de hoy como peligrosas esto según fuentes del (INAIGEM, 2018), y habiendo realizado la toma de muestra durante el periodo de un mes en la laguna Palcacocha ya que sus condiciones climatológicas y otras características se asemejan a las otras 7 lagunas del Parque Nacional Huascarán. Podemos decir al 95% que su resistencia y funcionabilidad está validada en condiciones características de las lagunas pertenecientes al Parque Nacional Huascarán y por ello el alto grado de confiabilidad de los datos durante su tiempo de funcionamiento.

8.2.1. Resultados de la entrevista al director de la dirección de información y gestión del conocimiento del INAIGEM

De la entrevista realizada al director de la dirección de información y gestión del conocimiento del Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña. El Ing° Villanueva Ramírez Ricardo Ray, se pudo obtener:

-Nos informó que de las lagunas del Parque Nacional Huascarán solamente la laguna Palcacocha cuenta con un medidor para el nivel del espejo de agua, el cual consiste en una regla ubicada dentro de la laguna la cual con la crecida o disminución del agua se va marcando el nivel.

- De la intervención de las autoridades regionales nos informó que su participación es nula o solo en contadas ocasiones lo cual hace que no se tenga

el apoyo de estas para el desarrollo de proyectos para salvaguardar la vida de los huaracinos.

- Del costo que significaría comprar e implementar un sistema de medición automatizado nos refirió que el costo estaría por los 20 000 dólares en equipamiento.

- De las lagunas peligrosas del parque nacional Huascarán nos refirió que la más significativa sería la laguna Palcacocha por su relevancia histórica y por la peligrosidad que representa para la ciudadanía, la cual es una preocupación para su institución, así como los peligros que traería consigo

CAPÍTULO IX: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

9.1. Análisis de la medición obtenida por el prototipo con respecto a la realizada manualmente.

La medición realizada por el prototipo con tecnología Arduino frente a la realizada por los cuidadores de la laguna Palcacocha nos muestran que ambos datos son similares habiendo sido visto con anterioridad tenemos en los antecedentes nacionales al mencionado ya por (Godinez Tello, Diseño e implementación de un Sistema de Alerta Temprana ante desborde de ríos utilizando la Red GSM, 2011) donde hace uso de un prototipo para tomar medidas que sirvan para alertar a la población antes situaciones de peligro en tema de desborde de ríos, nuestro resultado nos muestra que el uso de este prototipo con tecnología arduino tiene resultados con un alto grado de validez de cerca al 96%, lo cual comprueba ya lo previamente experimentado por Godinez Tello en su tesis de grado, pudiendo vislumbrar que el prototipo diseñado que hace uso de materiales de bajo costo se acercan a los datos originales recopilados manualmente, haciendo su uso recomendable ya que nos brinda la automatización de este proceso. Esto cumple con el objetivo general planteado de proponer un prototipo basado en tecnología Arduino para la medición de nivel de agua en las lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán en el 2018.

9.2. Análisis de la funcionabilidad del modelo Arduino en condiciones de laguna del Parque Nacional Huascarán.

El prototipo que ha sido diseñado buscaba como objetivo específico poder demostrar su funcionamiento y resistencia en las condiciones climáticas presentadas en las lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán. Teniendo como antecedente lo realizado por el proyecto glaciares en cooperación con la agencia suiza en la ciudad de Carhuaz donde se implementó un sistema de alerta temprana en la lagunas 513 y el monitoreo del glaciar Hualcán (Agencia Suiza para la Cooperación y el Desarrollo, 2012), el cual lamentablemente no sigue en funcionamiento por el accionar de la población civil, pero resaltando que durante su primer año funciono con normalidad en esa geografía que nos presenta, ahora según los resultados obtenidos podemos asegurar la funcionabilidad y resistencia de nuestro prototipo a alturas de las lagunas del Parque Nacional Huascarán dado que según las pruebas realizadas soporto con normalidad el mes de prueba en que estuvo en la laguna Palcacocha, la cual muestra condiciones similares a las otras reservas de agua natural del Parque Nacional Huascarán.

9.3. Análisis de los componentes usados para el prototipo de medición de nivel de agua de las lagunas peligrosas del PNH

Los componentes usados para este prototipo son piezas de uso comercial lo cual nos permite asegurar su funcionabilidad, bajo costo y reparación en caso suceda algún desperfecto o deterioro. Dado los objetivos específicos de determinar los

componentes y en especial definir el sensor de medición a usar que sea compatible con la tecnología Arduino. Podemos basarnos en las referencias que nos brinda los antecedentes nacionales como el desarrollado por los tesisistas (GUERRERO CRUZ & GAMES SEGALÉS, 2017) en la cual desarrollaron pruebas con el sensor de medición de ultrasonido HC SR04 el cual les resultó beneficioso por el bajo costo del mismo y por su adaptación con la tecnología Arduino. Según nuestro resultado obtenido, pudimos comprobar que el sensor de medición arroja datos muy precisos con un margen de error del 0.05 % lo cual nos asegura la fiabilidad de los mismos. Haciéndolo recomendable para el uso en este prototipo y en otros trabajos de medición. Los demás componentes que son necesarios para el trabajo del prototipo han sido también validados por el porcentaje de error obtenido y estos son mencionados en la sección de implementación del hardware y están especificados en la Tabla N° 22 denominada “Costo de Hardware y Software”

En relación con el trabajo podemos decir que actualmente el prototipo está siendo usado por el **Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña INAIGEM**, para la toma de datos del nivel del espejo de agua de la laguna Palcacocha.

CONCLUSIONES

El proyecto presentado a logrado varias cosas en un área que aún está siendo investigada y en donde sus aplicaciones están abarcando las diferentes ramas de la ciencia, tecnología y otras materias. Todos estos estudios realizados van a contribuir a que en sus aplicaciones futuras el campo de operación se extienda por encima de los 4562 m.s.n.m. con prototipos de bajos costo, de fácil acceso e implantación. Puesto que cuando continuamos algo que se ha iniciado tenemos la posibilidad de que esto se mejore, y no sólo se mejore, sino que se extienda a más lugares con más aplicación y para el beneficio de más poblaciones.

1. Por los datos obtenidos en nuestra validación de hipótesis podemos asegurar que el valor obtenido por nuestro prototipo no varía con el valor obtenido por la toma de datos de la regla. Por ello con un valor de significancia del 95.5% se asegura la veracidad de los datos, este prototipo ha sido desarrollado con tecnología Arduino y componentes que se adaptan a la misma tecnología mostrando su funcionabilidad en la laguna Palcacocha lo cual dada sus características puede ser replicada para las demás lagunas de origen glaciar. Esta conclusión nos ayuda a cumplir el objetivo general y así poder Proponer este prototipo basado en tecnología Arduino para la medición de nivel de agua en las lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán en el 2018.
2. Se obtuvo un prototipo basado en tecnología Arduino para la medición de nivel de agua en las lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán, logrando la automatización en su toma de datos para la medición de nivel de agua en las lagunas peligrosas.

