UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS DE
INFORMACIÓN**

**Soluciones Tecnológicas para la Atención de Desastres Naturales del
Fenómeno del Niño**

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero de Sistemas de Información

AUTOR(ES)

Uribe Linares, Carlos Augusto (0000-0003-3059-632X)

Pino Canda, Erick Manuel (0000-0002-2947-3376)

ASESOR

Barrientos Padilla, Alfredo (0000-0002-0029-4913)

Lima, 12 de Febrero de 2020

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a nuestros padres por ser los motivadores en toda nuestra educación y por su incondicional apoyo brindado en todo momento.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por guiarnos en nuestro camino y por permitirnos concluir con nuestros objetivos.

RESUMEN

En el Perú, existe una gran necesidad de reducir el impacto de los desastres naturales ocasionados por el fenómeno El Niño, ya que genera cuantiosas pérdidas, algunas pueden ser tanto humanas como materiales. Este evento hidro-climático, que azotó al país por última vez en el año 2017, evidenció que no existen soluciones tecnológicas para reducir las consecuencias de este tipo de acontecimientos.

Por tal motivo, el presente proyecto pretende, analizar los principales peligros e impacto de los desastres naturales del fenómeno “El Niño” en el Perú, la aplicación de las TIC que hoy en día se utilizan en la gestión de desastres naturales, el diseño de un catálogo de soluciones tecnológicas incluyendo para cada una su arquitectura física y el costo aproximado de implementación, la validación de las soluciones tecnológicas a través de expertos en desastres climatológicos e investigación tecnológica, y por último, definir una hoja de ruta para la implementación de las soluciones tecnológicas propuestas.

Se espera que el catálogo ayude a las entidades peruanas públicas o privadas, encargadas de la gestión de desastres naturales, a poner en marcha soluciones TIC que supongan una mejora y un mejor resultado en la atención de desastres sin necesidad de tener un amplio conocimiento sobre las TIC y que brinden una gama de posibilidades tanto en la diversidad de componentes que conforma cada solución tecnológica y costos.

Palabras clave: Fenómeno El Niño, Prevención de desastres naturales, Tecnologías para desastres naturales.

ABSTRACT

In Peru, there is a great need to reduce the impact of natural disasters caused by the El Niño southern oscillation phenomenon (ENSO), since it generates large losses both human and material. This hydro-climatic event, which hit the country for the last time in 2017, showed that there are no technological solutions to reduce the consequences of this type of events.

For this reason, this project aims to analyze the main dangers and impact of natural disasters of the "El Niño" phenomenon in Peru, the application of ICT that are used today in the management of natural disasters, design a catalog of technological solutions including, for each one, its physical architecture and the approximate cost of implementation, the validation of the technological solutions through experts in climatological disasters and technological research, and finally, define a Roadmap for the proposed technological solutions.

It is expected that the catalog will help Peruvian public or private entities, in charge of natural disaster management, to implement ICT solutions that will improve and improve disaster response without needing to have extensive knowledge about the ICT and that offer a range of possibilities both in the diversity of components that make up each technological solution and costs.

Keywords: El Niño Southern Oscillation Phenomenon (ENSO), Prevention of natural disasters, Technologies for natural disasters

TABLA DE CONTENIDOS

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	17
CAPITULO 1: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	19
1.1 OBJETO DE ESTUDIO	20
1.2 DOMINIO DEL PROBLEMA	20
1.3 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	21
1.3.1 Objetivo General.....	21
1.3.2 Objetivos Específicos	21
1.4 INDICADORES DE ÉXITO	21
1.5 PLANIFICACION DEL PROYECTO	22
1.5.1 Alcance	22
1.5.2 Plan de Gestión de Recursos Humanos	22
1.5.3 Plan de Gestión de Riesgos	24
CAPITULO 2: STUDENT OUTCOMES	26
2.1 OUTCOMES ABET	27
CAPÍTULO 3: ESTADO DEL ARTE	32
3.1 METODOLOGÍA	33
3.1.1 Planificación	33
3.1.2 Desarrollo	34
3.1.3 Análisis	37
3.2 CONCLUSIÓN	63
3.2.1 Conclusión General	63
3.2.2 Conclusión por Tipología	63
CAPÍTULO 4: MARCO TEÓRICO	68
4.1 FENÓMENO NATURAL.....	69
4.2 FENÓMENO "EL NIÑO"	69
4.3 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL FENÓMENO EL NIÑO	71
4.4 COMO SE PRODUCE EL FENÓMENO “EL NIÑO”	72

4.4.1	Condiciones normales	72
4.4.2	Condiciones de El Niño	72
4.5	DESASTRES DEL FENÓMENO "EL NIÑO"	73
4.5.1	Lluvias Intensas	73
4.5.2	Inundaciones	74
4.5.3	Sequias.....	74
4.5.4	Erosión de suelos	75
4.6	FENÓMENO “EL NIÑO” EN EL PERÚ	75
4.7	GESTIÓN DE RIESGO	76
4.7.1	Entidades Públicas Conformantes del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD)	78
4.7.2	Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED)	78
4.7.3	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI).....	78
4.8	LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LAS COMUNICACIONES (TIC).....	79
4.8.1	Detección de desastres	79
4.8.2	Alertar a la población	80
4.8.3	Información en tiempo real.....	80
4.8.4	Disponibilidad de las comunicaciones	80
4.8.5	Coordinación y Actuación	80
4.9	LoRA	80
4.10	CLOUD COMPUTING.....	82
4.11	IoT Y CLOUD COMPUTING.....	83
4.11.1	AWS IoT	83
4.11.2	Watson IBM IoT.....	84
4.11.3	Microsoft Azure IoT	85
4.12	PLATAFORMAS IoT.....	86
4.12.1	Arduino	86
4.12.2	Libelium	87
CAPÍTULO 5: DESARROLLO DEL PROYECTO		88
5.1	IDENTIFICACIÓN DE EMERGENCIAS.....	89
5.2	PRIORIZACIÓN DE DESASTRES NATURALES	90

5.3	LISTADO DE SOLUCIONES TIC POR ÁMBITO	92
5.4	SOLUCIONES TECNOLÓGICAS PROPUESTAS	96
5.4.1	Sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando radares	96
5.4.2	Sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando sensores de ultrasonido	103
5.4.3	Sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando sensores de presión 111	
5.4.4	Sistema para el monitoreo de inundaciones utilizando drones.....	118
5.4.5	Sistema para la detección y alerta de huaicos utilizando sensores de desplazamiento lineal	126
5.4.6	Sistema para la detección y alerta de huaicos utilizando sensores de humedad de suelo	132
5.4.7	Sistema de para la detección y alerta de huaicos utilizando sensores de detección de grietas	137
5.4.8	Sistema para la detección y alerta de huaicos utilizando radares	142
5.4.9	Sistema para el monitoreo y alerta de lluvias	148
5.4.10	Sistema para el monitoreo y alerta de vientos	153
5.4.11	Sistema para el monitoreo y alerta ambiental.....	158
5.4.12	Sistema para la detección de personas en estado de emergencias utilizando datos de Twitter	163
5.4.13	Sistema para la detección de personas en estado de emergencias utilizando datos de Facebook	168
5.4.14	Sistema para detección de personas en estado de emergencia utilizando procesamiento de lenguaje natural en Twitter	172
5.4.15	Sistema de conexión a internet utilizando globos aerostáticos	177
5.4.16	Sistema de conexión a internet utilizando TV UHF.....	180
5.4.17	Sistema de conexión a internet utilizando drones	183
5.4.18	Sistema para la detección de personas bajo escombros utilizando FINDER	
	186	
	CAPITULO 6: RESULTADOS DEL PROYECTO	189
6.1	VALIDACIÓN DE LAS SOLUCIONES TECNOLÓGICAS	190
6.1.1	Juicio de expertos - Checklist de Validación.....	190

6.1.2	Juicio de expertos - Matriz de validación.....	191
6.2	ROADMAP DEL PROYECTO.....	196
6.2.1	Lista de proyectos.....	196
6.2.2	Lista priorizada según impacto del proyecto.....	199
6.2.3	Plan de Implementación	206
6.3	CATÁLOGO DE SOLUCIONES	207
CAPÍTULO 7: GESTIÓN DEL PROYECTO		208
7.1	REGISTRO DE INTERESADOS	209
7.2	MATRIZ DE TRAZABILIDAD DE REQUERIMIENTOS	211
7.3	MATRIZ DE ASIGNACIÓN DE RESPONSABILIDADES.....	213
7.4	PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD	215
7.4.1	Roles y Responsabilidades	215
7.4.2	Procedimientos	216
7.5	PLAN DE GESTIÓN DE RIESGOS	217
CONCLUSIONES.....		218
RECOMENDACIONES		219
BIBLIOGRAFÍA.....		220
ANEXOS.....		223
ANEXO A – COSTOS Y PRESUPUESTOS.....		223
ANEXO B – ESTACIÓN METEOROLÓGICA AUTÓNOMA.....		224
ANEXO C – SISTEMA INTEGRADO DE DETECCIÓN Y ALERTA DE HUAICOS.....		230
ANEXO D – CHECKLIST DE VALIDACIÓN DE EXPERTO EN FEN.....		234
ANEXO E – MATRIZ DE VALIDACIÓN DE EXPERTO EN FENÓMENO “EL NIÑO”		250
ANEXO F – MATRIZ DE VALIDACIÓN DE EXPERTO EN INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA....		255
ANEXO G – CHECKLIST DE VALIDACIÓN DE EXPERTO EN INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICAS		265

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de problemas y causas	20
Tabla 2. Indicadores de éxito.....	21
Tabla 3. Roles y responsabilidades.....	22
Tabla 4. Riesgos	24
Tabla 5. Criterios de selección y exclusión de las fuentes bibliográficas	34
Tabla 6. Cantidad de Artículos seleccionados por cada base de datos.....	34
Tabla 7. Clasificación de artículos	35
Tabla 8. Tabla de métodos.....	62
Tabla 9. Impacto de El Niño en el Perú.....	70
Tabla 10. Emergencias ocurridas en el Perú por tipo de Fenómeno según daños Personales del 01/01/2010 al 31/12/2017	89
Tabla 11. Emergencias ocurridas en el Perú por tipo de Fenómeno según daños materiales del 01/01/2010 al 31/12/2017	90
Tabla 12. Soluciones Tecnológicas diseñadas según su segmento	93
Tabla 13. Costo de los dispositivos y servicios cloud del sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando radares	100
Tabla 14. Materiales de construcción del sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando radares	101
Tabla 15. Costo de implementación para el sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando radares	102
Tabla 16. Costo de los dispositivos y servicios cloud del sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando sensores de ultrasonido	107
Tabla 17. Materiales de construcción del sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando sensores de ultrasonido	108
Tabla 18. Costo de implementación para el sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando sensores de ultrasonido.....	110
Tabla 19. Costo de los dispositivos y servicios cloud del sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando sensores de presión	115
Tabla 20. Materiales de construcción del sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando sensores de presión.....	116
Tabla 21. Costo de implementación para el sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando sensores de presión.....	117

Tabla 22. Costo de los dispositivos y servicios cloud del sistema para el monitoreo de inundaciones utilizando drones	121
Tabla 23. Cálculo de áreas del sistema para el monitoreo de inundaciones utilizando drones	122
Tabla 24. Metrado de cimentación del sistema para el monitoreo de inundaciones utilizando drones	122
Tabla 25. Metrado de pared del sistema para el monitoreo de inundaciones utilizando drones	123
Tabla 26. Metrado de columna del sistema para el monitoreo de inundaciones utilizando drones	123
Tabla 27. Materiales del sistema para el monitoreo de inundaciones utilizando drones...	123
Tabla 28. Costo de implementación del sistema para el monitoreo de inundaciones utilizando drones	125
Tabla 29. Costo de los dispositivos y servicios cloud del sistema para la detección y alerta de huaicos utilizando sensores de desplazamiento lineal	130
Tabla 30. Costo de los dispositivos y servicios cloud del sistema para la detección y alerta de huaicos utilizando sensores de humedad de suelo	136
Tabla 31. Costo de los dispositivos y servicios cloud del sistema de monitoreo y alerta de deslizamientos de tierra utilizando sensores de detección de grietas	141
Tabla 32. Costo de los dispositivos y servicios cloud del sistema para la detección y alerta de Huaicos utilizando radares.....	146
Tabla 33. Costo de los dispositivos y servicios cloud del sistema para el monitoreo y alerta de lluvias.....	152
Tabla 34. Costo de los dispositivos y servicios cloud del sistema para el monitoreo y alerta de vientos.....	157
Tabla 35. Costo de los dispositivos y servicios cloud del sistema de monitoreo y alerta ambiental	162
Tabla 36. Costo de los servicios cloud del sistema para la detección de personas en estado de emergencias utilizando datos de Twitter	166
Tabla 37. Costo de implementación del sistema para la detección de personas en estado de emergencias utilizando datos de Twitter	167
Tabla 38. Costo de los servicios cloud del sistema para la detección de personas en estado de emergencias utilizando datos de Facebook.....	171

Tabla 39. Costo de implementación del sistema para la detección de personas en estado de emergencias utilizando datos de Facebook	172
Tabla 40. Costo de los servicios cloud del sistema para detección de personas en estado de emergencia utilizando procesamiento de lenguaje natural en Twitter	175
Tabla 41. Costo de implementación del sistema para detección de personas en estado de emergencia utilizando procesamiento de lenguaje natural en Twitter	176
Tabla 42. Costo de los dispositivos del sistema de conexión a internet utilizando globos aerostáticos	178
Tabla 43. Costo de implementación del sistema de conexión a internet utilizando globos aerostáticos	179
Tabla 44. Costo de los dispositivos del sistema de conexión a internet utilizando TV UHF	181
Tabla 45. Costo de implementación del sistema de conexión a internet utilizando TV UHF	182
Tabla 46. Costo de los dispositivos del sistema de conexión a internet utilizando drones	185
Tabla 47. Costo de implementación del sistema de conexión a internet utilizando drones	185
Tabla 48. Costo de los dispositivos del sistema para la detección de personas bajo escombros utilizando FINDER.....	187
Tabla 49. Costo de implementación del sistema para la detección de personas bajo escombros utilizando FINDER.....	188
Tabla 50. Criterios de la matriz de validación del experto en Investigación Tecnológica	192
Tabla 51. Resultado de la validación del experto en Investigación Tecnológica.....	193
Tabla 52. Criterios de la matriz de validación del experto en Fenómeno El Niño.....	194
Tabla 53. Resultado de la validación del experto en Fenómeno El Niño.....	195
Tabla 54. Lista de soluciones tecnológicas del proyecto	196
Tabla 55. Registro de interesados.....	209
Tabla 56. Matriz de trazabilidad de requerimientos	211
Tabla 57. Matriz de asignación de responsabilidades	213
Tabla 58. Matriz de gestión de riesgos	217
Tabla 59. Costo de desarrollo del proyecto de investigación	223
Tabla 60. Costo de los dispositivos y servicios cloud de la Estación Meteorológica Autónoma	224

Tabla 61. Cálculo de áreas de la Estación Meteorológica Autónoma	225
Tabla 62. Metrado de cimentación de la Estación Meteorológica Autónoma.....	226
Tabla 63. Metrado de pared de la Estación Meteorológica Autónoma	226
Tabla 64. Metrado de columna de la Estación Meteorológica Autónoma	226
Tabla 65. Materiales de la Estación Meteorológica Autónoma.....	226
Tabla 66. Costo de implementación de la Estación Meteorológica Autónoma.....	228
Tabla 67. Costo de los dispositivos y servicios del sistema integrado de detección y alerta Huaicos	230
Tabla 68. Materiales del sistema integrado de detección y alerta Huaicos	231
Tabla 69. Costo de implementación del sistema integrado de detección y alerta Huaicos	233
Tabla 70. Criterios de evaluación del experto en fenómeno “El Niño”	250
Tabla 71. Resultados de la validación del experto en fenómeno “El Niño”	252
Tabla 72. Criterios de evaluación del experto en investigación tecnológica.....	255
Tabla 73. Resultados de la validación del experto en investigación tecnológica.....	259