Permitiéndonos tener los datos de las lagunas a medir en tiempo real, además de ellos nos permite contar con la data almacenada durante las 24 horas del día, así si no se dispone con el servicio de internet para acceder a la información de forma remota también podemos tenerlo almacenado localmente. Esto cumple el objetivo de realizar un prototipo haciendo uso de la tecnología Arduino.

3. Con el objetivo de demostrar la funcionabilidad y resistencia del prototipo en las condiciones presentadas por las lagunas del Parque Nacional Huascarán podemos decir que la tecnología usada ha validado su robustez al ser probada en altura promedio de 4560 m.s.n.m. lo cual nos demuestra que puede ser implementada en otras lagunas con la etiqueta de peligrosas pertenecientes al Parque Nacional Huascarán. Así el prototipo con tecnología Arduino nos permite tener la seguridad de ser implementada en otros proyectos.
4. El error que muestra el sensor de ultrasonido está en un rango del 4.5% a pesar de haber presentado climas adversos, lo cual nos permite tenerlo como referente para la toma de datos en reservorios hídricos del parque nacional Huascarán, además de su bajo costo haciendo fácil su cambio ante cualquier falla o deterioro. Probando su compatibilidad con la tecnología Arduino y su funcionamiento para la toma de la distancia del nivel de agua en las lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán.
5. Los componentes usados para la elaboración de este prototipo son el sensor de ultrasonido para la toma de la distancia del espejo de agua de la laguna, el microcontrolador Arduino UNO como principal pieza de funcionamiento, el Raspberry PI 3 para el almacenamiento de la información generada, el equipo fotovoltaico para la auto

sostenibilidad del equipo y el contenedor del prototipo, teniendo estos componentes siendo estos de bajo costo podemos concluir que quedan definidas las piezas a usar para el desarrollo del prototipo de medición de nivel de agua de lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán y su posterior replicación en trabajos similares.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que el usuario del prototipo mantenga actualizado el software del Arduino y del Raspberry mediante los comandos indicados en la implementación del software y el manual anexo, para así asegurar el correcto funcionamiento del equipo y de sus sensores.
2. Se recomienda que el Administrador que vaya a manipular el código del programa tenga en cuenta las fórmulas explicadas anteriormente para poder tener datos precisos al momento de su uso, se recomienda mayor investigación para mejorar el cálculo del nivel de agua en las lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán.
3. Se recomienda que el prototipo se siga mejorando con la implementación de otros sensores para que el margen de error sea mínimo y así se evite la pérdida de datos o los datos nulos.
4. Se recomienda el uso de materiales impermeables para poder evitar que el dispositivo sufra alteraciones por la crecida inevitable del oleaje en las lagunas.

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Suiza para la Cooperación y el Desarrollo. (2012). *Sistema de Alerta Temprana ante aluviones para la ciudad de Carhuaz*. Carhuaz : Universidad de Zurich,CARE Perú.
- Aguirre Madariaga, E. (marzo de 2008). *Sistemas de alerta temprana y medidas de prevencion*. Santa Fe, Argentina: Gobierno de la ciudad de Santa Fe.
- Arduino. (2018). *Esquema Arduino UNO*. Obtenido de https://www.arduino.cc/en/uploads/Main/Arduino_Uno_Rev3-schematic.pdf
- ARDUINO. (2018). *Guide Arduino*. Obtenido de <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoUno>
- ARDUINO CC. (2018). *Pin Mapping Arduino*. Obtenido de <https://www.arduino.cc/en/Hacking/PinMapping168>
- Arduino. . (2016). *Arduino Genuino*. Obtenido de <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>
- Arduino:Tecnologia para todos*. (2018). Obtenido de <https://arduinoodhtics.weebly.com/iquestqueacute-es.html>
- Autoridad Nacional del Agua. (febrero de 2016). *Batimetría de la laguna Palcacocha*. Obtenido de <http://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/ANA/518/ANA0000304.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CARE Brasil. (2011). *Sistema de alerta temprana*. Rio de Janeiro, Brasil: DIPECHO.
- DeConcepto. (2018). *Concepto de laguna*. Obtenido de <https://deconceptos.com/ciencias-naturales/laguna>
- DeConceptos. (2018). *Concepto de ultrasonido*. Obtenido de <https://deconceptos.com/ciencias-naturales/ultrasonido>
- DiferenciasEntre. (2018). *Diferencias entre*. Obtenido de <https://diferenciasentre.org/diferencia-lago-laguna/>
- ELECFREAKS. (2018). *Ultrasonic Ranging Module HC - SR04*. Obtenido de DataSheet de ultrasonido HC-SR04: <https://www.mouser.com/ds/2/813/HCSR04-1022824.pdf>
- François Dulhoste, J. (2016). *Medicion de nivel*. Mérida: Escuela de Ingeniería Mecánica- ULA.
- Gardey, J. P. (2012). *Definicion de Módulo*. Obtenido de <https://definicion.de/modulo/>
- Godinez Tello, R. J. (2011). *Diseño e implementacion de un sistema de alerta temprana ante desborde de rios utilizando la red GSM*. Lima: UNMSM.
- Godinez Tello, R. J. (2011). *Diseño e implementacion de un Sistema de Alerta Temprana ante desborde de rios utilizando la Red GSM*. Lima, Peru.
- Grupo Educare S.A. (2016). *Teoría Hardware Software*. Recuperado el 20 de enero de 2016, de <http://www.grupoeducare.com/>
- GUERRERO CRUZ, J. L., & GAMES SEGALES, D. (2017). *SISTEMA DE MONITOREO DEL NIVEL DE AGUA EN LOS TANQUES ELEVADOS, PARA EMPRESAS AVÍCOLAS USANDO LA ARQUITECTURA JAVA J2EE Y*