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Prototipo del sistema de control agrícola basado en Wireless Sensor y Algoritmo de aprendizaje profundo	41
Figura 2. Drenaje propuesto de la arquitectura del sistema de ZigBee WSN	42
Figura 3. Diagrama del sistema temprano de monitoreo y advertencia de inundaciones ...	43
Figura 4. Sistema de detección de incendios forestales mediante redes sensoriales inalámbricas.....	44
Figura 5. Arquitectura del sistema de monitoreo de inundaciones.....	45
Figura 6. Sistema de monitoreo de inundaciones del sitio remoto.....	46
Figura 7. Prototipo del sistema de una red de sensores inalámbricos para la monitorización de inundaciones repentinas en la ciudad de Barranquilla, Colombia.....	48
Figura 8. Sistema de Alerta Temprana de inundaciones para una señal 4G	49
Figura 9. Sistema de monitoreo de desastres naturales utilizando el procesamiento del lenguaje natural en la red social twitter	50
Figura 10.Arquitectura del Sistema de Monitoreo de Tweets orientado a objetivos durante desastres naturales	52
Figura 11. Sistema de arquitectura de Safety Check	53
Figura 12. El Sistema semántico Safety Check: Arquitectura de alto nivel.....	54
Figura 13. Componentes del sistema Google Loon.....	55
Figura 14.El sistema GPR transmitiendo ondas EM al suelo y recibe señal dispersada.....	57
Figura 15. Escombros bloquea movimiento de los humanos	57
Figura 16. Descripción general de 3D-CWN para FMRS.....	59
Figura 17. Flujo de comunicación en el sistema de respuesta de emergencia.....	60
Figura 18. Detección cooperativa entre varios receptores.....	61
Figura 19. Vientos superficiales en condiciones normales	72
Figura 20. Vientos superficiales en condiciones de El Niño.....	73
Figura 21. Intensidad del Fenómeno el Niño en el Perú entre los años 1578-2017	75
Figura 22. Intensidad del Fenómeno el Niño en el Perú entre los años 1578-2017	76
Figura 23. Entidades conformantes de SINAGERD	78
Figura 24. LoRa.....	81
Figura 25. AWS IoT	84
Figura 26. Watson IBM IoT	85
Figura 27. Microsoft Azure IoT	86

Figura 28. Arduino	87
Figura 29. Libelium	87
Figura 30. Diagrama de Pareto de las Emergencias ocurridas en el Perú por tipo de Fenómeno según daños 2010 y 2017	91
Figura 31. Mapa de calor de los riesgos de desastres	92
Figura 32. Arquitectura del sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del rio utilizando radares.....	96
Figura 33. Plano de construcción del sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del rio utilizando radares.....	101
Figura 34. Arquitectura del sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del rio utilizando sensores de ultrasonido.....	103
Figura 35. Plano de construcción del sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del rio utilizando sensores de ultrasonido.....	109
Figura 36. Arquitectura del sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del rio utilizando sensores de presión	111
Figura 37. Arquitectura del sistema para el monitoreo de inundaciones utilizando drones	118
Figura 38. Plano de construcción del sistema para el monitoreo de inundaciones utilizando drones	124
Figura 39. Arquitectura del sistema para la detección y alerta de huaicos utilizando sensores de desplazamiento lineal.....	126
Figura 40. Arquitectura del sistema para la detección y alerta de huaicos utilizando sensores de humedad de suelo.....	132
Figura 41. Arquitectura del sistema para la detección y alerta de huaico utilizando sensores de detección de grietas.....	137
Figura 42. Arquitectura del sistema para la detección y alerta de huaicos utilizando radares	142
Figura 43. Arquitectura del sistema de monitoreo y alerta de lluvias	148
Figura 44. Arquitectura del sistema de monitoreo y alerta de vientos	153
Figura 45. Arquitectura del sistema de monitoreo y alerta ambiental.....	158
Figura 46. Arquitectura del sistema para la detección de personas en estado de emergencias utilizando datos de Twitter	164

Figura 47. Arquitectura del sistema para la detección de personas en estado de emergencias utilizando datos de Facebook	168
Figura 48. Arquitectura del sistema para para detección de personas en estado de emergencia utilizando procesamiento de lenguaje natural en Twitter.....	172
Figura 49. Arquitectura del sistema de conexión a internet utilizando globos aerostáticos	177
Figura 50. Arquitectura del sistema de conexión a internet utilizando TV UHF.....	180
Figura 51. Arquitectura del sistema de conexión a internet utilizando Drones.....	183
Figura 52. Sistema para la detección de personas bajo escombros utilizando FINDER...	186
Figura 53. Estación meteorológica autónoma	200
Figura 54. Sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando sensores de ultrasonido	200
Figura 55. Sistema para el monitoreo de inundaciones utilizando drones	201
Figura 56. Sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río usando sensores de presión	201
Figura 57. Sistema de detección y alerta de huaicos	202
Figura 58. Sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando radares.....	202
Figura 59. Sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando radares.....	203
Figura 60. Sistema para la detección de personas en estado de emergencias utilizando datos de Facebook.....	203
Figura 61. Sistema de conexión a internet utilizando drones	204
Figura 62. Sistema para la detección de personas en estado de emergencias utilizando datos de Twitter.....	204
Figura 63. Sistema para detección de personas en estado de emergencia utilizando el procesamiento de lenguaje natural en Twitter	205
Figura 64. Sistema para detección de personas en estado de emergencia utilizando el procesamiento de lenguaje natural en Twitter	205
Figura 65. Sistema para detección de personas en estado de emergencia utilizando el procesamiento de lenguaje natural en Twitter	206
Figura 66. Roadmap de las soluciones tecnológicas	207
Figura 67. Arquitectura física de la Estación Meteorológica Autónoma	224
Figura 68. Plano de construcción de la Estación Meteorológica Autónoma.....	227
Figura 69. Arquitectura física del sistema integrado de detección y alerta Huaicos.....	230

Figura 70. Plano de construcción del sistema integrado de detección y alerta Huaicos ...	232
Figura 71. Acta de conformidad del objetivo 3 del experto I.....	234
Figura 72. Acta de conformidad del objetivo 3	265

INTRODUCCIÓN

Entre el año 1578 al 2017, en el Perú, el FEN, se ha manifestado hasta en 44 ocasiones. Ocho de estas han sido de carácter extraordinario. El Niño gana esta caracterización cuando su impacto es mucho mayor que en otras ocasiones; siendo la última entre los años 1997 y 1998. Luego de casi dos décadas tras el último FEN de grado extraordinario, el Perú sufrió uno de igual. Las lluvias torrenciales que iniciaron a finales de 2016 y se prolongaron hasta mayo de 2017, ocasionaron huaicos, inundaciones, deslizamientos, derrumbes y tormentas; así como, plagas y enfermedades. Aquel FEN se califica “extraordinario” porque perjudicó a muchos departamentos del país, principalmente a los sectores norte y centro. Ciudades como Trujillo, Chiclayo, Piura y Huarmey soportaron lluvias intensas que superaron récords históricos observados solamente en casos extraordinarios. Es por ello por lo que, en vista de la ausencia de componentes tecnológicos y de comunicación para poder reducir el impacto de los desastres naturales ocasionados por el fenómeno “El Niño”, hemos decidido emprender un proyecto de investigación que nos dé como resultado soluciones tecnológicas para la atención de desastres ocasionados por el fenómeno “El Niño” en el Perú que puedan ser implementados a corto plazo.

El primer capítulo sirve de manera introductoria para conocer los objetivos del proyecto, los indicadores de éxito y la planificación inicial del mismo, esto concierne al alcance, la gestión del tiempo, la gestión de los recursos humanos, el plan de comunicaciones y los principales riesgos que el proyecto enfrenta.

El segundo capítulo describe los Student Outcomes de la carrera de Ingeniería de Sistemas de Información que el proyecto debe cumplir para estar alineado con los lineamientos del perfil del egresado de la carrera de Ingeniería de Sistemas de Información de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

El tercer capítulo presenta al Estado del Arte, el cual presenta las revisiones de la literatura que ayudan a entender en qué contexto y bajo qué problemáticas se va a desarrollar el proyecto.

El cuarto capítulo es el Marco Teórico que brinda todas las definiciones y conceptos necesarios para el correcto entendimiento del proyecto realizado.

El quinto capítulo es el de Desarrollo del Proyecto el cual presenta la metodología usada, el modelo como tal y la implementación del modelo en una organización del sector financiero

El sexto capítulo es el de Resultados del Proyecto, en el cual se detalla y sustentan los resultados que brinda el modelo propuesto para la organización que lo implemente, en estos se incluyen los riesgos, alineamiento, entre otros.

El séptimo y último capítulo es el Manejo del Proyecto, el cual presenta el producto final del proyecto, y los resultados del manejo del proyecto, tales como la explicación de cómo se gestionó el tiempo, los recursos humanos, las comunicaciones, los riesgos y por último presenta las lecciones aprendidas por el desarrollo del proyecto.

CAPITULO 1: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En este capítulo se explica la necesidad de diseñar un catálogo de soluciones tecnológicas para la atención de desastres naturales ocasionados por el fenómeno “El Niño” en el Perú. Además, se plantea los objetivos generales y específicos del proyecto, así como, los indicadores de éxito y los riesgos que implica el desarrollo de este. Por último, se presenta el alcance del proyecto.

1.1 OBJETO DE ESTUDIO

Los desastres naturales ocasionados por el fenómeno “El Niño” han generado desde hace muchos años grandes pérdidas socioeconómicas y físicas. Actualmente, existen entidades encargadas de la gestión de los desastres naturales quienes tienen responsabilidad de ésta problemática que aqueja al Perú. Sin embargo, no quiere decir que son los únicos responsables en la gestión de los desastres naturales, sino por el contrario, han sido los responsables en crear conciencia en el Perú sobre la atención de estos desastres. Hoy en día, las comunidades peruanas exigen cada vez más conciencia en el sector de gestión de desastres naturales para reducir el impacto socioeconómico y físico que han dejado los desastres naturales con el pasar de los años. Por ello, se propone soluciones tecnológicas para la atención de desastres naturales ocasionados por el fenómeno “El Niño”, ya que la implementación de nuevos procesos y tecnologías ofrecen un gran apoyo en la reducción del impacto de los desastres.

1.2 DOMINIO DEL PROBLEMA

El dominio del problema considerado para el presente proyecto es el siguiente:

Tabla 1. Tabla de problemas y causas

Problema	Causas
Falta de soluciones tecnológicas para la atención de desastres naturales ocasionados por el fenómeno “El Niño” en el Perú.	<ul style="list-style-type: none">• Falta de interés del gobierno local.• Baja asignación de recursos económicos para investigación e implementación de tecnologías.• Existe poco presupuesto para realizar obras de gestión de desastres naturales.• Dificultad en el acceso inmediato a la información durante un estado de emergencia• Ausencia de medios tecnológicos para la atención de desastres naturales.

1.3 OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

1.3.1 Objetivo General

Proponer un catálogo de soluciones tecnológicas para la atención de desastres naturales ocasionados por el fenómeno “El Niño” en el Perú.

1.3.2 Objetivos Específicos

OE1: Analizar los principales peligros e impacto de los desastres naturales del fenómeno “El Niño” en el Perú, la aplicación de las TIC en la gestión de desastres naturales y soluciones tecnológicas existentes.

OE2: Diseñar soluciones tecnológicas incluyendo para cada una su arquitectura física o lógica, y el costo aproximado de implementación.

OE3: Validar las soluciones tecnológicas a través de expertos en desastres climatológicos y sus arquitecturas físicas a través de un experto en investigación tecnológica.

OE4: Definir un Roadmap para las soluciones tecnológicas propuestas.

1.4 INDICADORES DE ÉXITO

A continuación, se muestra la tabla con los indicadores de éxito necesarios.

Tabla 2. Indicadores de éxito

Indicador de éxito	Indicador de Éxito	Objetivo Específico
IE1	Aprobación, por parte del cliente, de la documentación correspondiente a la investigación de los principales peligros e impacto de los desastres naturales del fenómeno “El Niño” y las soluciones tecnológicas existentes para atenderlas.	OE1
IE2	Aprobación, por parte del cliente, de los componentes que conforman el catálogo de soluciones tecnológicas.	OE2
IE3	Aprobación, por parte del experto en gestión de desastres y experto en tecnología, sobre el planteamiento de las	OE3

	soluciones tecnológicas y las arquitecturas diseñadas respectivamente.	
IE4	Aprobación, por parte del cliente, del roadmap para las soluciones tecnológicas propuestas.	OE4

1.5 PLANIFICACION DEL PROYECTO

1.5.1 Alcance

El alcance del proyecto incluirá:

- La investigación referente a los peligros e impacto de los desastres naturales del fenómeno “El Niño” en el Perú.
- La investigación referente a las soluciones tecnológicas existentes para atender desastres naturales del fenómeno “El Niño”.
- Diseño del catálogo de soluciones tecnológicas.
- Definición del Roadmap para las soluciones tecnológicas propuestas.

Las exclusiones del proyecto son las siguientes:

- Pruebas de concepto.
- La implementación de las soluciones tecnológicas propuestas.
- No se contempla realizar capacitaciones ni guías sobre uso de las soluciones tecnológicas.

Cualquier otra funcionalidad no especificada dentro del alcance del proyecto.

1.5.2 Plan de Gestión de Recursos Humanos

Tabla 3. Roles y responsabilidades

Rol	Miembro	Responsabilidades
Comité de Proyectos	Rosario Villalta Jimmy Armas Daniel Subauste Pedro Shiguihara	- Aprobar proyectos profesionales - Monitorear el cumplimiento de entregables - Decidir continuidad de proyectos

Profesor Gerente de IT Consulting	Ángel Velásquez	<ul style="list-style-type: none"> - Asesorar y dar seguimiento a los proyectos de la empresa IT Consulting. - Facilitar comunicación con las empresas virtuales involucradas
Cliente	Alfredo Barrientos	<ul style="list-style-type: none"> - Evaluar y hacer seguimiento a los avances del proyecto - Responder consultas con respecto al proyecto - Aprueba los resultados del proyecto.
Project Manager	Carlos Uribe	<ul style="list-style-type: none"> - Definición del alcance - Gestión del proyecto - Gestión de los recursos - Seguimiento del cronograma - Reuniones con el cliente - Apoyo en la investigación y validación de la documentación - Coordinación con las autoridades involucradas en el proyecto
Project Manager	Carlos Uribe	<ul style="list-style-type: none"> - Definición del alcance - Gestión del proyecto - Gestión de los recursos - Seguimiento del cronograma - Reuniones con el cliente - Apoyo en la investigación y validación de la documentación - Coordinación con las autoridades involucradas en el proyecto
Jefe de Investigación	Erick Pino	<ul style="list-style-type: none"> - Encargado de las investigaciones realizadas a lo largo del proyecto

		<ul style="list-style-type: none"> - Investigación y verificación de los avances del proyecto. - Generación de información en base a las referencias encontradas.
Recursos Asignados	Recursos asignados para los ciclos 2018-1 y 2018-2	<ul style="list-style-type: none"> - Apoyar con el control de calidad de los entregables. - Apoyar en la investigación que requiera el proyecto realizado.

1.5.3 Plan de Gestión de Riesgos

Se mencionarán los riesgos para el proyecto. La probabilidad se medirá del 0% al 100%. El impacto se medirá con tres valores: Alto, medio y bajo.

Tabla 4. Riesgos

#	Riesgo	Probabilidad	Impacto	Estrategia de mitigación
1	Incumplimiento de las actividades asignadas a los recursos de las empresas virtuales de la EISC	Media	Medio	No asignar tareas que cubran más tiempo del que dispone el recurso para el curso.
2	Demora en la elaboración y presentación de los entregables del proyecto	Media	Alto	Tener un cronograma real y con holguras para poder cumplirlo incluso de presentarse alguna eventualidad.
3	Cambio del alcance del proyecto	Baja	Alto	Reestructuración del proyecto y del cronograma planteado previamente.

4	Falta de información relacionada al tema de investigación	Baja	Medio	Constante búsqueda de fuentes confiables que garanticen y aporten al desarrollo de la investigación.
5	Falta de validación del avance del proyecto por parte del cliente y comité	Baja	Alto	Realizar constantemente reuniones de coordinación donde se presente el avance del proyecto al cliente y comité.

CAPITULO 2: STUDENT OUTCOMES

En el siguiente capítulo se contempla el cumplimiento de los Student Outcomes de la carrera de Ingeniería de Sistemas de Información, y cómo estos permiten que el proyecto se realice acorde a los objetivos y al perfil del ingeniero de sistemas de información de la UPC.

2.1 OUTCOMES ABET

- a) Propone soluciones en sistemas de información aplicando principios de matemática, ciencias, computación e ingeniería a problemas de ingeniería de sistemas de información.**

Los principios de Ciencias son aplicados en el proyecto durante la investigación sobre el Fenómeno del Niño y las tecnologías que formarán parte de las soluciones tecnológicas para su atención, utilizando artículos científicos. Además, de principios matemáticos que se aplican en la realización de los presupuestos de desarrollo e implementación de cada solución tecnológica. Finalmente, se aplican principios de Computación e Ingeniería, al momento de seleccionar los servicios de sostenibilidad de cada solución tecnológica y dispositivos que cumplan con los requerimientos propuestos.

Para más información revisar las siguientes evidencias:

- Capítulo 3 – Estado del Arte
- Capítulo 4 – Marco Teórico
- Capítulo 5 – Desarrollo del Proyecto
- Anexo C – Costos y Presupuestos

- b) Formula y administra proyectos y experimentos en base al análisis e interpretación de datos relevantes en la implementación de sistemas de información.**

Para nuestro proyecto, este outcome se refleja en la recolección de información de artículos científicos, proyectos y soluciones existentes; para el diseño de los diversos modelos de soluciones tecnológicas que se propone en el proyecto.

Para más información revisar las siguientes evidencias:

- Capítulo 3 – Estado del Arte
- Capítulo 5 – Desarrollo del Proyecto

- c) Diseña la arquitectura de negocio y tecnológica para la implementación de un sistema de información, teniendo en cuenta restricciones económicas, sociales, políticas, éticas y otras propias del entorno empresarial.**

El proyecto contempla el desarrollo de diversas arquitecturas tecnológicas teniendo en cuenta las restricciones del entorno propio. La mayoría de estos proyectos, están establecidos por las normas que el SENAMHI ha establecido.

Se tiene como evidencia la memoria del proyecto en el cual se detalla la implementación de cada solución.

Para más información revisar el siguiente documento:

- Memoria del proyecto

d) Participa en equipos multidisciplinarios liderando o desarrollando sus tareas eficientemente con profesionales de diferentes especialidades o dominios de aplicación.

El outcome se ve reflejado en el trabajo hecho por el equipo del proyecto para alcanzar el objetivo final, en el cual se participa continuamente con el Cliente y Gerente, y los recursos humanos de diferentes especialidades y dominios que se solicitan con la duración del proyecto. La gestión de los equipos de trabajo se desarrolla de manera eficiente, pactando reuniones semanales con su respectiva acta de reunión. Entre las disciplinas utilizadas se tiene: Diseño Gráfico, Periodismo e Ingeniería Civil.

Para más información revisar las siguientes evidencias:

- Documentos de Gestión

e) Identifica y analiza problemas de negocio o tecnológicos dentro del ciclo de vida de un sistema de información con alcance empresarial o interempresarial.

El outcome hace referencia al problema y cómo será solucionado. La investigación se rige por los lineamientos del ciclo de vida de los sistemas de información. Primero se planifica identificando el problema principal, determinando los objetivos y definiendo el alcance con sus restricciones; para luego analizar la situación de vulnerabilidad del Perú frente al Fenómeno del Niño, así como las tecnologías y soluciones existentes para la prevención y atención contra los desastres naturales ocasionados por el Fenómeno del niño.

Para más información revisar las siguientes evidencias:

- Capítulo 5 – Desarrollo del Proyecto

f) Propone soluciones en sistemas de información con responsabilidad profesional y ética.

Dicho outcome mencionado, hace referencia a la responsabilidad en el cumplimiento del proyecto dentro de la ética. El proyecto es desarrollado con total transparencia siguiendo los lineamientos de cumplimiento del Código de Ética del Colegio de Ingenieros. En este proyecto, se reconocen los errores y no se distorsiona ni altera los hechos para un desarrollo transparente del proyecto frente a los interesados.

Para más información revisar los siguientes documentos:

- Memoria del Proyecto

g) Comunica ideas o resultados orales o escritos con claridad y efectividad a públicos de diferentes especialidades y niveles jerárquicos.

El Outcome hace referencia a todas las comunicaciones que se realizan durante el proyecto. Para aplicar el outcome en nuestro proyecto, se tiene la Gestión Comunicación, para garantizar que la generación, la recopilación, la distribución, el almacenamiento, la recuperación y la disposición final de la información del proyecto sean adecuados y oportunos. Este proyecto desarrolla habilidades blandas como la expresión oral y escrita, ya sea en las presentaciones o entregables para el comité y los diversos interesados.

Para más información revisar las siguientes evidencias:

- Documentos de Gestión

h) Identifica el impacto de las soluciones en sistemas de información en el contexto global, económico y del entorno en la sociedad.

Para nuestro proyecto, el outcome hace referencia a la propuesta de valor de la investigación comprendiendo el impacto global, económico y social. Este proyecto, tiene un gran impacto global dado que la problemática que se analiza y se desea resolver, impacta a diversos países del mundo; trayendo consigo pérdidas económicas y sociales.

Para más información revisar los siguientes documentos:

- Memoria del proyecto

i) Actualiza los conocimientos en metodologías, técnicas, herramientas por ser necesarios para mantener la vigencia en el desarrollo de sistemas de información.

Este proyecto abarca un concepto que se mantiene en constante desarrollo, para lograrlo, el método usado es el estudio de las tecnologías a utilizar por medio de diversos artículos de investigación publicados por Journals especializados en los temas tratados; pues esto permitirá desarrollar modelos lo más alineados posible a las últimas investigaciones sobre el tema.

Para más información revisar los siguientes documentos:

- Memoria del proyecto

j) Analiza hechos del mundo contemporáneo identificando el impacto en el desempeño profesional del ingeniero de sistemas de información.

El mencionado Outcome referencia a los conocimientos de Ingeniería de Sistemas de la Información que se aplican en el mundo para este proyecto. Para esto se realiza diversas investigaciones y comparaciones entre las áreas de Sistemas de la Información encontradas que pueden contribuir al diseño de las soluciones para atender desastres naturales ocasionados por el Fenómeno del Niño.

Para más información revisar los siguientes documentos:

- Memoria del proyecto

k) Utiliza técnicas y herramientas de última generación en el desarrollo de sistemas de información.

Dicho Outcome referencia a la utilización de técnicas y herramientas de última generación para el desarrollo de nuestro proyecto. Para ello, investigamos nuevas tendencias que contribuyan a la prevención y atención de los desastres naturales del Fenómeno del Niño y adaptarlo el sector donde nos enfocamos.

Para las evidencias revisar los siguientes documentos:

- Memoria del Proyecto

l) Comprende y brinda soporte para el uso, entrega y gestión de sistemas de información dentro de un entorno de sistemas de información

El Outcome hace referencia a las acciones de soporte que garanticen la continuidad del proyecto. Para ello se realiza un Plan de Continuidad en el cual se definen roles, responsabilidades y acciones a realizar para garantizar el funcionamiento del plan de prevención y atención.

Para más información revisar los siguientes documentos:

- Plan de continuidad

CAPÍTULO 3: ESTADO DEL ARTE

El presente capítulo muestra los resultados de investigaciones previas que guardan relación con el proyecto de investigación, agrupando e integrando cada uno de estos según su enfoque de análisis. Este capítulo permite rastrear el desarrollo del tema de investigación desde distintos aspectos, entender cómo se encuentra en la actualidad y tener una visión más clara de lo que se puede desarrollar.

3.1 Metodología

Para la redacción de los artículos seleccionados se ha seguido una metodología de 3 fases:

- **Planificación:** en esta fase, se elaboran las preguntas de investigación y se definen las tipologías.
- **Desarrollo:** en esta fase, los artículos serán seleccionados de acuerdo con los criterios de selección y exclusión.
- **Análisis:** en esta fase, se realiza el análisis de los artículos seleccionados con el fin de revisar el trabajo realizado por otros investigadores, en donde cada uno de estos artículos explica su respectivo aporte, los cuales servirán como fundamento para responder a las preguntas planteadas en la fase de planificación.

3.1.1 Planificación

Para lograr este propósito de la investigación, formularon preguntas referentes al tema de investigación y cómo es posible llegar a varias soluciones al problema planteado. Las siguientes son las preguntas formuladas:

P1: ¿Cuál es la importancia de las TIC en la gestión de desastres naturales?

P2: ¿Las tecnológicas aportan a la detección y alerta de desastres naturales?

P3: ¿Qué soluciones tecnológicas informan en tiempo real durante un desastre natural?

P4: ¿Las tecnológicas solucionan la disponibilidad de las comunicaciones durante un desastre natural?

P5: ¿Qué soluciones tecnológicas existen para la coordinación y actuación durante un desastre natural?

Las siguientes bases de datos se usaron principalmente para definir el protocolo de búsqueda: Science Direct, IEEE Xplore Digital Library, EBSCO HOST y ACM Digital Library. Los artículos seleccionados en estas bases de datos están indexados a revistas y conferencias científicas especializadas, en el período comprendido entre enero de 2009 y diciembre de 2018, por lo que nos permite contar con información relevante, vigente, real y acorde a la realidad del problema.

En la búsqueda de los artículos se utilizaron palabras clave para relacionar a los mismos con términos relacionados a nuestro proyecto de investigación, los cuales son los siguientes:

- Desastres naturales
- TIC
- Plan de prevención
- Prevención de desastres naturales
- Tecnologías para desastres naturales

Después de eso, se aplicaron criterios de selección y exclusión, para asegurar la calidad de los artículos seleccionados. Los criterios se muestran en la Tabla 5:

Tabla 5. Criterios de selección y exclusión de las fuentes bibliográficas

Criterios de Selección	Criterios de Exclusión
Estudios relacionados con el tema de investigación.	Fuentes de estudios que no pertenezcan a un Journal.
Tener diferentes tipos de propuestas: marcos, modelos, técnicas, herramientas, etc.	Información que no esté relacionada a temas de ingeniería.

3.1.2 Desarrollo

El resultado de la recolección de artículos proporcionó 1455 artículos, de los cuales, veinte fueron seleccionados de acuerdo con los criterios de selección y exclusión. Los artículos seleccionados se analizaron para responder a las preguntas de investigación. En la Tabla 6, se visualiza la cantidad de artículos seleccionados por cada base de datos.

Tabla 6. Cantidad de Artículos seleccionados por cada base de datos.

Fuente	Estudios potencialmente elegibles	Estudios seleccionados
Research Gate	300	4
IEEE Xplore Digital Library	750	6
Ebsco HOST	130	5
ACM Digital Library	275	5
Total	1455	20

Finalmente, se seleccionaron veinte artículos científicos para proceder con su respectivo análisis, estos se pueden ver en la Tabla 7.

Tabla 7. Clasificación de artículos

TÍTULO	AUTOR	AÑO
Fenómeno el niño y desastres naturales: Intervenciones en salud pública para la preparación y respuesta	Hijar et al	2016
Un sistema de control agrícola basado en Wireless Sensor y Algoritmo de aprendizaje profundo	Liwei Geng, y Tingting Dong	2017
Un sistema semántico Safety Check para el manejo de emergencias	Pandey, Y. y Bansal, S. K.	2017
Estudio técnico sobre tecnologías disponibles para detectar personas enterradas bajo escombros o avalanchas	V. Ferrara	2015
Estudio sobre el Proyecto Loon de Google	Rakesh M. Tiwari	2016
Las TIC y la gestión del riesgo a desastres	Mario Arce y Alfredo Chavarría	2012
Las TIC en la prevención de desastres naturales	Javier de Pedro y Carracedo	2009
Mejora de la precisión de un modelo de pronóstico de inundación mediante machine learning y la teoría del caos	Furquim et al	2016
Diseño de una red de sensores inalámbricos para la monitorización de inundaciones repentinas en la ciudad de Barranquilla, Colombia	Cama et al	2016
Adquisición de Señales Ambientales para un Sistema de Alerta Temprana	Guillot et al	2017

Aplicación basada en Android que usa una red adhoc móvil para operaciones de búsqueda y rescate durante un desastre	Vitti A.	2017
Hacia una red de rescate sólida: la comunicación inalámbrica es la elección	Sattar H. et al.	2017
Sistema de monitoreo de desastres naturales utilizando el procesamiento del lenguaje natural en la red social twitter	Maldonado M., et al.	2016
Sistema de monitoreo de tweets orientado a objetivos durante desastres naturales	Si Si M., Thang A.	2016
Estrategias de la Red UTEEDA-CYTED para contribuir al fortalecimiento del empleo de las tecnologías espaciales de observación de la tierra en la gestión de riesgo de desastres naturales en la agricultura	Ribera L.	2015
Diseño de una red de sensores inalámbricos basada en Zigbee para el sistema de alerta y monitoreo temprano de inundaciones	Balaji.V., et al.	2017
Sistema de detección de incendios forestales mediante redes sensoriales inalámbricas (Zigbee)	Jennyfer K., et al.	2015
Red de sensores inalámbricos ZigBee para monitoreo de drenaje de superficie y predicción de inundaciones	Chan K., et al.	2016
Una red inalámbrica colaborativa 3D: hacia una comunicación resiliente para el rescate de las víctimas de las inundaciones	Arafatur R., et al.	2017
Perceptrón multicapa de aprendizaje profundo (MLP) para el modelo de predicción de inundaciones Uso de sensores inalámbricos Basado en la red Serie de tiempo de hidrología Minería de datos	Indrastanti R., Lukito W.	2017

3.1.3 Análisis

Se procederá a analizar los artículos seleccionados con el fin de revisar el trabajo realizado por otros investigadores, en donde cada uno de estos artículos explica su respectivo aporte, los cuales servirán como fundamento para responder a las preguntas planteadas previamente.

3.1.3.1 ¿Cuál es la importancia de las TIC's en la gestión de desastres naturales?

A través del análisis realizado por los autores Hajar et al (2016) permite conocer que existen intervenciones efectivas para enfrentar el Fenómeno del Niño en el Perú. Un gran aporte fue de cómo gestionar las actividades para afrontar los desastres naturales del fenómeno del niño, lo cual sugiere que debe contar con 3 fases importantes: prevención, adaptación y mitigación o respuesta. Sin embargo, comenta que las intervenciones solo se han enfocado en la mitigación, dejando de lado a la preparación y prevención. Los autores agruparon las distintas intervenciones de la salud pública frente a desastres naturales, sin embargo, los autores refieren que han encontrado una limitada evidencia sobre las intervenciones en salud pública, y no encontraron estudios o proyectos sobre sistemas de alertas tempranas. Frente a las sequías los autores señalan que las intervenciones esenciales para enfrentar las sequías son las alertas tempranas y los sistemas de monitoreo con el fin de advertir a la gente sobre las posibles amenazas, y crear un registro histórico que evalúe las condiciones cambiantes del ambiente. La motivación de los autores en realizar este estudio se enfoca en investigar las causas y consecuencias del Fenómeno del Niño. También de realizar una revisión de las intervenciones en salud pública para preparación y respuesta de desastres naturales del fenómeno del niño. Si bien estos hallazgos se basan principalmente en revisiones sistemáticas, es necesario evaluar el beneficio de estas intervenciones en la población, de acuerdo con la realidad de cada región. La finalidad de los autores no es hacer un análisis informativo de las consecuencias del fenómeno del niño. Más bien, sugieren desarrollar investigaciones, monitoreo y vigilancia del FEN y su implicancia en la salud pública, para garantizar una mejor comprensión de las vulnerabilidades, necesidades de adaptación de medidas a nivel local, regional y nacional.