- PLATAFORMA DE PROTOTIPOS ELECTRÓNICA*. Tacna: Universidad Privada de Tacna.
- Herrera Herranz, J. C., & Sanchez Allende, J. (2015). *Una mirada al mundo Arduino*. Villanueva de la Calaña, Madrid: UNIVERSIDAD ALFONSO X EL SABIO.
- INAIGEM. (2016). *Reporte hidrológico anual de actividades en la Laguna Palcacocha*. Reporte Hidriológico, Huaraz.
- INAIGEM. (2018). *INVENTARIO DE LAS CORDILLERAS GLACIARES DEL PERÚ*. HUARAZ: INAIGEM.
- International Strategy for Disaster Reduction; EWC III. (marzo de 2006). Desarrollo de Sistema de Alerta Temprana: Lista de Comprobacion. *Tercera Conferencia Internacional sobre Alerta Temprana*. Bonn, Alemania.
- Kinnear, T., & Taylor, J. (1998). *Investigación de Mercados: Un enfoque aplicado*. (V edición ed.). McGraw-Hill.
- La Republica. (9 de julio de 2017). *Palcacocha y otras 11 lagunas amenazan a poblados de Áncash*. Obtenido de <http://larepublica.pe/sociedad/1059591-palcacocha-y-otras-11-lagunas-amenazan-a-poblados-de-Ancash>
- Madariaga, E. A. (2008). Sistemas de alerta temprana y medidas de prevención. *Plan de desarrollo "Santa Fe ciudad"*. Santa Fe, Argentina.
- NAYLAMP Electronic. (25 de 07 de 2018). *Sensor Ultrasonido HC SR 04*. Obtenido de <https://naylampmechatronics.com/sensores/10-sensor-ultrasonido-hc-sr04.html>
- Poder Legislativo. (2011). *Ley 29664 Ley de Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastre*. Lima.
- Raspberry. (2018). *Documentacion Raspberry PI 3*. Obtenido de DataSheet Raspberry PI 3: https://www.raspberrypi.org/documentation/hardware/computemodule/datasheet/s/rpi_DATA_CM_1p0.pdf
- Raspberry Pi Foundation. (01 de 05 de 2018). *Raspberry Pi Org*. Obtenido de Raspberry Pi Org: <https://www.raspberrypi.org/>
- Rigoberto Morales, J. (2012). Aplicaciones domóticas con Android y Arduino. *Revista Tecnológica*, 6-10.
- SERNANP. (2018). *Servicio nacional de áreas naturales protegidas por el estado*. Obtenido de <http://www.sernanp.gob.pe/huascarán>
- Soluciones Prácticas. (2013-2012). *Sistema de alerta temprana ante peligro de deslizamiento en Zurite*. Cusco, Zurite: Gobierno Regional Cusco.
- UNISDR. (2009). *Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres*. Recuperado el 24 de enero de 2017, de <http://www.eird.org/americas/>
- Universidad de Buenos Aires. (25 de 01 de 2015). *Medicion de nivel Líquidos*. Obtenido de <http://campus.fi.uba.ar/course/view.php?id=255>

ANEXOS

Anexo N° 01

Datos de la medición
manual en la laguna
Palcacocha

Imagen 82

Datos tomados con la regla de la laguna Palcacocha

N°	FECHA	HORAS	REGLA (cm)
1	01-06-2018	M	254
2	01-06-2018	T	254
3	02-06-2018	M	254
4	02-06-2018	T	254
5	03-06-2018	M	254
6	03-06-2018	T	255
7	04-06-2018	M	254
8	04-06-2018	T	253
9	05-06-2018	M	253
10	05-06-2018	T	253
11	06-06-2018	M	253
12	06-06-2018	T	254
13	07-06-2018	M	254
14	07-06-2018	T	254
15	08-06-2018	M	255
16	08-06-2018	T	255
17	09-06-2018	M	255
18	09-06-2018	T	256
19	10-06-2018	M	257
20	10-06-2018	T	258
21	11-06-2018	M	258
22	11-06-2018	T	259
23	12-06-2018	M	259
24	12-06-2018	T	260
25	13-06-2018	M	260
26	13-06-2018	T	260
27	14-06-2018	M	261
28	14-06-2018	T	262
29	15-06-2018	M	262
30	15-06-2018	T	263
31	16-06-2018	M	263
32	16-06-2018	T	264
33	17-06-2018	M	263
34	17-06-2018	T	264
35	18-06-2018	M	264
36	18-06-2018	T	264
37	19-06-2018	M	265
38	19-06-2018	T	266
39	20-06-2018	M	266
40	20-06-2018	T	267
41	21-06-2018	M	267
42	21-06-2018	T	268
43	22-06-2018	M	268
44	22-06-2018	T	269
45	23-06-2018	M	269
46	23-06-2018	T	270
47	24-06-2018	M	271
48	24-06-2018	T	271
49	25-06-2018	M	272
50	25-06-2018	T	272
51	26-06-2018	M	273
52	26-06-2018	T	273
53	27-06-2018	M	274
54	27-06-2018	T	274
55	28-06-2018	M	275
56	28-06-2018	T	275
57	29-06-2018	M	276
58	29-06-2018	T	276
59	30-06-2018	M	280
60	30-06-2018	T	280

Anexo N° 02

Datos de la medición con el prototipo en la laguna Palcacocha

Imagen 83

Datos tomados con el prototipo en la laguna Palcacocha

N°	FECHA	HORAS	PROTOTIPO (cm)
1	01-06-2018	M	254
2	01-06-2018	T	254
3	02-06-2018	M	254
4	02-06-2018	T	254
5	03-06-2018	M	255
6	03-06-2018	T	255
7	04-06-2018	M	254
8	04-06-2018	T	253
9	05-06-2018	M	253
10	05-06-2018	T	253
11	06-06-2018	M	254
12	06-06-2018	T	254
13	07-06-2018	M	253
14	07-06-2018	T	254
15	08-06-2018	M	255
16	08-06-2018	T	255
17	09-06-2018	M	255
18	09-06-2018	T	256
19	10-06-2018	M	257
20	10-06-2018	T	258
21	11-06-2018	M	259
22	11-06-2018	T	259
23	12-06-2018	M	259
24	12-06-2018	T	260
25	13-06-2018	M	260
26	13-06-2018	T	260
27	14-06-2018	M	261
28	14-06-2018	T	263
29	15-06-2018	M	262
30	15-06-2018	T	263
31	16-06-2018	M	263
32	16-06-2018	T	264
33	17-06-2018	M	263
34	17-06-2018	T	264
35	18-06-2018	M	264
36	18-06-2018	T	264
37	19-06-2018	M	265
38	19-06-2018	T	266
39	20-06-2018	M	266
40	20-06-2018	T	267
41	21-06-2018	M	268
42	21-06-2018	T	268
43	22-06-2018	M	268
44	22-06-2018	T	269
45	23-06-2018	M	269
46	23-06-2018	T	270
47	24-06-2018	M	272
48	24-06-2018	T	271
49	25-06-2018	M	272
50	25-06-2018	T	273
51	26-06-2018	M	273
52	26-06-2018	T	273
53	27-06-2018	M	274
54	27-06-2018	T	274
55	28-06-2018	M	275
56	28-06-2018	T	275
57	29-06-2018	M	275
58	29-06-2018	T	276
59	30-06-2018	M	280
60	30-06-2018	T	280

Anexo N° 03

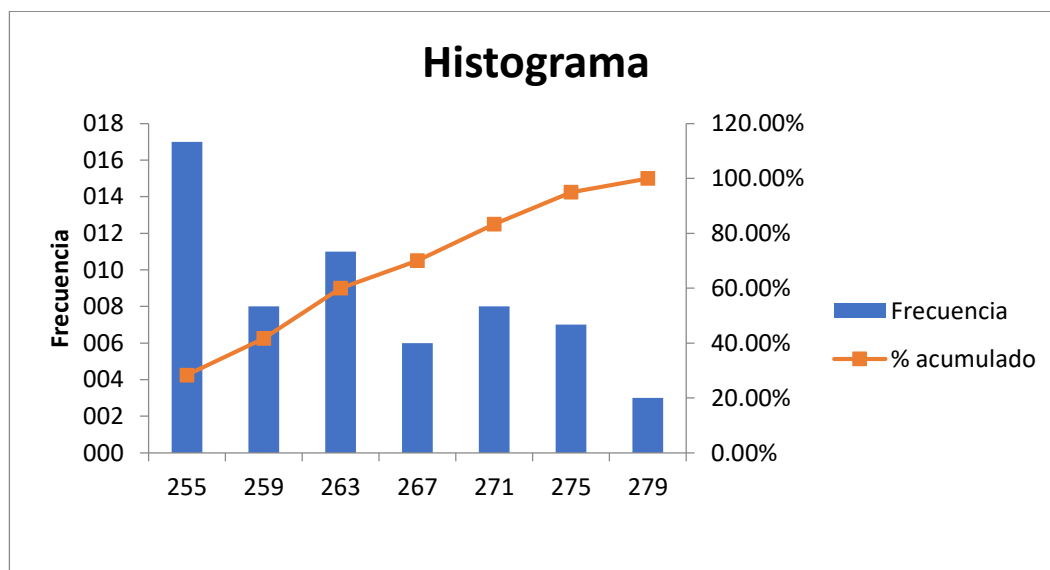
**Frecuencia de los
datos acumulados
de la regla**

Tabla 27
Frecuencia acumulada de datos de la regla

<i>Clases</i>	<i>Marca</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>F.</i>	<i>% de F</i>	<i>% acumulado</i>
253	257	255	19	19	32%
257	261	259	8	27	45.00%
261	265	263	10	37	61.67%
265	269	267	8	45	75.00%
269	273	271	7	52	86.67%
273	277	275	6	58	96.67%
277	281	279	2	60	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

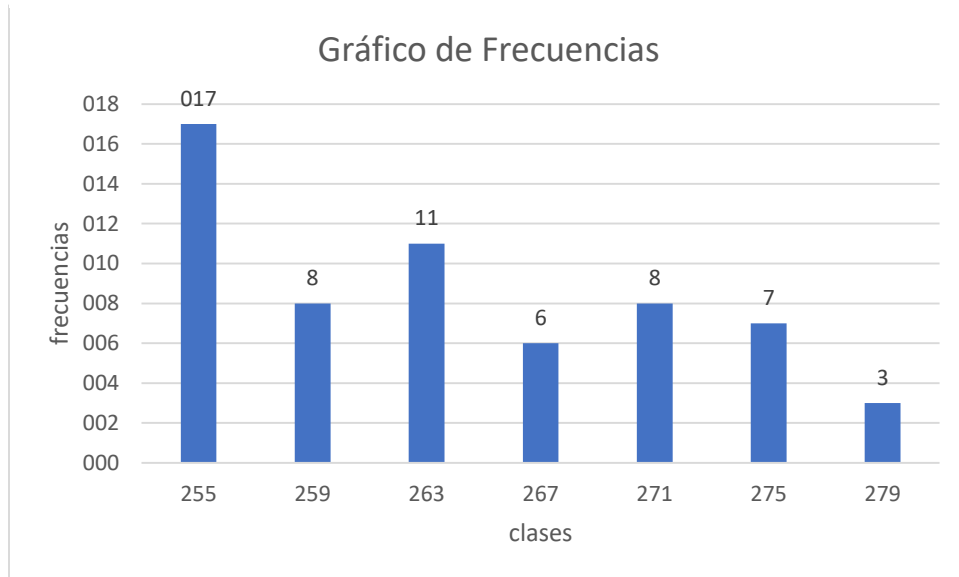
Imagen 84
Histograma de frecuencias de datos tomados de la regla manualmente



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 85

Distribución de frecuencias de datos tomados de la regla manualmente



Fuente: Elaboración Propia

Anexo N° 04

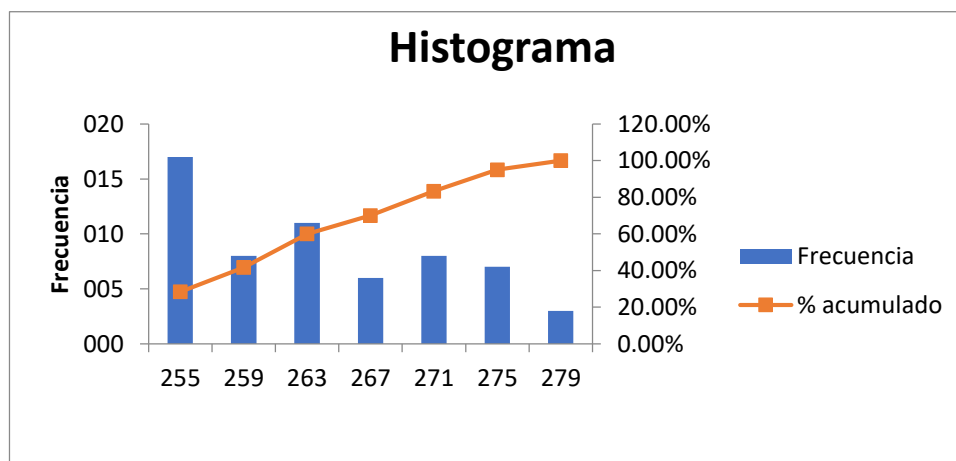
**Frecuencia de los
datos acumulados
tomados por el
prototipo**

Tabla 28
Frecuencia acumulada de datos tomados por el prototipo

<i>Clases</i>	<i>Marca</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>F. Acumulada</i>	<i>% de F</i>	<i>% acumulado</i>
253 - 257	255	17	17	28%	28.33%
257 - 261	259	8	25	13%	41.67%
261 - 265	263	11	36	18%	60.00%
265 - 269	267	6	42	10%	70.00%
269 - 273	271	8	50	13%	83.33%
273 - 277	275	7	57	12%	95.00%
277 - 281	279	3	60	5%	100.00%