Chavarría y Fernández (2012), mencionan que en la medida que se incrementa el desarrollo de las tecnologías, se posibilita el desarrollo de gestión de riesgos a desastres naturales, desde su uso con propósitos técnicos y científicos, predicción o pronóstico de amenazas. En este artículo se analiza el papel de las TIC en la gestión del riesgo de desastres, abordando las tecnologías que se están usando actualmente, tanto indicando algunas ventajas importantes

y limitaciones. Por la complejidad que reviste la GRD, el uso de tecnologías es muy amplio y abarca diversas áreas y aspectos, por lo que en algunas oportunidades se expresan restricciones sobre este tópico, por lo tanto, los autores asumen que de ninguna manera podría estrecharse la visión respecto a lo que tecnológicamente es de utilidad en la GRD. Pese a esta aclaración, los autores no abarcaron el tema plenamente, y con la finalidad de brindar alguna idea de la manera en que actúan las tecnologías en GRD, se restringieron de algunas de ellas que han sido de gran valía en las acciones de prevención, monitoreo, control de amenazas y de mitigación en diferentes escalas. Una de las principales conclusiones a que se llega con el análisis presentado, es que las tecnologías de uso en la GRD así como en las comunicaciones y la gestión de información, han repercutido positivamente en la gestión integral de riesgo de desastres. Gracias a ellas es más rápido y fácil difundir la información sobre amenazas, vulnerabilidades, riesgos y emitir alertas que salven a las personas en peligro por la acción de amenazas de origen natural o antrópico. Lamentablemente no todo es positivo, se podría pensar que un sistema moderno superaría por completo a otro basado en tecnología anterior, y que tendría pocas posibilidades de fallar, pero eso no siempre es así. Otro aspecto de gran importancia en cuanto al empleo de las tecnologías es que, por más evolucionada que ella sea, no siempre es posible su implementación, ya sea por lo económico, adaptación, tiempo, etc.

Carracedo (2009), nos dice que en los últimos años diversos testimonios evidencian el papel de Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) en la prevención de los desastres naturales. Sin embargo, los países más pobres se muestran especialmente vulnerables al impacto de las catástrofes, debido al panorama económico que vienen padeciendo desde hace tiempo. En este sentido, el compromiso de los diferentes gobiernos, con la asistencia de organismos internacionales, debiera dirigirse a potenciar el uso de las tecnologías, en aras de un desarrollo sostenible encaminado a mejorar las condiciones de vida de la población afectada. Por este motivo, en este artículo el autor revisa las principales posibilidades que brindan las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) ante situaciones caóticas derivadas de los desastres naturales. El autor menciona que el acceso a la información es esencial en todas las fases derivadas de una emergencia. En el caso de los desastres naturales, el acceso a la información es tan importante como la disponibilidad de agua potable, luz eléctrica o alimentos, ya que con el uso de la información se pretende salvar vidas. En la gestión de desastres, la tecnología es un factor de gran importancia, ya que, se vería muy limitado su campo de acción sin la posibilidad del uso

amplio de las TIC que actualmente existen, desde su uso con propósitos técnicos y científicos para el conocimiento, predicción y pronóstico de amenazas, se constituye en una aliada de indudable valor. A medida que aumenta el desarrollo de nuevas tecnologías y se amplía la gama de aplicaciones, se posibilita el uso de tecnologías convencionales como la radio, la televisión, el fax y la telefonía fija, y no convencionales como los satélites, las radiocomunicaciones, Internet, la telefonía móvil, la fibra óptica, los sistemas de posicionamiento global (GPS), redes sociales, los sistemas de información geográfica (SIG), y diversas aplicaciones de la informática y la telemática, que han llegado a ser las más utilizadas en la actualidad. Esto confirma que las TIC son una herramienta muy importante a la hora de responder ante un desastre. Las telecomunicaciones/TIC desempeñan un papel crucial en lo que atañe a las catástrofes y su detección, así como en lo que respecta a las alertas tempranas y las actividades de preparación, respuesta y recuperación.

En Ribera L. (2015) nos mencionan que cada día los ciudadanos, los especialistas, los científicos, los gobernantes, sin distinción de credo, o raza, somos más conscientes de que los desastres se incrementan en magnitud y frecuencia. Los medios de información nos proporcionan noticias a diario, de la ocurrencia de desastres en cualquier región del planeta tierra. Estas informaciones hablan del poder destructivo de los desastres, de las muertes ocurridas, de los hogares destruidos, de las personas dañadas o afectadas, de la infraestructura devastada de los recursos naturales degradados, etc. También se alude a los ingentes esfuerzos de la comunidad de naciones, de gobiernos nacionales, de organizaciones internacionales, de ONGs, de personalidades y de muchos ciudadanos de todo el mundo, por reducir estos impactos. La necesidad de implementar una estrategia de investigación sobre los daños causados por fenómenos desastrosos a la agricultura con el empleo de imágenes de satélites radica en el hecho de que existen muy pocos estudios y metodologías enfocadas a la evaluación del impacto de los desastres en la agricultura con el empleo de las tecnologías espaciales de observación de la tierra. Esto obedece a que durante mucho tiempo la comunidad científica y académica dedicó sus esfuerzos sobre todo a priorizar el estudio del impacto de los desastres en los asentamientos humanos como consecuencia de las numerosas pérdidas en vidas humanas y por la destrucción masiva de edificaciones e instalaciones de producción y servicios, que como era lógico, provocaba la disrupción de las sociedades y un considerable impacto socioeconómico adverso. También se dedicó muchos esfuerzos a estudiar el impacto al medioambiente en general por las grandes afectaciones sufridas por éste, que, a la larga provocaban impactos indirectos considerables a las sociedades. Sin

embargo, la agricultura en particular no ha sido objeto de estudios sistemáticos en esta dirección, por lo que ha quedado un tanto relegado como objeto de investigación. Los resultados de esta investigación se resumen en los siguientes: a) Un paquete metodológico para la evaluación del tema daño provocado por distintos tipos de fenómenos naturales a la agricultura, con la utilización de información satelital de observación de la tierra y/o geoespacial; y b) Un sistema de indicadores para evaluar el daño de manera más objetiva, apoyada en la utilización de imágenes satelitales.

3.1.3.2 ¿Las tecnologías aportan a la detección y alerta de desastres naturales?

Geng y Dong (2017), se motivaron por el intento de integrar la inteligencia artificial y tecnología de sensores en agricultura modernización cultural. En este artículo se presenta el diseño de un plan de vigilancia y control de la agricultura de sensores inalámbricos que consume poca energía y es compatible con análisis inteligente de datos. Luego de realizar el diseño y resolver el consumo de energía en los sensores inalámbricos, el autor propone un plan basado en el algoritmo de análisis profundo para estimar los niveles de humedad en el suelo y el control automático del funcionamiento de los sistemas de riego. El proceso fue el siguiente: en primer lugar, se adoptó la estrategia de fusión de datos para reducir el volumen de datos y el consumo de energía de la transmisión de datos. Luego, se propuso un algoritmo de optimización para reducir la potencia de trabajo, se desplegaron múltiples nodos de enrutamiento en los clúster como el candidato para la fusión de datos. Después de analizar la dirección de red, el nodo con la dirección de clúster más pequeña se seleccionó como punto de fusión. Para la transmisión de datos, se propusieron un algoritmo para optimizar la potencia de enrutamiento. El diagrama del sistema explicado se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Prototipo del sistema de control agrícola basado en Wireless Sensor y Algoritmo de aprendizaje profundo

En Chan K., et al (2016) se enfocan en resolver la falta de monitoreo de drenajes y posibles inundaciones. Se propone e implementa una Red de sensores inalámbricos (WSN) basada en ZigBee para la detección del nivel del agua basada en el escaneo de rango utilizando un sensor ultrasónico y el objetivo de proporcionar predicción de inundación. WSN juega un papel importante para la detección de datos remotos, colecciones de datos ambientales, etc. Se adapta en un gran número de aplicaciones para varias secciones de campo incluyendo ingeniería civil y ambiental, monitoreo de salud, militar, seguridad, red inteligente, transporte, etc. A través del análisis realizado por los autores permite dar a conocer la arquitectura del sistema de la WSN propuesta (Figura 2), la red se compone principalmente de nodos de sensores ZigBee, coordinador de red y almacenamiento de datos en la nube. Para visualizar los datos y los resultados del análisis, también se desarrolla una GUI remota. En función de la arquitectura del sistema propuesta, los nodos del sensor responden para muestrear el parámetro físico al nivel de voltaje medible a través de los sensores correspondientes; luego, el módulo ZigBee digitaliza y codifica el nivel de voltaje para datos de red; envió estos datos adquiridos al coordinador a través de los enlaces inalámbricos establecidos. El coordinador se está centrando en el mantenimiento de la topología de la red, recopilación de datos y carga los datos de la reunión en el almacenamiento de datos de la nube. La plataforma ofrece una recolección y visualización flexible de datos, por lo tanto, facilita el soporte de grandes cantidades de flujos de datos de sensores y procesamiento de datos.

Figura 2. Drenaje propuesto de la arquitectura del sistema de ZigBee WSN

En conclusión, se propone y desarrolla un ZigBee WSN para la detección de drenaje superficial utilizando sensores ultrasónicos. Como aplicación, se puede aplicar para el monitor de lluvia y la predicción de inundación en una situación de turbonada. Según la verificación del experimento, se puede detectar y registrar un nivel de agua preciso. Los enfoques básicos basados en los datos consecutivos se aplican para la detección simple de inundaciones. Por otro lado, la técnica inteligente de procesamiento de datos se puede aplicar en la WSN propuesta de hecho.

Balaji.V., et al. (2017), mencionan y explican diversos trabajos relacionados a su propuesta y que toma como referencia para contribuir con la propuesta realizada. Entre ellos se encuentra un transceptor de consumo para comunicaciones de IoT de largo alcance en entornos de emergencia. Se propone una nueva arquitectura para el transceptor para aumentar el rango de servicio de IEEE802.11ah, que es necesario para la comunicación de IoT de largo alcance de los mensajes en situaciones de emergencia. Los resultados experimentales muestran que la arquitectura presentada es adecuada para la comunicación IoT de largo alcance de mensajes de alerta de emergencia. Para la implementación de esta investigación se propuso y utilizó la arquitectura que se puede apreciar en la Figura 3.

Figura 3. Diagrama del sistema temprano de monitoreo y advertencia de inundaciones

Se desarrolló una aplicación de Android. Mobile Client es una aplicación de Android que se creó e instaló en el teléfono móvil Android del usuario para que se pueda realizar las actividades realizar las actividades. Una vez que creamos la aplicación móvil completa, se generará como un archivo de Android Platform Kit (APK). Este archivo APK se instalará en una aplicación del teléfono móvil del usuario. El Servidor monitoreará toda la información de inundación en su base de datos y los verificará si es necesario. Además, el Servidor almacenará toda la información de inundación en su base de datos. Además, el Servidor debe establecer la conexión para comunicarse con los Usuarios. El servidor autenticará a cada usuario antes de acceder a la aplicación. Para que el servidor evite que el usuario no autorizado acceda a la aplicación. El sistema propuesto se comparó con los sistemas emocionantes. Los factores de comparación son Costo, Consumo de energía, Confiabilidad de la información y Facilidad de uso. En la evaluación, se ve que la implementación es más eficiente considerando una serie de factores.

Jennyfer K., et al. (2015), mencionan que la red de sensores inalámbricos para este tipo de problemas que se encuentran relacionados con el clima y el medio ambiente son muy importantes. Por lo que, cabe destacar que a diferencia con otras redes inalámbricas como Wifi donde sus recursos son enfocados a la conectividad de usuarios y velocidad de transmisión, en las Redes Sensoriales Inalámbricas (WSN) la principal prioridad es la energía. Además, permite acoplar en el diseño características muy importantes como son la flexibilidad de red, bajos costos, y bajo consumo de energía; esta tecnología se puede utilizar

para muchas aplicaciones de uso doméstico, comercial e industrial; que requieren una tasa baja en la transmisión de datos. Para la prevención de incendios forestales, la WSN consta de dispositivos electrónicos, que mediante tecnologías Zigbee y Arduino que haciendo uso de un conjunto de sensores proporcionarán la información necesaria en tiempo real sobre la temperatura, humedad, cantidad de luz, presencia de lluvia y de humo desde diferentes puntos estratégicos ubicados dentro del área forestal, éstos dispositivos enviarán de forma inalámbrica los datos tomados hasta una base de control central (Figura 4), ésta base se encargara de recolectar, agrupar y enviar toda la información que ha proporcionado cada dispositivo dentro del área hacia una aplicación de escritorio, para el tratamiento adecuado de la información.

Figura 4. Sistema de detección de incendios forestales mediante redes sensoriales inalámbricas

En caso de producirse un cambio drástico e inesperado sea elevación de temperatura o presencia de humo el dispositivo captará esa información y la enviará hacia la aplicación de escritorio y base de datos, la aplicación de escritorio se emitirá alertas de posibles incendios forestales, mostrando el lugar exacto del posible incidente y puedan ser atendidos de forma inmediata.

Indrastanti R. y Lukito W. (2017), nos mencionan que la predicción de inundaciones es un proceso complejo de los numerosos factores que influyen en los niveles de agua de un río, como la ubicación, la humedad, la precipitación, el flujo de agua, los tipos de suelo y el

tamaño de las cuencas. La relación entre estos factores no se ha entendido con precisión. Para reducir el número de víctimas, es necesario construir un sistema preciso de predicción de inundaciones. Al usar la red de sensores inalámbricos (WSN) como un componente de recuperación de información, se espera que este sistema proporcione resultados óptimos en la predicción de inundaciones. Los dominios de aplicación de WSN son diferentes debido a la disponibilidad de micro sensores y comunicaciones inalámbricas de baja potencia. El sistema de monitoreo y detección de desastres por inundación se construye utilizando una red de sensores inalámbricos, al instalar sensores en la entrada de Pucang Gading Semarang en la parte superior y en el East Flood Canal River (BKT) en el punto de bajada. Este sistema consta de dos partes principales, a saber, el sitio remoto y el centro de control. Sitio remoto significa equipo en el campo / en lugar de medición de datos. En este caso, el sitio remoto se encuentra en BKT Kaligawe y Pucang Gading Weir, mientras que su centro de control se encuentra en un servidor web que se puede abrir en cualquier computadora a través de Internet. La imagen de este sistema se muestra en la Figura 5.

Figura 5. Arquitectura del sistema de monitoreo de inundaciones

El sitio remoto consiste en sensores remotos y unidades de datos, los sensores remotos tienen sensores de nivel de agua y sensores de lluvia, como se muestra en la Figura 6. Las unidades de datos tienen procesamiento de datos y transmisión de datos. La sección de procesamiento utiliza el microcontrolador atmega328 (nano Arduino) como el cerebro que procesa todas las señales del sensor. La señal del sensor es procesada y luego enviada por el microcontrolador a la transmisión de datos que es el Módulo de comunicación.