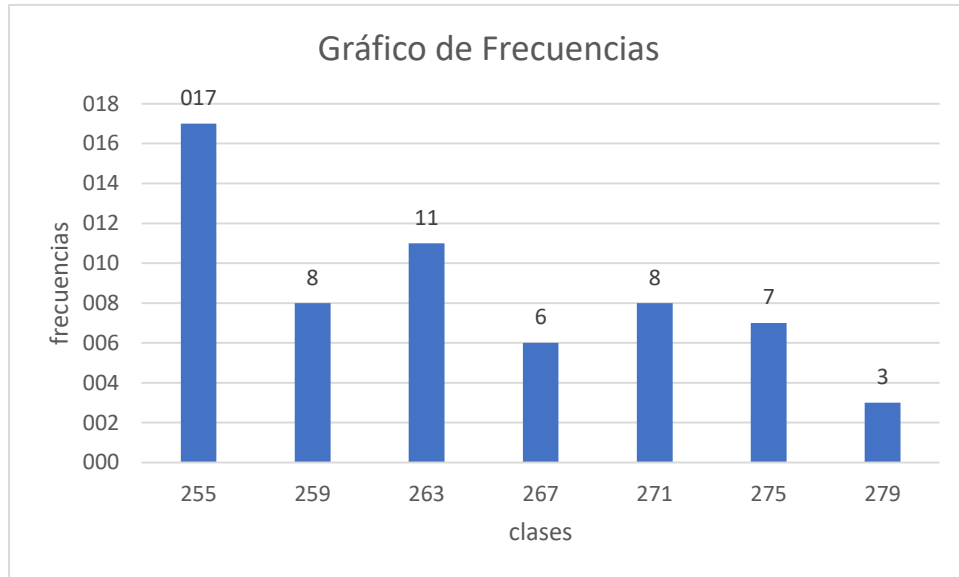
Fuente: Elaboración Propia

Imagen 86
Histograma de frecuencias de datos tomados por el prototipo



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 87
Distribución de frecuencias de datos tomados por el prototipo