Figura 6. Sistema de monitoreo de inundaciones del sitio remoto

Monitorear entornos naturales es una tarea complicada debido a sus características hostiles. El uso de redes inalámbricas de sensores (WSN) para la recopilación de datos es un método viable ya que estos funcionan con pocos elementos. Sin embargo, se requieren más estudios para manejar los datos recopilados para una mejor interpretación del comportamiento y así poder predecir los desastres inminentes. Dado esto, el trabajo que realiza Furquim et al (2016), es un análisis sobre el uso de los datos recopilados de los ríos urbanos para predecir las inundaciones con una visión para reducir el daño que causa. Por esta razón, los autores buscan determinar la relación en los tiempos, así como también modelar y pronosticar el nivel de los ríos. Para lograr esto, evaluaron la técnica de la teoría del caos, ya que, la implementación de esta teoría ayuda a mejorar la precisión de las técnicas de aprendizaje automático empleadas en la predicción., para procesamiento de datos recogidos de ríos urbanos mediante WSN y el manejo posterior de estos datos para la predicción de inundaciones mediante el uso de redes neuronales artificiales. Se evaluaron cuatro combinaciones diferentes de dimensión de separación e inclusión como entradas de un MLP que solo tenía en cuenta el nivel del río. En una segunda etapa, se evaluó si la información sobre la lluvia podría mejorar los resultados. En futuros trabajos los autores pretenden extender el estudio de las técnicas de aprendizaje automático para que puedan ser utilizadas con los datos reprocesados para modelar el sistema. En el futuro, también buscan incorporar este modelo de predicción en los sensores y así hacer posible la acción de una manera más independiente en situaciones extremas.

Cama et al (2016), tienen como motivación el monitoreo de las condiciones ambientales en tiempo real donde pasa el río La Brigada en la ciudad de Barranquilla para mitigar las secuelas que ocasionan a su paso. Los autores diseñaron una red de sensores inalámbricos o WSN (Wireless Sensor Network) para monitorear en tiempo real parámetros atmosféricos

que influyen en la detección del nivel de peligrosidad de inundaciones, producto de las intensas lluvias en un breve período de tiempo.

Seleccionaron la tecnología ZigBee para la transmisión de los datos de la red de sensores inalámbricos, ya que tiene un mayor alcance en el enlace de radio en un solo salto. Esto lo seleccionaron ya que la distancia de los nodos es considerable. Desarrollaron también una aplicación web móvil, donde se puede observar alertas y esta será integrada al Sistema de Alertas Tempranas para informar de manera oportuna a la comunidad cuando se origine un arroyo o cuando este sea de peligro. El proceso para resolver el problema es se muestra a continuación y el sistema se visualiza en la Figura 7:

- I. Se seleccionó una sección del recorrido del río llamado comúnmente “La Brigada”.
- II. Se identificaron seis puntos donde el río recibe afluentes y donde se ubicarán los nodos que vigilarán las condiciones ambientales.
- III. Para analizar los detalles de la implementación de los nodos se procedió a realizar un estudio de sitio, en el que incluyó el desarrollo de un formato que permitiera determinar características técnicas y de diseño previas a la implementación, en cuanto al sistema energético y eléctrico.
- IV. Se diseñó la arquitectura mostrada en la Figura 7. Es la red de sensores inalámbricos para el monitoreo del río, la que ubica seis nodos que se encargarán de vigilar las condiciones ambientales presentes en su recorrido. Se contará con cinco nodos que operarán como dispositivos finales que se comunicarán por medio de saltos (Red Ad-Hoc) con el Gateway en el nodo 6. Este nodo se encarga de controlar la red y regular los eventos y mensajes.
- V. Para contrastar los resultados del experimento, se realizaron 3 tipos de pruebas. La primera prueba se realizó en un ambiente urbano con obstáculos, se colocaron los sensores en distintos puntos con distancias medias y en cada una de las distancias hubo obstáculos. Esta prueba se realizó debido a que el centro de mando se ubicara en un lugar con las mismas características de terreno. La segunda prueba fue en un área urbana libre de obstáculos. Se realizó en el parque de la universidad donde hicieron la investigación con las mismas distancias de la primera prueba. Esta prueba se realizó para simular los efectos Shadowing sobre la transmisión inalámbrica. El efecto shadowing ocurre cuando un móvil se coloca detrás de un obstáculo y experimenta una reducción en la señal. La tercera prueba se realizó en un área rural libre de obstáculos, la prueba se realizó de 100, 200, 300, 400, 500 y 800m

de separación entre sensores, mucha más distancia que en las dos pruebas anteriores. Se realizó esta prueba para saber si la vegetación de los alrededores interfería con la señal.

Figura 7. Prototipo del sistema de una red de sensores inalámbricos para la monitorización de inundaciones repentinas en la ciudad de Barranquilla, Colombia

La motivación de los autores en realizar este estudio se enfoca en presentar los resultados obtenidos al probar el sistema en un ambiente de prueba que emula las condiciones finales a las que será expuesto en la cuenca del río Manzanares con el objetivo de representar un logro en términos de integración de hardware a bajo costo para la mitigación del riesgo debido a las inundaciones. La finalidad que los autores tienen no es vender el sistema y adquirir satisfacciones monetarias, si no, diseñar e implementar un sistema que garantiza la adquisición, digitalización y transmisión inalámbrica a un servidor central de las señales provenientes de los sensores ambientales, con el fin de concebir predicciones de posibles inundaciones en la cuenca del río Manzanares en Santa Marta, Colombia. Los autores proponen la implementación de un prototipo para la extracción de señales ambientales, el cual forma parte de un sistema de alertas tempranas para alertar posibles inundaciones. Diseñaron un dispositivo que se encarga de monitorear la humedad del suelo, precipitación y nivel de agua del río que se estudia; así como almacenar los datos y enviarlos en tiempo real a través de la red móvil de celular. El elemento central del sistema de adquisición es un microcontrolador ATmega 2560. El microcontrolador se encarga de percibir las señales

analógicas que se digitalizan y se envían al dispositivo de comunicaciones inalámbricas para luego de eso enviarlas al servidor. El sistema contiene una memoria Micro SD, que sirve para el almacenamiento de los datos con hora y fecha, el cual se comunica con el Arduino permitiendo leer y separar los datos. Contiene también un RTC, el cual incorpora un reloj para enviar fecha y hora a los servidores. Forma parte también una interfaz que permite al usuario visualizar los datos adquiridos y configurar los tiempos en los que el sistema debe ejecutar las operaciones establecidas. El sistema contiene sensores de humedad del suelo, nivel, precipitación, los que extraerán los datos. Se incorporó el módulo GSM/GPRS, para el envío de los datos de los sensores a una aplicación móvil para la transmisión de los datos al servidor. Y por último se instaló el sistema XBee de respaldo para la transmisión inalámbrica de los datos, este sistema proporciona una red tipo malla que permite transmitir las señales ambientales adquiridas en caso de que se presenten problemas con la comunicación GSM/GPRS. Se realizaron 3 pruebas en diferentes condiciones de humedad con un tiempo de muestreo de 2 horas. La primera prueba se realizó sin ninguna interferencia externa, la segunda prueba se realizó con interferencias en la condición ambiental con 0.5 litros de agua y la tercera prueba consistió en adquirir los valores de la prueba 2 después de 48 horas. Estas pruebas están basadas en la adquisición de las señales ambientales y la transmisión inalámbrica de las mismas. El proceso explicado se muestra en la Figura 8.

Figura 8. Sistema de Alerta Temprana de inundaciones para una señal 4G

3.1.3.3 ¿Qué soluciones tecnológicas informan en tiempo real durante un desastre natural?

Maldonado (2016) nos menciona que en muchos países de América Latina debido a su ubicación geográfica no están exentos de desastres naturales tales como: erupciones volcánicas, inundaciones, sequías, incendios forestales, deslizamientos de tierra, entre otros. Además, hay situaciones de riesgo que ocurren en la vida cotidiana de la comunidad como accidentes de tráfico, tuberías rotas, fugas de gas que son dañinas para la salud, asaltos, robos, etc. Muchos de ellos pasan desapercibidos para las agencias de socorro, y estos son divulgados por la población local, generando alertas usando las redes sociales; en estos casos, los tiempos de respuesta aumentan y pueden llevar a eventos desafortunados. Por ello, es de suma importancia el desarrollo de un sistema de alerta temprana para alertar los diferentes desastres naturales que presentan los países latinoamericanos. En su artículo científico, se presenta el diseño e implementación de un sistema automatizado que permite monitorear la red social Twitter, haciendo una conexión con la API, para filtrar el contenido según cuatro categorías (volcánica, telúrica, incendios y climatológicas) que afectan a Ecuador por su ubicación geográfica, teniendo en cuenta que estos no pueden predecirse fácilmente, y almacena todos los tweets en una base de datos para su análisis. El proceso de filtrado se lleva a cabo utilizando la herramienta NLTK con la que se determina la frecuencia de una palabra dentro de un tweet. Los resultados para cada categoría se muestran en una página web que contiene estadísticas en tiempo real de la base de datos. La Figura 9 describe el esquema general propuesto para el diseño que consiste en la recopilación de Tweets de una línea de tiempo y los almacena en una base de datos de acuerdo con un criterio de almacenamiento y filtrado, que se procesa y analiza con una herramienta NLP.

Figura 9. Sistema de monitoreo de desastres naturales utilizando el procesamiento del lenguaje natural en la red social twitter

Finalmente, se obtuvieron los siguientes resultados, para la consideración del diseño, el cálculo del tamaño de la ventana operativa de la biblioteca Tweepy y Twitter API, se determina que el valor de este es de 15 consultas en el período de 60 minutos o una hora, ya que, si se excede el número de consultas, se genera un bloque en la API que prohíbe cualquier acción de conexión o consulta por un período de 60 minutos. Dependiendo de los resultados obtenidos en la consideración del diseño sobre el intervalo que debe existir entre capturas, se determina que el período entre ellos debe ser de 20 minutos, debido al bajo promedio de Tweets repetidos o nulos registrados y la baja pérdida de información que es generado en este intervalo. Se determina que la eficiencia del algoritmo de filtrado excede el 93%, y se considera apropiado para el proyecto, esto porque las fallas generadas son errores de contexto del contenido de una oración. Las pruebas de comportamiento social indican que los usuarios de la red social Twitter otorgan mayor cobertura a los eventos del mundo del espectáculo que los eventos relacionados con Desastres Naturales o Política, en función de la cantidad de Re-Tweets que registraron los eventos.

Mar Win y Nwe Aung (2017), nos mencionan que el rápido crecimiento de los servicios de información en línea, las redes sociales y otros documentos en formato digital significa que grandes cantidades de información están disponibles de inmediato y son fácilmente accesibles para numerosos usuarios finales. Sin embargo, la capacidad humana para organizar y comprender un gran número de textos en redes sociales es limitada. Los métodos que requieren una gran atención e interpretación humana no escalan de forma robusta a grandes conjuntos de datos de redes sociales. Además, la mayoría de estos numerosos mensajes en Twitter no son útiles para brindar información sobre los desastres. Hay tres problemas involucrados en el desarrollo de un sistema que puede clasificar los tweets como originarios de las aplicaciones de redes sociales en categorías de información específicas. El primer problema es lidiar con la gran cantidad de tweets que llegan por minuto. El segundo es la extracción efectiva de características para mensajes de texto cortos ruidosos y no seleccionados. Los tweets varían mucho en términos de tema y contenido, y la afluencia de tweets, especialmente en el caso de un desastre, puede ser abrumadora. No es práctico clasificar automáticamente estos tweets variados para extraer la información necesaria. La clasificación de Tweets es, por lo tanto, un tercer desafío. Analizar y extraer tweets informativos de Twitter durante desastres es una de las investigaciones de minería de texto en los últimos años. Por ello, nos presentan el sistema de monitoreo de tweets para identificar los mensajes que las personas actualizaron durante desastres naturales en un conjunto de

categorías de información y proporcionar automáticamente el tipo de información de destino deseado por el usuario. En este sistema, la clasificación se realiza a nivel de tweet con tres etiquetas mediante el uso del clasificador LibLinear. Este sistema pretendía extraer el pequeño número de tweets informativos y procesables a partir de grandes cantidades de tweets en Twitter mediante el aprendizaje automático y el procesamiento del lenguaje natural (NLP). La extracción de características de este artículo científico explotó solo las características lingüísticas, las características basadas en el léxico sentimental y especialmente las características basadas en el léxico de desastres. El sistema de anotación también crea un corpus relacionado con desastres con los nuevos tweets recopilados de Twitter API y la anotación se realiza en tiempo real.

Figura 10. Arquitectura del Sistema de Monitoreo de Tweets orientado a objetivos durante desastres naturales

El modelo de extracción de características propuesto con el clasificador LibLinear se eligió para un proceso de anotación adicional para categorizar los tweets en tipos de información específica encontrada con frecuencia como daños a la infraestructura, muertos y lesiones, etc. Se considera que este sistema utiliza el método de selección de características para reducir las características irrelevantes, redundantes y ruidosas en los datos de texto. Se eligió el método basado en la teoría de ganancia de información para la selección de características y las 300 mejores características seleccionadas en función de su rango.

Bansal y Pandey (2017), mencionan que la mayoría de las personas está constantemente conectada a redes sociales como Facebook, Twitter, Instagram, entre otros; se puede utilizar estos medios para recopilar la información más reciente sobre el estado actual de las

personas, emitir advertencias de emergencia, recibir solicitudes de emergencias y realizar comunicaciones de emergencia. Por lo tanto, decidieron desarrollar una aplicación de conocimiento intensivo que identifique personas que puedan haber sido afectadas por desastres naturales y notificarles con instrucciones Safety. Desarrollaron un sistema Safety Check semántico, que puede implementarse una aplicación web o una aplicación móvil. Como se muestra en la Figura 11. Desarrollaron un sistema de verificación de seguridad semántica, que puede utilizarse desde una aplicación web o una aplicación móvil. Con las actualizaciones en tiempo real que proporciona la aplicación de lo que está sucediendo, el sistema Safety Check ayuda a las personas a mantenerse a salvo y bien informadas durante un desastre natural.

Figura 11. Sistema de arquitectura de Safety Check

En este proyecto se utilizaron tecnologías semánticas para conectar, vincular y hacer que los datos de diferentes bases de datos de las redes sociales estén disponibles a través de la nube vinculada. El enfoque permite la integración de los datos a gran escala utilizando un proceso semántico de extracción de la transformación del extracto lo cual se divide en las siguientes fases:

- I. Fase I (Big Data): esta fase reúne datos de múltiples fuentes de redes sociales.
- II. Fase II (Ingestión de datos): esta fase extrae y limpia los datos obtenidos en la Fase I. Procesa y traduce los datos en formato RDF / XML. Para agregar y actualizar datos continuamente, existe un ciclo de actualización automática entre la Fase I y II.

- III. Fase III (Gráfico semántico): Esta fase construye gráficos semánticos a partir de los datos de la Fase II. Los gráficos semánticos conectan semánticamente conjuntos de datos múltiples de diferentes dominios con la nube de datos abiertos vinculados (LOD).
- IV. Fase IV (Razonamiento semántico): Esta fase descubre o deduce nuevos hechos al usar un razonador semántico, que opera en los gráficos semánticos y las reglas de inferencia. Estos hechos inferidos también se agregan a los gráficos semánticos.
- V. Fase V (Aplicación de comprobación de seguridad): esta fase utiliza los datos obtenidos en la Fase IV para predecir, descubrir o encontrar personas impactadas e informarles en consecuencia.

Figura 12. El Sistema semántico Safety Check: Arquitectura de alto nivel

3.1.3.4 ¿Las tecnologías solucionan la disponibilidad de las comunicaciones durante un desastre natural?