Fuente: Elaboración Propia

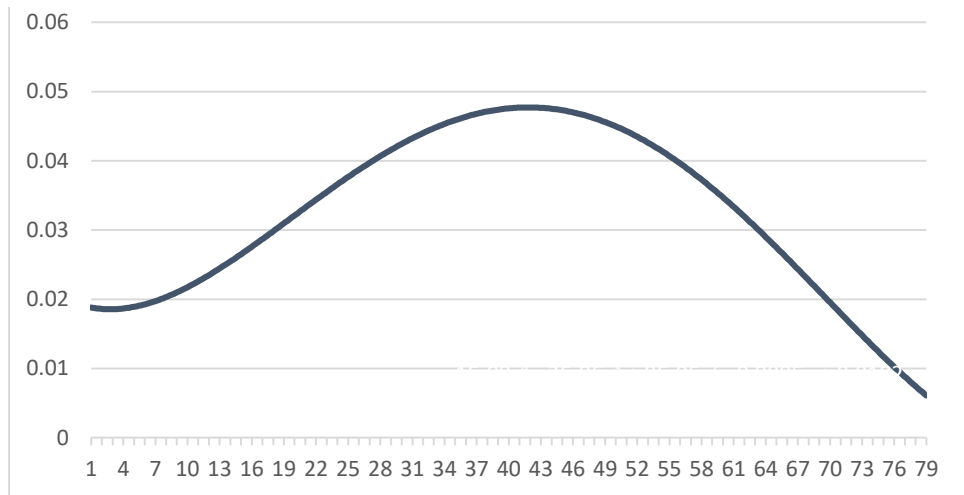
Anexo N° 05

Distribución

Normal de datos

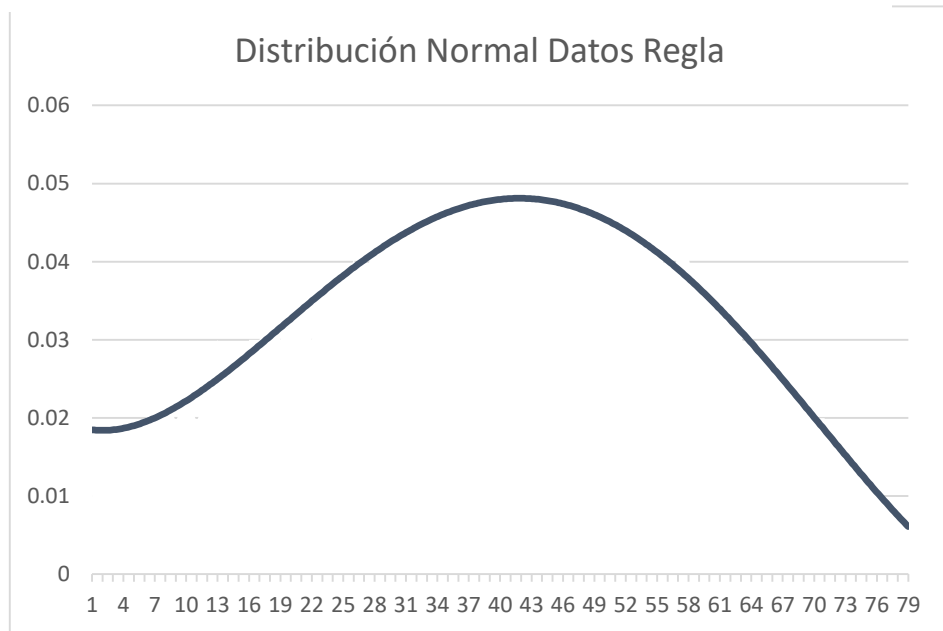
analizados

Imagen 88
Distribución normal de datos tomados por el Prototipo



Fuente: Elaboración Propia

Imagen 89
Distribución normal de datos tomados con la Regla

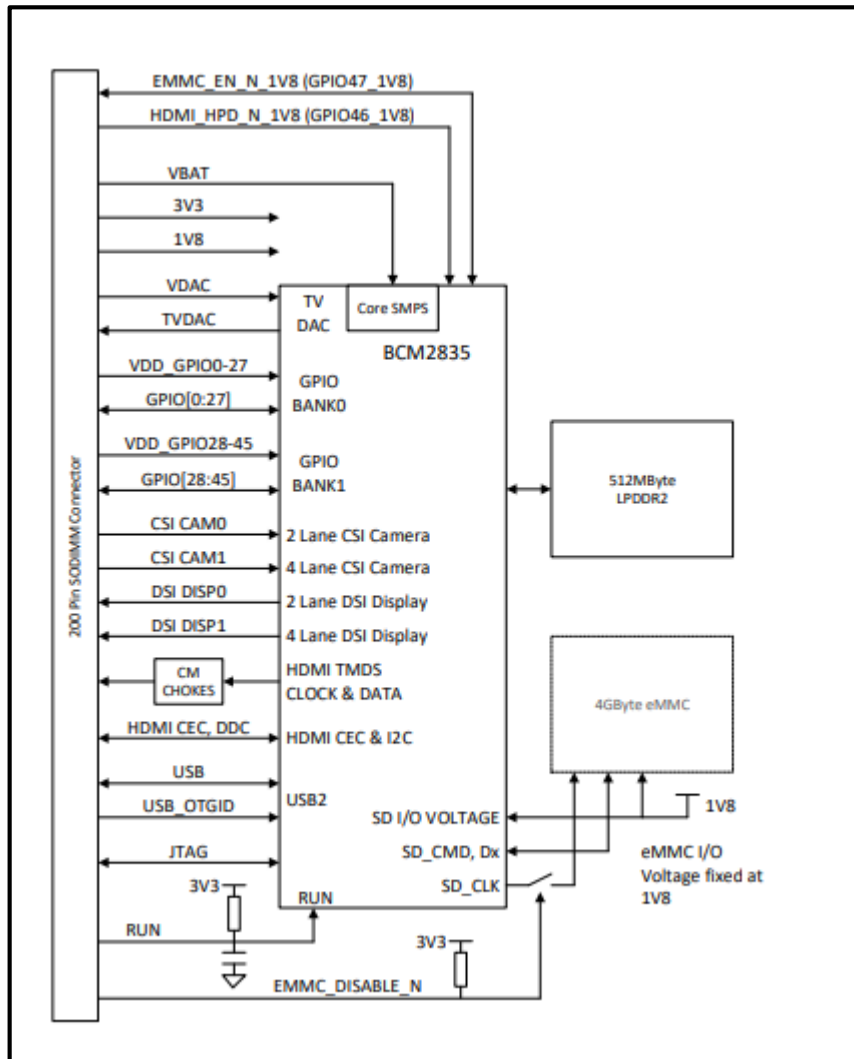


Fuente: Elaboración Propia

Anexo N° 06

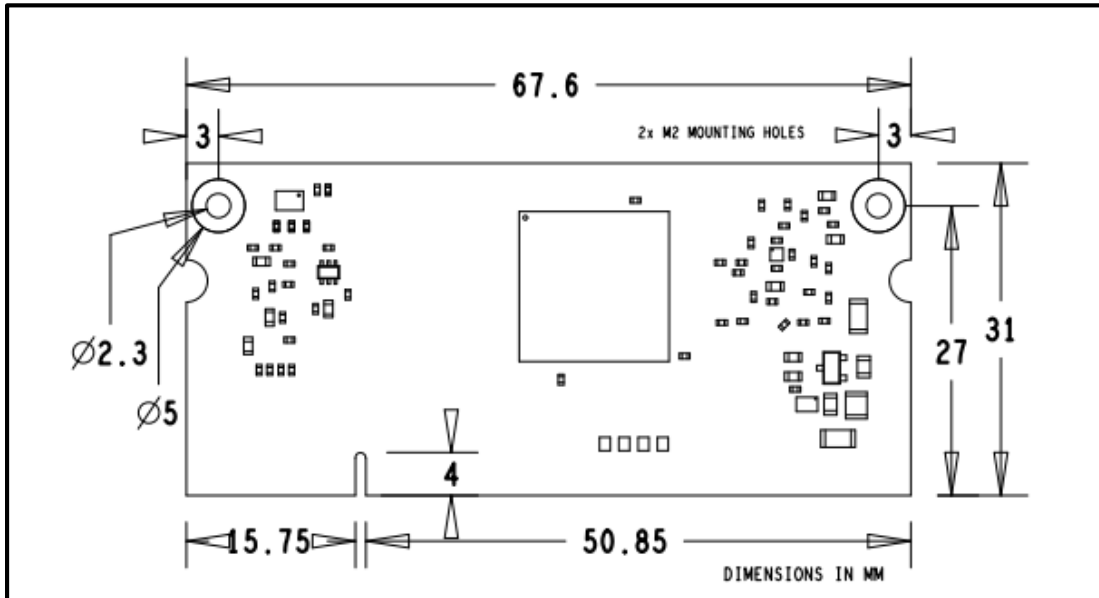
DataSheet Raspberry

Imagen 90
 Diagrama de bloque del Raspberry PI 3



Fuente: (Raspberry, 2018)

Imagen 91
Dimensiones Mecánicas Raspberry



Fuente: (Raspberry, 2018)

Imagen 92
Funcionamiento de la fuente de alimentación

Supply	Description	Minimum	Typical	Maximum	Unit
VBAT	Core SMPS Supply	2.5	-	5.0 + 5%	V
3V3	3V3 Supply Voltage	3.3 - 5%	3.3	3.3 + 5%	V
1V8	1V8 Supply Voltage	1.8 - 5%	1.8	1.8 + 5%	V
VDAC	TV DAC Supply ^a	2.5 - 5%	2.8	3.3 + 5%	V
GPIO0-27_VDD	GPIO0-27 I/O Supply Voltage	1.8 - 5%	-	3.3 + 5%	V
GPIO28-45_VDD	GPIO28-27 I/O Supply Voltage	1.8 - 5%	-	3.3 + 5%	V
SDX_VDD	Primary SD/eMMC Supply Voltage	1.8 - 5%	-	3.3 + 5%	V

Fuente: (Raspberry, 2018)

Anexo N° 07

DataSheet

Ultrasonido HC-
SR04

Imagen 93
Parámetros eléctricos sensor de ultrasonido

Working Voltage	DC 5 V
Working Current	15mA
Working Frequency	40Hz
Max Range	4m
Min Range	2cm
MeasuringAngle	15 degree
Trigger Input Signal	10uS TTL pulse
Echo Output Signal	Input TTL lever signal and the range in proportion
Dimension	45*20*15mm

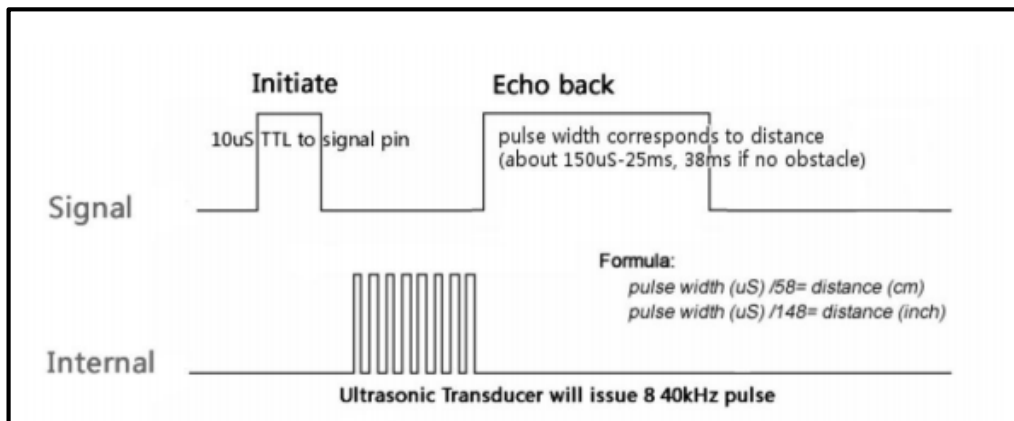
Fuente: (ELECTFREAKS, 2018)