Tiwari (2016), se basa en que la conectividad y la comunicación de Internet son necesarias para cumplir las necesidades básicas de la vida cotidiana humana moderna. También proporcionaría comunicaciones troncales durante y después de desastres naturales cuando la infraestructura terrestre es escasa o está destruida. El aporte que el autor, es una descripción general de soluciones tecnologías que proveen internet en lugares y momentos críticos, y

toma como ejemplo al proyecto Loon de Google. En primer lugar, el autor analiza las tecnologías similares al proyecto Loon. En el 2009, Japón propuso un sistema de red de malla inalámbrica para desastres que consiste en globos de goma normales y dispositivos de red inalámbrica. En segundo lugar, describe el proyecto Loon de Google. Los globos del proyecto Loon se ubican en la estratosfera a una altitud de unos 20 km aproximadamente, se necesita obtener información de los globos de Loon para poder rastrear, maniobrar y controlar el estado de los globos. Las personas se conectan a la red de Loon, usando una antena especial de internet conectada a su domicilio. Cada globo puede proporcionar conectividad a un terreno de unos 40 km de diámetro a velocidades comparables a 3G. Para las comunicaciones de globo a globo, los globos usan antenas equipadas con tecnología especializada de radiofrecuencia. Loon está diseñado en tres componentes (Figura 13):

- Superficie: La parte inflable del globo se llama superficie. Cada globo está hecho de material plástico de polietileno y lleno de helio para una exposición resistente a los rayos UV y capaz de funcionar a oscilaciones de temperatura drásticas como -80°C . También se le diseñó un paracaídas que se utiliza para aterrizar el globo de forma segura.
- Paneles solares: Se le diseñó un panel solar por cada globo, proporcionando energía a sus propios componentes electrónicos. Los paneles solares producen energía aproximadamente de 100 vatios, potencia necesaria para que el globo funcione 24 horas, y la energía adicional se almacena en una batería recargable.
- Electrónica: Se le diseñó una pequeña caja que contiene placas de circuito, computadora basada en Linux, antena de radio, GPS, sensores y baterías.

Figura 13. Componentes del sistema Google Loon

El autor concluye que Loon se encarga a poner Internet a disposición en lugares que actualmente carecen de él, así como en lugares donde actualmente es demasiado caro para muchos consumidores y durante etapas de una catástrofe natural. Sin embargo, no hace nada para aumentar la infraestructura eléctrica, que es una barrera importante para la Internet.

3.1.3.5 ¿Qué soluciones tecnológicas existen para la coordinación y actuación durante un desastre natural?

Ferrera (2015), en el sentido de las actividades llevadas a cabo en escenarios de desastres naturales, como edificios derrumbados, terremotos y avalanchas, la detección y el rescate de personas enterradas o atrapadas tienen prioridad. El análisis realizado del el autor, presenta el progreso en el desarrollo tecnológico de dispositivos electrónicos y sistemas utilizados para detectar personas enterradas bajo escombros o avalanchas. El autor menciona que muchas soluciones tecnológicas realizan detección de personas bajo escombros, pero solo asegura que las tecnologías electromagnéticas muestran mejores resultados en términos de velocidad y precisión en la detección. Dividió las tecnologías electromagnéticas en tres principales metodologías, una se basa en la detección de dispositivos electrónicos activos o pasivos llevados por la víctima; el segundo detecta el cuerpo de una persona como una perturbación de la onda electromagnética retro dispersada, debido a la discontinuidad dieléctrica en el medio y el tercer caso se basa en la detección de signos vitales. La primera metodología ocurre con mayor frecuencia durante actividades planificadas, como las planeadas por esquiadores y excursionistas de invierno por lo que traen consigo dispositivos electrónicos, como transceptores. Por medio del dispositivo receptor, un rescatador puede ubicar la posición exacta de una persona enterrada, detectando la señal transmitida por la víctima. Este método puede localizar teléfonos móviles, pero solo aquellos basados en un sistema de pulso de radar pueden determinar el posicionamiento de auriculares, relojes controlados por radio, etc. Sin embargo, las víctimas no siempre llevan estos dispositivos electrónicos o quizás estos objetos están distantes de las víctimas.

Figura 14. El sistema GPR transmitiendo ondas EM al suelo y recibe señal dispersada

Las dos últimas metodologías que se mencionan pueden ser adecuadas para detectar personas atrapadas debajo de escombros que pueden moverse libre y parcialmente. Con frecuencia, una persona enterrada está inmóvil, porque está inconsciente o los escombros bloquean su movimiento como se muestra en la Figura 15; por consiguiente, la detección de signos vitales, como el latido del corazón o la respiración, es la única posible solamente.

Figura 15. Escombros bloquea movimiento de los humanos

Arafatur R., et al. (2017), nos mencionan que un sistema eficaz de Búsqueda y Rescate (SAR) puede ayudar a los rescatadores a encontrar a las víctimas de manera eficiente. El diseño de un sistema SAR es más desafiante que otros debido a la dureza del medio ambiente. Con el fin de diseñar un sistema SAR eficiente para tal escenario, establecer una comunicación fluida entre los rescatadores es una de las características esenciales. Debido a una falta típica de esta característica, el reanimador puede visitar un área que ya está siendo examinada por otro socorrista, lo que reduce la eficiencia del sistema SAR. El objetivo principal del sistema SAR es rescatar a las víctimas lo más rápido posible para salvar sus

vidas. El sistema debe diseñarse para que dependa no solo de la observación de un solo objeto, sino también de las observaciones multiobjetivo. La Figura 16 representa la arquitectura de red del sistema de rescate de inundaciones (FRS). Esta arquitectura presenta: 1) adquisición de información; 2) envío y almacenamiento de información; y 3) rescate de víctimas y proveedor de primeros auxilios. El objetivo de la primera característica es obtener información de las víctimas del área afectada por la inundación. Se diseñan dos tipos de comunicaciones para la adquisición de información, es decir, comunicaciones dentro del equipo y entre equipos. Se puede observar en la Figura 16 que las actividades de búsqueda son realizadas por los equipos de rescate y vehículo aéreo tripulado de largo alcance (LRMAV). Cada equipo consta de los recursos humanos, vehículo aéreo no tripulado de corto alcance (SRUAV) y land rover (LR) / wáter rover (WR). La información se comparte dentro de un equipo a través del LR / WR y la conexión inalámbrica local. Cada equipo puede intercambiar información entre sí a través de LR / WR y centro de control regional (RCC). Tanto las comunicaciones dentro del equipo como entre equipos pueden ayudar a recopilar información de manera eficiente en el FRS. El objetivo de la segunda característica es reenviar la información recopilada a los niveles superiores de RCC y centro de control (CC) para almacenar la información. Esta tarea se puede lograr interconectando LR / WR, RCC y CC. La información almacenada puede luego ser utilizada por los equipos y los LRMAV para que se pueda diseñar un mecanismo de búsqueda de víctimas eficiente. El objetivo de la tercera característica es rescatar a las víctimas mediante la explotación de las dos primeras características y proporcionarles el kit de primeros auxilios. Los recursos humanos y LR / WR brindan apoyo para lograr este objetivo. Los esfuerzos de colaboración de todos estos componentes de la red pueden mejorar significativamente el desempeño de las actividades de búsqueda y rescate (SAR).

Figura 16. Descripción general de 3D-CWN para FMRS

Vitri (2017), menciona que hay varios casos de emergencia que deben manejarse rápidamente durante un desastre, sin embargo, la infraestructura y la red de comunicación a menudo se dañan como resultado del desastre. Los dispositivos móviles soportados por la red ad-hoc móvil (MANET) hacen posible la comunicación y coordinación entre los dispositivos móviles durante una situación de emergencia. Por ello, se propone un prototipo que puede resolver los problemas de comunicación, principalmente durante la operación de búsqueda y rescate. El prototipo es soportado por MANET y tiene una función de comunicación que utiliza mensajes de texto enviados por un dispositivo móvil a otro. En casos de desastre, el oficial de emergencia a menudo lo usa para operaciones de búsqueda y rescate. La Figura 17 muestra un caso de simulación para mostrar cómo las personas pueden comunicarse en situaciones de emergencia o desastre. Describimos un ejemplo en el que Peer 1 como oficial de Búsqueda y Rescate puede enviar un mensaje al Súper Nodo A. Súper Nodo A luego devuelve el mensaje a Peer 1. El Peer 1 se comunica con el Peer 2 para obtener la información requerida. Nuestro enfoque anterior basado en la comunicación entre pares (P2P) utilizando el concepto de confianza y reputación. El diseño de esta aplicación hereda características de igual a igual (P2P), por lo tanto, todos los dispositivos móviles que participan en MANET participan de igual forma en la red. El dispositivo puede leer la posición del dispositivo Android a través del GPS y actualizará la posición de longitud y latitud periódicamente. Luego, la posición se enviará a todos los dispositivos móviles para

que otros dispositivos puedan reconocer la posición de todos los dispositivos cercanos conectados.

Figura 17. Flujo de comunicación en el sistema de respuesta de emergencia

En este artículo científico se presenta una propuesta de aplicación basada en Android compatible con MANET. MANET es adecuado para usar en operaciones de emergencia / rescate para desastres y esfuerzos de recuperación (por ejemplo, incendios, inundaciones o terremotos) ya que se requiere una infraestructura de comunicaciones no existente o dañada y una rápida utilización de una red de comunicación. La aplicación proporciona información conectada por dispositivos móviles basados en Android y operados por oficiales de rescate. Aún hay mucho por mejorar en este prototipo y se estima que las próximas investigaciones se centren en la estrategia de prueba y la implementación en los casos reales.

Sattar Hussain y Predag Pesikan (2017), nos mencionan que las limitaciones de los sistemas de comunicación convencionales durante la recuperación de desastres y analiza soluciones inalámbricas alternativas que pueden ayudar con las operaciones de socorro posteriores a un desastre. Se consideran factores como la infraestructura de red, los requisitos de implementación, la arquitectura de localización y seguimiento, y el control autónomo. Uno de los mayores desafíos es que la infraestructura de comunicaciones convencional colapse o

se descomponga después de un gran desastre. La comunicación inalámbrica podría ofrecer la oportunidad de restablecer rápidamente las comunicaciones, que son fundamentales para minimizar las pérdidas de vidas y propiedades. Puede reducir el tiempo de implementación y garantizar el flujo oportuno de información para satisfacer las necesidades inmediatas de los primeros en responder.

Figura 18. Detección cooperativa entre varios receptores

Con su portabilidad, confiabilidad y características de bajo consumo de energía, las redes de comunicaciones inalámbricas pronto se convertirán en una opción viable y valiosa para establecer comunicaciones eficientes y dinámicas para ayudar con las operaciones de búsqueda, rastreo y auxilio en desastres. Aunque las redes cableadas no están completamente excluidas, pero debido a las duras condiciones en las ruinas de una estructura colapsada, el comando de rescate sobre estas redes se retrasará o incluso se bloqueará. Además, en situaciones inesperadas como incendios, terremotos, tornados y derrumbes de edificios o minas, la extracción de personas atrapadas puede volverse insegura tanto para el rescatador como para la víctima. Esto es cierto incluso cuando se ha establecido el acceso a la víctima. Por lo tanto, la transmisión inalámbrica de signos vitales fuera de los escombros podría salvar vidas y potenciar los esfuerzos logísticos. La comunicación inalámbrica puede proporcionar una mejor posibilidad de localización para rastrear tanto a las víctimas como a los profesionales que se dedican a proporcionar primeros auxilios y servicios de rescate. La localización y el seguimiento del usuario son funciones de gran importancia para la gestión de emergencias ya que permiten una mejor coordinación del personal operativo (por ejemplo, personal de primeros auxilios, personal de rescate, bomberos, etc.) actuando en

incendios a gran escala, post-tsunami, etc. La localización puede hacer uso de signos vitales para buscar víctimas enterradas bajo estructuras derrumbadas. También puede hacer uso de las señales de radio emitidas por los teléfonos móviles de las víctimas.

Tabla 8. Tabla de métodos

Método	Descripción	Referencia
Detección y Alerta de desastres	Disponer de información continuamente en tiempo real, para poder tomar decisiones oportunas en la atención de estas amenazas y comunicar a la población luego de la detección temprana de un desastre natural.	<ul style="list-style-type: none"> • Geng y Dong (2017). • Chan et al (2016). • Balaji et al (2017). • Jennyfer et al (2015). • Indrastanti y Lukito (2017). • Furquim et al (2016). • Cama et al (2016). • Guillot et al (2017).
Información en tiempo real	Mantener informadas a las personas.	<ul style="list-style-type: none"> • Maldonado (2016). • Win y Aung (2017). • Bansal y Pandey (2017).
Disponibilidad de las Comunicaciones	Mantener la conectividad de las comunicaciones.	<ul style="list-style-type: none"> • Tiwari (2016)
Coordinación y Actuación	Tecnologías que puedan aportar en las tareas de rescate y reconstrucción.	<ul style="list-style-type: none"> • Ferrera (2015). • Arafatur R., et al. (2017). • Vitri (2017). • Hussain y Pesikan (2017)
Gestión de desastres naturales	Procesos para evitar el impacto de los desastres naturales	<ul style="list-style-type: none"> • Hajar et al (2016)
TIC en la gestión de desastres naturales	Las oportunidades que brindan las TIC's en la gestión de desastres naturales	<ul style="list-style-type: none"> • Chavarría y Fernández (2012) • Carracedo (2009) • Ribera (2015)

3.2 Conclusión

3.2.1 Conclusión General

En los presentes estudios ponemos en manifiesto los retos a los que se enfrenta la sociedad actual en todo lo concerniente a la prevención de los desastres naturales enfatizando en los desastres naturales del Fenómeno “El Niño”, como el riesgo de muerte de personas y pérdidas materiales asociadas con las inundaciones por las intensas lluvias y repentinos desbordamientos de los ríos en las calles de las ciudades. Es por ello por lo que surge la necesidad de plantear soluciones que vincule la detección y alerta temprana de los desastres naturales, informar en tiempo real de los acontecimientos que surgen por los desastres naturales, mantener disponibles las comunicaciones cuando estas estén colapsadas y desarrollar soluciones para la coordinación y actuación después de un desastre natural. En este sentido las TIC muestran todo su potencial en la gestión de desastres naturales, pero resultan insuficientes sin la contribución de otros múltiples actores. Toda situación de emergencia por fenómenos naturales, particularmente si esta se torna en desastre, confronta a la sociedad con retos, sea que se esté preparado o no. Esto es así incluso en aquellos casos en que se dispone de los mayores recursos organizativos, económicos y tecnológicos. Disponer de las tecnologías más avanzadas, no asegura por sí mismo el mejor manejo de las situaciones, y sobre ello se cuenta con muchos ejemplos alrededor del mundo.

3.2.2 Conclusión por Tipología

P1: ¿Cuál es la importancia de las TIC's en la gestión de desastres naturales?

- Los artículos científicos que son parte de esta tipología explican de forma clara y concisa en que consiste el Fenómeno del Niño Costero en el Perú, así como las causas y consecuencias que han sometido al país durante todos estos años.
- Se pudo determinar que los impactos de El Niño Fuerte describen fuertes anomalías positivas de precipitación en la zona norte de la Vertiente del Pacífico, así como anomalías negativas en el sur de la Vertiente del Pacífico y la Vertiente del Lago Titicaca.
- Además, del análisis que se realizó durante la investigación se puede resaltar que los trimestres que presentaron estaciones con anomalías significativas fueron DEF Y MAM (estaciones lluviosas) ambos para los eventos de El Niño Fuerte y La Niña Fuerte, pero sobre todo en la Vertiente del Pacífico y La Vertiente del Lago Titicaca.

- Los resultados muestran que el principal modo de variabilidad de las lluvias (37 %) de la varianza, caracterizado por fuertes lluvias en la costa peruana durante el Niño y el segundo modo de variabilidad (25 % de la varianza), caracterizado por mayores lluvias en la región andina en la Vertiente del Lago Titicaca y la Vertiente del Amazonas durante La Niña.
- Finalmente, gracias a diversos estudios de las lluvias sobre el Perú muestran que existen otros componentes regionales que presentan tele conexiones significativas con las lluvias del Perú como por ejemplo la temperatura superficial del mar en el Atlántico tropical, por lo que se recomienda tratar de manera conjunta la variabilidad de la temperatura superficial del mar en el Pacífico Ecuatorial y en el Atlántico tropical.