Imagen 94
Ultrasonido HC-SR04



Fuente: (ELECTFREAKS, 2018)

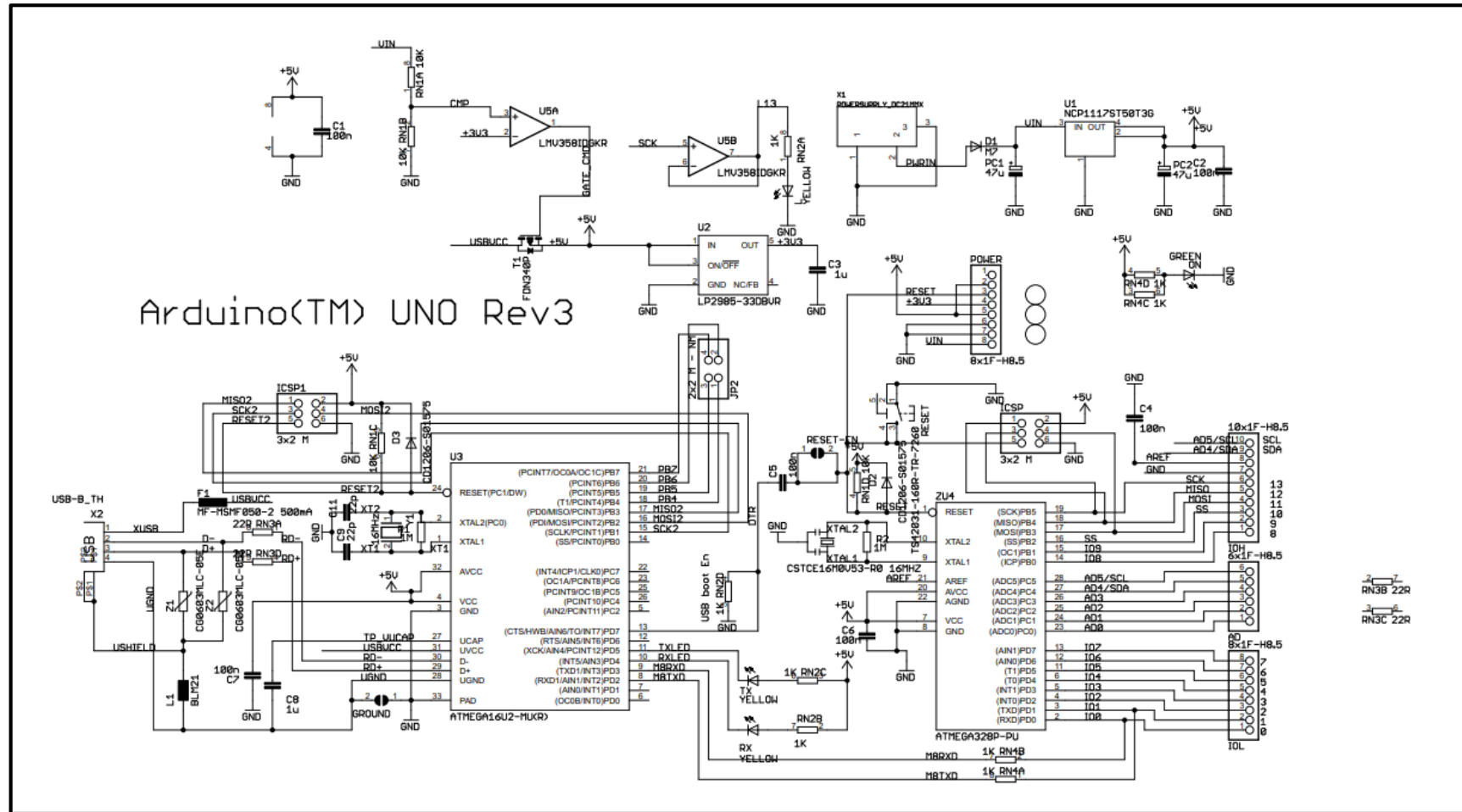
Imagen 95
Secuencia de tiempo del Ultrasonido



Fuente: (ELECTFREAKS, 2018)

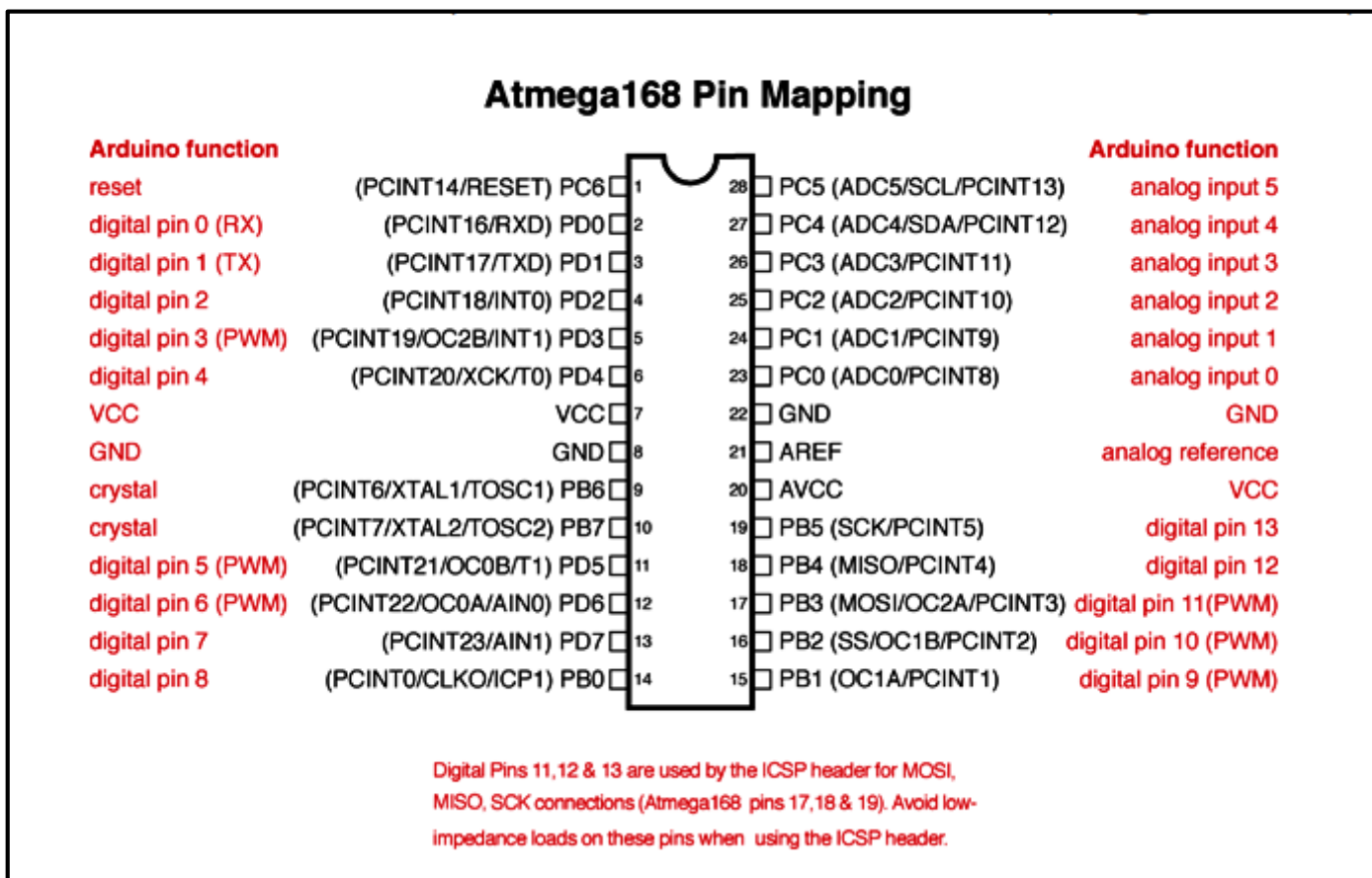
Anexo N° 08
DataSheet
Arduino UNO R3

Imagen 96
Circuito físico Arduino UNO



Fuente : (Arduino, 2018)

Imagen 97
Pines de conexión de Atmega 168/328



Fuente: (ARDUINO CC, 2018)

Anexo N° 09

Matriz de Consistencia

Tabla 29
Matriz de consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables y dimensiones	Metodología
<p>Problema General: ¿De qué manera la implementación de un prototipo basado en tecnología Arduino permitirá la medición de nivel de agua en lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán?</p> <p>Problema específico 1 ¿Cómo el módulo ARDUINO me permite medir el nivel del agua en las lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán?</p> <p>Problema específico 2 ¿Cómo los sensores de medición influyen en la medición del nivel del agua en las lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán?</p>	<p>Objetivo General: Proponer un prototipo basado en tecnología Arduino para la medición de nivel de agua en las lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán en el 2018.</p> <p>Objetivo específico 1 Realizar un prototipo haciendo uso de la tecnología Arduino.</p> <p>Objetivo específico 2 Demostrar la funcionalidad y resistencia del módulo Arduino en las condiciones presentadas en las lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán.</p> <p>Objetivo específico 3 Determinar el sensor de medición compatible con la tecnología Arduino para la medición del espejo de agua en lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán.</p> <p>Objetivo específico 4 Determinar los componentes del prototipo de medición de nivel de agua para lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán.</p>	<p>Hipótesis General El uso de un prototipo basado en tecnología Arduino servirá para la medición de nivel de agua en las lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán.</p> <p>Hipótesis específica 1 La Aplicación de la tecnología Arduino para la medición de nivel de agua en las lagunas peligrosas será óptima para el Parque Nacional Huascarán</p> <p>Hipótesis específica 2 El impacto de la aplicación del módulo Arduino sería significativa en la medición del nivel del agua en lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán.</p> <p>Hipótesis específica 3 El uso de sensores de medición influiría significativamente en la medición de nivel de agua en las lagunas peligrosas del Parque Nacional Huascarán</p>	<p>Variable 1 TECNOLOGÍA ARDUINO PARA MEDICIÓN DE NIVEL DE AGUA EN LAGUNAS PELIGROSAS DEL PARQUE NACIONAL HUASCARÁN</p> <p>Dimensiones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Módulo Arduino • Sensor de medición 	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN Y DISEÑO DE ESTUDIO Tipo de Investigación La investigación aplicada busca la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad</p> <p>De acuerdo a la técnica de contrastación, la investigación es Descriptiva: Porque los datos son obtenidos directamente de la realidad, sin que estos sean manipulados por los investigadores.</p> <p>Régimen de investigación Libre: Porque busca atender una inquietud propia y así lograr hacer un aporte a mi comunidad.</p>

Fuente: Elaboración Propia



**FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN,
PARA OPTAR GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES EN EL
REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL - UNASAM**

Conforme al Reglamento del Repositorio Nacional de Trabajos de Investigación – RENATI.
Resolución del Consejo Directivo de SUNEDU N° 033-2016-SUNEDU/CD

1. Datos del Autor:

Apellidos y Nombres: DEPAZ SANDON WILLIAMS ULRRICH AGUSTIN

Código de alumno: 111.2502.095 Teléfono: 926309240

Correo electrónico: ulrrichdepaz@gmail.com DNI o Extranjería: 71573562

2. Modalidad de trabajo de investigación:

- Trabajo de investigación Trabajo académico
 Trabajo de suficiencia profesional Tesis

3. Título profesional o grado académico:

- Bachiller Título Segunda especialidad
 Licenciado Magister Doctor

4. Título del trabajo de investigación:

PROTOTIPO USANDO TECNOLOGÍA ARDUINO PARA MEDICIÓN DE NIVEL DE
AGUA EN LAGUNAS PELIGROSAS DEL PARQUE NACIONAL HUASCARÁN. 2018

5. Facultad de Ciencias

6. Escuela, Carrera o Programa: Escuela Profesional de Ingeniería de Sistemas e Informática

7. Asesor:

Apellidos y Nombres: Ing. Luis Ruperto Alvarado Cáceres Teléfono: luisalvaradoca@hotmail.com

Correo electrónico: 943975749 DNI o Extranjería: 07587674

A través de este medio autorizo a la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, publicar el trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, Repositorio Nacional Digital de Acceso Libre (ALICIA) y el Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI).

Asimismo, por el presente dejo constancia que los documentos entregados a la UNASAM, versión impresa y digital, son las versiones finales del trabajo sustentado y aprobado por el jurado y son de autoría del suscrito en estricto respeto de la legislación en materia de propiedad intelectual.

Firma: 

D.N.I.: 71573562

FECHA:

01	/	02	/	2019
----	---	----	---	------