P2: ¿Las tecnológicas aportan a la detección y alerta de desastres naturales?

- Los artículos científicos que son parte de esta tipología hablan del uso de una red de sensores inalámbricos para diversos ámbitos en cuanto a los desastres naturales. Muestran la arquitectura que usaron y el procedimiento que realizaron para llegar a su objetivo.
- Los autores concluyen que las redes de sensores inalámbricos son una de las tecnologías de mayor uso en la actualidad para el monitoreo climático. Dentro de las tecnologías actuales para la comunicación de nodos en WSN aplicadas a monitoreo climático se destacan las basadas en Zigbee. Y la plataforma Arduino como tecnología para el desarrollo de nodos de monitoreo climático, ofrece resultados confiables.
- En los últimos años se ha observado un gran interés en la supervisión y gestión de desastres naturales utilizando la tecnología de redes de sensores inalámbricos de investigadores y agencias gubernamentales, con muchos sistemas en construcción y muchos proyectos en ejecución. Sin embargo, el monitoreo de desastres naturales con WSN sigue siendo un área de investigación relativamente joven, y las tecnologías en esta dirección están lejos de ser maduras. El monitoreo de desastres naturales es muy complejo e impone una serie de desafíos, principalmente debido a las enormes escalas, incertidumbres y entornos hostiles.
- Las Redes de Sensores Inalámbricas implican un gran intercambio de información con un mínimo de esfuerzo de instalación y que brinden mejor movilidad a un sistema. Esta tendencia es impulsada por la gran capacidad de integrar componentes

inalámbricos de una forma más barata y el éxito que tienen otros sistemas de comunicación inalámbrica como los celulares.

- La tecnología 802.15.4 permite acoplar en el diseño de redes inalámbricas características muy importantes como son su flexibilidad de red, bajos costos, y bajo consumo de energía por lo que es una alternativa muy viable para solucionar este tipo de problemas ambientales que afectan a un sin número de países en todo el mundo.
- Indicamos las potencialidades del enfoque propuesto para adaptarnos a las necesidades de la alerta temprana sobre riesgos geológicos. La WSN (red de sensores inalámbricos) es una tecnología muy prometedora en el monitoreo y manejo de desastres naturales

P3: ¿Qué soluciones tecnológicas informan en tiempo real durante un desastre natural?

- Los artículos científicos que forman parte de esta tipología mencionan que luego de conocerse la existencia de una emergencia, las personas necesitan un medio por cual deben de mantenerse informadas. El concepto de la información en tiempo real implica tener la certeza de contar con toda la datos estructurados y no estructurados, que sea relevante y actual al momento de mostrarlo hacia las personas; ya que esta información guiará y dará certidumbre al ciudadano de lo que está pasando.
- La minería de medios sociales para la respuesta y coordinación en casos de desastre ha recibido un creciente nivel de atención por parte de la comunidad investigadora. Todavía es necesario desarrollar mecanismos automatizados para encontrar información crítica y procesable en los medios sociales en tiempo real. El sistema propuesto combina la extracción efectiva de características utilizando NLP y el enfoque de aprendizaje automático para obtener los conjuntos de datos anotados para mejorar los esfuerzos de respuesta a desastres.
- Las pruebas de comportamiento social indican que los usuarios de la red social Twitter otorgan mayor cobertura a los eventos del mundo del espectáculo que los eventos relacionados con Desastres Naturales o Política, en función de la cantidad de Re-Tweets que registraron los eventos. Al analizar la base de datos y los resultados, se puede determinar que las agencias de seguridad y control, así como las instituciones periodísticas, son los principales agentes que brindan información de cobertura y monitoreo de Desastres Naturales.

P4: ¿Las tecnológicas solucionan la disponibilidad de las comunicaciones durante un desastre natural?

- Los artículos científicos que conforman esta tipología concluyen que muchos desastres naturales dañan las infraestructuras terrestres de telecomunicaciones y dejan a las zonas afectadas incomunicadas en los primeros momentos y hacen tardar las operaciones de rescate. En este sentido, existen tecnologías que responden de forma decisiva en los momentos más críticos de una catástrofe, fundamentalmente en aquellas áreas geográficas carentes de redes de telecomunicaciones terrestres operativas.
- La conectividad y la comunicación de Internet se convierten en una de las necesidades básicas de la vida cotidiana humana moderna. Una idea innovadora y escalable como Google TM Project Loon ayudaría y beneficiaría a las áreas remotas del mundo, así como a la población, a fin de aprovechar los beneficios de las comunicaciones modernas. También proporcionaría comunicaciones troncales durante y después de desastres naturales cuando la infraestructura terrestre es escasa o está destruida.

P5: ¿Qué soluciones tecnológicas existen para la coordinación y actuación durante un desastre natural?

- Los artículos científicos que forman parte de esta tipología mencionan que Luego de un desastre natural y recopilar información exacta de las áreas afectadas, se necesitan tecnologías que puedan aportar en las tareas de rescate y reconstrucción.
- Un sistema eficaz de Búsqueda y Rescate (SAR) puede ayudar a los rescatistas a encontrar a las víctimas de manera eficiente. El diseño de un sistema SAR es más desafiante que otros debido a la dureza del medio ambiente. Con el fin de diseñar un sistema SAR eficiente para tal escenario, establecer una comunicación fluida entre los rescatadores es una de las características esenciales. Debido a una falta típica de esta característica, el reanimador puede visitar un área que ya está siendo examinada por otro socorrista, lo que reduce la eficiencia del sistema SAR. El objetivo principal del sistema SAR es rescatar a las víctimas lo más rápido posible para salvar sus vidas.
- Debido a las limitaciones de los sistemas de comunicación convencionales, los autores proponen utilizar de manera efectiva las redes inalámbricas como una solución alternativa para la recuperación de desastres. el entorno posterior a un

desastre favorece el uso de redes sin infraestructura, autoalimentadas, auto organizadas y fáciles de implementar. Se demostró que la nueva generación de dispositivos inalámbricos puede ofrecer una solución rentable para garantizar un acceso sostenible a la formación relevante que satisfaga los requisitos inmediatos de los equipos de rescate incluso en el entorno severo del área operativa de rescate.

- Además, se muestra que durante desastres humanitarios a gran escala en los que intervienen diversidad de organizaciones internacionales, la compatibilidad, la conectividad basada en estándares y la interoperabilidad de las tecnologías implementadas son los factores más importantes.

CAPÍTULO 4: MARCO TEÓRICO

El presente capítulo se define los conceptos básicos, necesarios y requeridos para comprender el problema identificado en el presente proyecto de investigación, así como la definición de los componentes principales.

4.1 Fenómeno Natural

Un fenómeno natural es un cambio de la naturaleza que sucede por sí solo. Son aquellos procesos permanentes de movimientos y de transformaciones que sufre la naturaleza y que pueden influir en la vida humana (epidemias, condiciones climáticas, desastres naturales, etc.). Pueden ser cíclicos o pueden constituir un acontecimiento extraordinario e inusitado. Aparecen casi como sinónimo de acontecimiento inusual, sorprendente o bajo la desastrosa perspectiva humana.

Además, son aquellos sucesos que acontecen en la naturaleza sin ser causados por el hombre, son los movimientos y cambios permanentes que sufre la naturaleza y afecta a los seres vivos.

4.2 Fenómeno "El Niño"

El FEN es un fenómeno climático producido por el calentamiento anómalo del mar debido al debilitamiento de las corrientes de aire frías (anticiclón del Pacífico sur) que recorren de sur a norte las costas del Pacífico sur. Este suceso permite que ingresen con mayor intensidad los vientos cálidos provenientes del Ecuador, lo que origina el calentamiento del mar que, en su condición natural, suele ser frío (21 grados centígrados aproximadamente).

La presencia de estas aguas cálidas a lo largo de las costas peruanas es un fenómeno recurrente que tiene una duración de varios meses. Este calentamiento marino-costero se acentúa cada 3 a 4 años sin una frecuencia determinada, siendo una manifestación de los cambios que ocurren en las capas superficiales y sub superficiales del océano. Esto está vinculado a interacciones complejas con la atmósfera que se producen en el Océano Pacífico ecuatorial, a miles de kilómetros de la costa peruana.

El nombre de "El Niño", se debe a que unos pescadores del puerto de Paita al norte de Perú observaron que las aguas del sistema de corrientes corriente de Humboldt, que corre desde la costa meridional de Chile por el sur hasta el norte frente a las costas septentrionales de Perú, se calentaban en la época de las fiestas navideñas y los cardúmenes desaparecían de la superficie oceánica, debido a una corriente caliente. A este fenómeno le dieron el nombre de Corriente de El Niño, por su asociación con la época de la Navidad y el Niño Jesús.

El fenómeno del Niño genera un aumento de cambios climáticos anómalos, como el aumento de la temperatura del mar, afectado la pesca, además de intensas lluvias y también sequías

que golpean duramente las grandes ciudades y centros poblados peruanos. Además, trae consigo impactos positivos y negativos que se muestran a continuación:

Tabla 9. Impacto de El Niño en el Perú

Impactos positivos	Impactos negativos
<ul style="list-style-type: none"> • Aparición de otras especies pelágicas. • El incremento de lluvias y temperatura del aire favorece el desarrollo del cultivo de arroz en la costa. • Las lluvias intensas, en eventos El Niño de fuertes a extraordinarios, favorecen la regeneración natural de los bosques secos en la costa norte. • La aparición de praderas temporales en la costa norte es importante para la ganadería. • El exceso de lluvias favorece la recarga de acuíferos. • Las altas temperaturas del mar durante el otoño e invierno favorecen la disminución de la intensidad de las heladas en la sierra central y norte. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aceleración del retroceso glaciar. • Pérdida de terrenos agrícolas. • Colmatación de reservorios. • Salinización de suelos. • Destrucción de la infraestructura productiva (canales de irrigación, bocatomas, compuertas, etc.). • Destrucción de vías de comunicación (carreteras y puentes colapsados). • Muerte o migración de algunas especies vegetales y animales. • Altas probabilidades de que se produzcan incendios forestales, debido a las altas temperaturas. • Las altas temperaturas generan impacto en la producción pecuaria (baja producción de carne y leche). • Disminución de la producción de papa en la costa y sierra, por altas temperaturas y exceso de humedad. • En algunos cultivos, el ciclo vegetativo se acorta; ausencia de inducción floral. • Destrucción de infraestructura de saneamiento básico. • Incremento de enfermedades como el cólera, la malaria, infecciones estomacales, conjuntivitis.

	<ul style="list-style-type: none"> • Desplazamiento y profundización de cardúmenes de anchoveta, que no puede ser compensada con la presencia de nuevas especies.
--	--

Fuente: SENAMHI

4.3 Antecedentes históricos del Fenómeno El Niño

Hasta mediados del siglo XX poco se conocía acerca de las condiciones que dominaban durante los años del fenómeno El Niño en el Océano Pacífico Tropical. Los meteorólogos no tenían argumentos suficientes para creer que esa débil corriente costera de aguas cálidas que anualmente se desplaza al sur a lo largo de la costa de Ecuador y Perú alrededor de la Navidad y que se denominó originalmente El Niño tuviera algo en especial, aparte de ser una componente de la variabilidad climática anual. El evento clave que cambió este panorama ocurrió durante la celebración del año Geofísico Internacional entre 1957-1958. Las nuevas observaciones llevadas a cabo durante este período revelaron un importante calentamiento del océano que se extendió desde la costa occidental de Sur América hacia el oeste y a lo largo del océano Pacífico Ecuatorial. Dichas investigaciones aclararon las posibles causas del comportamiento climático de ese año.

Por todo el mundo: inundaciones, sequías, incendios forestales han causado enfermedades, hambruna además de daños en la agricultura, propiedad y el ambiente. Muchas personas asocian estos efectos al Fenómeno del Niño.

El Niño, en uno de sus periodos de mayor intensidad (1982-1983), logró mostrar marcados contrastes en diversas regiones en el mundo. Mientras que en India, Indonesia, Malasia y Australia la sequía estuvo generalizada; Ecuador y Perú presenciaron una de las peores inundaciones que causaron pérdidas cerca de 2000 millones de dólares, según informan los reportes de la Comisión Económica para América Latina (CEPAL).

Dado que estas crisis generan oportunidades de investigación, los países vulnerables decidieron en 1984 invertir en planes de mitigación especialmente en la salud. Los Proyectos de mejoramiento de condiciones sanitarias recibieron mayor atención en países como: Bolivia, Ecuador, Perú entre otros, con inversiones que ascendían a 4, 1 y 4 millones de dólares respectivamente.

Puesto que este fenómeno climatológico ha desencadenado una serie de impactos a escala mundial, es importante conocer acerca de él, las condiciones para su formación y su incidencia en uno de los aspectos más relevantes: el Económico.

4.4 Como se produce el Fenómeno “El Niño”

4.4.1 Condiciones normales

El nivel del mar en el Pacífico occidental es más alto en algunos centímetros que en el lado oriental de la cuenca debido a los fuertes vientos alisios que soplan hacia el occidente en la superficie del océano a su vez de empujar el agua hacia el lado occidental. La gran masa de agua cálida en la parte occidental es una fuente importante de calor que calienta la atmósfera sobre ella. Este calentamiento hace que el aire se eleve (convección) lo que a su vez produce nubes que generan lluvia.

Figura 19. Vientos superficiales en condiciones normales

En la Figura observamos cómo El Niño predispone la distribución de la precipitación pluvial en el Pacífico ecuatorial. Durante los años normales el afloramiento inducido por los vientos superficiales del este a lo largo del ecuador (flecha) mantiene frías las aguas superficiales del Pacífico central (azul). Las fuertes precipitaciones quedan confinadas a las aguas calientes (rojo) que rodean Indonesia en el oeste del Pacífico.

4.4.2 Condiciones de El Niño

Durante un ENOS, la circulación de Walter se modifica en forma importante. Los vientos de superficie se debilitan o invierten. Esto permite que la masa de agua cálida del oeste se extienda hacia el este. El nivel del mar en el oeste disminuye y comienza a aumentar en el este. Con la disminución de los vientos alisios las aguas superficiales del Pacífico central y oriental se hacen más cálidas. La profundidad de la termoclina también comienza a cambiar profundizándose en el Pacífico oriental. Las nubes aumentan en el Pacífico central y oriental.

Figura 20. Vientos superficiales en condiciones de El Niño

En la Figura observamos cómo durante El Niño los vientos superficiales del este se debilitan y retraen el Pacífico oriental, permitiendo de esta manera el calentamiento de las aguas del Pacífico central y la migración de las lluvias hacia el este.

4.5 Desastres del Fenómeno "El Niño"

Según el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), define a los desastres como:

"Conjunto de daños y pérdidas, en la salud, fuentes de sustento, hábitat físico, infraestructura, actividad económica y medio ambiente, que ocurre a consecuencia del impacto de un peligro o amenaza cuya intensidad genera graves alteraciones en el funcionamiento de las unidades sociales, sobrepasando la capacidad de respuesta local para atender eficazmente sus consecuencias, pudiendo ser de origen natural o inducido por la acción humana".

El Fenómeno "El niño" incrementa la probabilidad de fenómenos meteorológicos extremos y se asocia a desastres naturales como lluvias torrenciales, tormentas, incremento de la descarga de los ríos, inundaciones, formación y reactivación de quebradas, huracanes, tifones, ciclones y sequías.

Para el CENEPRED, los desastres naturales que ocasiona el Fenómeno "El Niño" en el Perú son las siguientes: lluvias intensas, inundaciones, sequías y erosión de suelos.

4.5.1 Lluvias Intensas

Es la precipitación de agua que cae a la tierra desde las nubes, que son concentraciones de vapor de agua compuestas de diminutas gotas, que al condensarse forman otras más grandes que se precipitan sobre la tierra. La lluvia es más habitual en las zonas húmedas como son por ejemplo las zonas tropicales.

4.5.2 Inundaciones

Las inundaciones se producen cuando las lluvias intensas o continuas sobrepasan la capacidad de campo del suelo, el volumen máximo de transporte del río es superado y el cauce principal se desborda e inunda los terrenos circundantes.

Las inundaciones pueden clasificarse: Por su duración y origen.

a) **Por su duración**

- **Inundaciones dinámicas o rápidas:** Se producen en ríos cuyas cuencas presentan fuertes pendientes, por efecto de las lluvias intensas. Las crecidas de los ríos son repentinas y de corta duración. Son las que producen los mayores daños en la población e infraestructura, debido a que el tiempo de reacción es casi nulo. Por ejemplo: los ríos de la cuenca del Océano Pacífico (La Leche, Tumbes, etc.).
- **Inundaciones estáticas o lentas:** Generalmente se producen cuando las lluvias son persistentes y generalizadas, producen un aumento paulatino del caudal del río hasta superar su capacidad máxima de transporte, por lo que el río se desborda, inundando áreas planas cercanas al mismo.

b) **Según su origen**

- **Inundaciones pluviales:** Se produce por la acumulación de agua de lluvia en un determinado lugar o área geográfica sin que este fenómeno coincida necesariamente con el desbordamiento de un cauce fluvial. Este tipo de inundación se genera tras un régimen de lluvias intensas persistentes, es decir, por la concentración de un elevado volumen de lluvia en un intervalo de tiempo muy breve o por la incidencia de una precipitación moderada y persistente durante un amplio período de tiempo sobre un suelo poco permeable.
- **Inundaciones fluviales:** Causadas por el desbordamiento de los ríos y los arroyos. Es atribuida al aumento brusco del volumen de agua más allá de lo que un lecho o cauce es capaz de transportar sin desbordarse, durante lo que se denomina crecida (consecuencia del exceso de lluvias).

4.5.3 Sequías

Corresponde a una “situación de déficit de agua suficiente para afectar adversamente a la vegetación, fauna, ser humano y actividades en un área determinada”. La Organización

Meteorológica Mundial, en su vocabulario meteorológico internacional, define a la sequía como: “Periodo de tiempo con condiciones meteorológicas anormalmente secas, suficientemente prolongado como para que la falta de precipitación cause un grave desequilibrio hidrológico.

4.5.4 Erosión de suelos

Es un proceso natural de movimiento de las partículas del suelo de un sitio a otro principalmente por medio de la acción del agua o del viento, los que afectan la heredabilidad o vulnerabilidad de los factores condicionantes.

4.6 Fenómeno “El Niño” en el Perú

En el periodo del año 1578 al 2017, el FEN se presentó 44 ocasiones en el Perú, de los cuales 8 han sido de carácter extraordinario, y según la publicación titulada el “Fenómeno El Niño en el Perú en 1578 y el Pago de Impuestos” realizada por el Ingeniero Arturo Rocha Felices, el Primer Mega Niño ocurrió en el Perú en el año 1578; así mismo existen distintas investigaciones en los que se menciona la ocurrencia de 5 niños de nivel fuerte que ocurrieron en el Perú antes de los ocurridos en los años 1982-83 y 1997-98.

Figura 21. Intensidad del Fenómeno el Niño en el Perú entre los años 1578-2017

Débil	Moderado	Fuerte	Extraordinario
Total de casos			
17	14	5	8
1952	1932	1933	1578
1953	1939	1941	1720
1958	1943	1957	1878
1969	1951 - 1951	1965	1891
1976	1994-1995	1972	1925
1977	1969 -1969		1982-82
1993	1986 -1987		1997-98
1994	1991-1992		2017: Niño Costero
2002	1994-1995		
2003	2002-2003		
2004	2006 - 2007		
2008	2009 - 2010		
2009	2011		
2013	2012		
2014			
2015			
2016			

Figura 22. Intensidad del Fenómeno el Niño en el Perú entre los años 1578-2017

4.7 Gestión de Riesgo

Existen diversas definiciones sobre la gestión de riesgo, una de ellas es la formulada en la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas y la define como:

“El manejo sistemático de decisiones administrativas, de organización, de capacidad técnica y de responsabilidades para la aplicación de políticas, estrategias y acciones para la reducción de riesgos ante desastres”

En otras palabras, la Gestión de Riesgo es un conjunto de conocimientos, medidas, acciones y procedimientos que, juntamente con el uso racional de recursos humanos y materiales, se orientan al planeamiento, organización, dirección y control de actividades relacionadas con:

- La prevención y la estimación del riesgo (identificación del peligro, el análisis de la vulnerabilidad y el cálculo del Riesgo).
- La reducción de riesgos (prevención específica, preparación y educación).
- La respuesta ante las emergencias (atención propiamente dicha, evaluación de daños y rehabilitación).
- La reconstrucción

Estas acciones están dirigidas para reducir y prevenir condiciones que lleven a la realización de un desastre.

El producto de la reducción del riesgo está formado por medidas estructurales y/o no estructurales implementadas para mitigar y/o reducir el riesgo ante un fenómeno natural o inducido por acción humana.

Según el World Institute for Disaster Risk Management (DRM), hay distintas maneras de manejar los riesgos frente a amenazas naturales:

- a) Medidas de planificación para el uso de la tierra (tratar de excluir zonas peligrosas de aquellas que se encuentren disponibles para uso del suelo).
- b) Medidas preventivas, de emergencia y de recuperación o rehabilitación.
- c) Reconocimiento y aceptación del riesgo (el desarrollo de responsabilidades individuales y de la población frente a los desastres naturales).

Los elementos clave de la gestión del riesgo se divide en dos fases: un pre-desastre y otro pos-desastre.

La fase pre-desastre incluye:

- Identificación del riesgo
- Mitigación del riesgo
- Transferencia de riesgo
- Prevención.

La fase pos-desastre incluye:

- Respuesta a la emergencia,
- Rehabilitación o recuperación
- Reconstrucción

Una gestión integral del riesgo a desastres comprendería esos siete elementos mencionados que componen las dos fases.

4.7.1 Entidades Públicas Conformantes del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD)

Las entidades conformantes del SINAGERD usuarias del PLANAGERD 2014 - 2021 y responsables de su aplicación, monitoreo, seguimiento y evaluación en los tres niveles de gobierno son 1,934, de los cuales 1838 corresponden a los gobiernos locales (195 provincias y 1643 distritos), 25 a los gobiernos regionales y 19 ministerios, con sus 52 organismos públicos. Adicionalmente existe 39 autoridades del poder ejecutivo, de las cuales, 28 son empresas públicas y 11 organismos institucionales autónomos.

ENTIDADES CONFORMANTES DEL SINAGERD	CANTIDAD
MINISTERIOS	19
ORGANISMOS PÚBLICOS - OPs	52
GOBIERNO REGIONAL	25
GOBIERNO LOCAL Municipalidad Provincial: 195 Municipalidad Distrital (1): 1643	1838
TOTAL	1934

Figura 23. Entidades conformantes de SINAGERD

Fuente: INEI

4.7.2 Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED)

El CENEPRED es un organismo público que elabora normas en los procesos de estimación, prevención y reducción del riesgo de desastres, con la finalidad de proteger la vida y patrimonio de las personas y del Estado.

Una de las funciones de este organismo, es de proponer la Política y el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres. Asimismo, impulsa y facilita la elaboración de otros instrumentos, como la elaboración de planes de prevención y reducción del riesgo de desastres.

4.7.3 Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI)

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI) es el órgano público responsable de conducir las actividades meteorológicas, hidrológicas, agro meteorológicas y ambientales del país; participa en la vigilancia atmosférica mundial y presta servicios especializados, para contribuir al desarrollo sostenible, la seguridad y el

bienestar nacional. Los servicios incluyen el procesamiento y divulgación de información, desarrollo de estudios técnicos e investigaciones, elaboración de pronósticos meteorológicos y vigilancia atmosférica, asesoramiento técnico a instituciones públicas y privadas, entre otras funciones.

Actualmente, el SENAMHI lidera proyectos relacionados con el cambio climático en el país, entre éstos destacan: estudio del Ciclo Hidrológico en cuencas con glaciares y el cambio climático; análisis de la disponibilidad energética solar en el país; y desarrollo de sistemas de información y procesamiento de datos climáticos.

4.8 Las Tecnologías de la Información y las comunicaciones (TIC)

En la última década, las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) han tenido un gran aporte dentro de la Gestión de Riesgo y Desastre. Las oportunidades que brindan las TIC dan solución a las necesidades que requieren las situaciones de emergencias durante los desastres naturales. Gracias a ellas, es más eficiente difundir información sobre riesgos, amenazas y vulnerabilidades, emitiendo alertas que salven a las personas en peligro por la acción de los desastres naturales. Lastimosamente, existen países que no cuentan con suficientes recursos económicos como para apoyarse de la tecnología, ya que poseen un alto índice de pobreza. Estos países, ni siquiera disponen de infraestructura básica de comunicación, por lo que el impacto de los desastres trae consigo grandes consecuencias sociales y económicas.

A continuación, se habla de los grupos tecnológicos de cómo se atiende los desastres naturales utilizando tecnología.

4.8.1 Detección de desastres

El planeta tierra presenta muy a menudo anomalías ambientales que, en algunas ocasiones, denotan la cercanía o la creación de un fenómeno natural. Por lo que, en estos casos, es necesario disponer de información continuamente en tiempo real, para poder tomar decisiones oportunas en la atención de estas amenazas.

Las tecnologías de monitoreo en tiempo en tiempo real son reconocidas en todo el mundo como instrumentos indispensables en la reducción del impacto de los desastres naturales. En este ámbito destacan los sensores.

4.8.2 Alertar a la población

Comunicar a la población luego de una detección temprana de un desastre natural es indispensable. En este sentido, las tecnologías de comunicación resultan esenciales en la planificación de la respuesta ante un riesgo de desastre. Los sistemas de aviso telefónico masivo a la población comprenden una solución en aquellas situaciones que requieren una rápida respuesta. Sin embargo, los elevados índices de utilización de la telefonía móvil han impulsado la definición de sistemas de alerta mediante emails y/o redes sociales.

4.8.3 Información en tiempo real

Luego de conocerse la existencia de una emergencia, las personas necesitan un medio por cual deben de mantenerse informadas. El concepto de la información en tiempo real implica tener la certeza de contar con toda la datos estructurados y no estructurados, que sea relevante y actual al momento de mostrarlo hacia las personas; ya que esta información guiará y dará certidumbre al ciudadano de lo que está pasando. En este ámbito los portales web en la red con información online sobre las emergencias más relevantes a nivel mundial tienen una gran intervención; entre ellos, cabe destacar Alertmap, una web que, de forma interactiva, documenta en tiempo real las emergencias más significativas del planeta.

4.8.4 Disponibilidad de las comunicaciones

Muchos desastres naturales dañan las infraestructuras terrestres de telecomunicaciones y dejan a las zonas afectadas incomunicadas en los primeros momentos y hacen tardar las operaciones de rescate. En este sentido, existen tecnologías que responden de forma decisiva en los momentos más críticos de una catástrofe, fundamentalmente en aquellas áreas geográficas carentes de redes de telecomunicaciones terrestres operativas. Las tecnologías inalámbricas como la de Wi-Fi, se perfilan como soluciones tecnológicas a las necesidades temporales de comunicación en aquellas zonas afectadas por los desastres naturales.

4.8.5 Coordinación y Actuación

Luego de un desastre natural y recopilar información exacta de las áreas afectadas, se necesitan tecnologías que puedan aportar en las tareas de rescate y reconstrucción.

4.9 LoRa

LoRa es una tecnología inalámbrica al igual que Wi-Fi, Bluetooth, LTE, SigFox o Zigbee. LoRa utiliza un tipo de modulación en radiofrecuencia, como la AM o la FM o el PSK; pero patentado por Semtech una importante empresa fabricante de chips de radio.

Esta tecnología de modulación se llama Chirp Spread Spectrum, o CSS, y se usa en comunicaciones militares y espaciales desde hace décadas. La gran ventaja de la misma es que puede lograr comunicaciones a largas distancias (típicamente kilómetros) y tiene gran solidez frente a las interferencias.

Entre las principales ventajas de LoRa se encuentran las siguientes:

- Alta tolerancia a las interferencias
- Alta sensibilidad para recibir datos (-168dB)
- Basado en modulación “chirp”
- Bajo Consumo (hasta 10 años con una batería*)
- Largo alcance 10 a 20km
- Baja transferencia de datos (hasta 255 bytes)
- Conexión punto a punto
- Frecuencias de trabajo: 868 Mhz en Europa, 915 Mhz en América, y 433 Mhz en Asia

Todo esto hace que ésta sea una tecnología ideal para conexiones a grandes distancias y para redes de IoT en las que se necesiten sensores que no dispongan de corriente eléctrica de red. Por ello, tiene grandes posibilidades de aplicación para Smart Cities o ciudades inteligentes, lugares con poca cobertura celular como por ejemplo aplicaciones agrícolas o ganaderas en el campo, o para construir redes privadas de sensores y/o actuadores.

Figura 24. LoRa

4.10 Cloud Computing

Cloud Computing es adopción de la virtualización, la arquitectura orientada a servicios y utilidad de cómputo. La idea es que los usuarios finales no requieran conocimientos ni control sobre la infraestructura. El concepto básico de Cloud Computing se le atribuye a John McCarthy, quien el 1961 fue el primer hombre en proponer que la tecnología de tiempo compartido de las computadoras podría conducir a un futuro donde el poder de cómputo o las aplicaciones podrían venderse como servicio. Con el tiempo diversas empresas como salesforce y Amazon brindaban ya servicios del tipo, en el año 2006, apareció Google Docs, que realmente trajo el Cloud Computing a la vanguardia de la consciencia del público. Fue entonces cuando empresa como IBM, Microsoft, Apple, entre otras entraron a brindar estos modelos de servicios. Actualmente se sabe que algunos de estos proveedores, ya sea por fallas en la infraestructura o vulnerabilidades, que no son 100% confiables.

La computación en la nube se ha acuñado como un término para describir una categoría de sofisticados servicios informáticos inicialmente ofrecidos por proveedores comerciales, como Amazon, Google, Microsoft, IBM, entre otros. Denota un modelo de infraestructura informática, desde la cual las empresas y usuarios acceden a aplicaciones desde cualquier parte del mundo. El principio principal detrás de este modelo es ofrecer computación, almacenamiento y software como un servicio. El concepto básico de Cloud Computing se le atribuye a John McCarthy, quien el 1961 fue el primer hombre en proponer que la tecnología de tiempo compartido de las computadoras podría conducir a un futuro donde el poder de cómputo o las aplicaciones podrían venderse como servicio.

Vaquero et al. mencionan que "las nubes son un gran grupo de recursos virtualizados fácilmente utilizables y accesibles (como hardware, plataformas de desarrollo y / o servicios). Estos recursos se pueden reconfigurar dinámicamente para ajustarse a una carga variable (escala), lo que permite también una utilización óptima de los recursos. Este grupo de recursos se explota generalmente mediante un modelo de pago por uso en el que el proveedor de la infraestructura ofrece garantías mediante acuerdos de nivel de servicio personalizados".

4.11 IoT y Cloud Computing

Internet of Things (IoT) se refiere a la conexión de dispositivos a Internet. Los automóviles, los electrodomésticos de cocina e incluso los monitores cardíacos se pueden conectar a través del IoT y a medida que Internet of Things aumenta en los próximos años, más dispositivos se unirán a esa lista como la utilización de sensores que permiten la detección inalámbrica de datos en tiempo real y los transfiere al tipo especificado y facilita el reenvío los datos percibidos a través de la nube de la red a través de la conexión a Internet.

El Cloud Computing y la IoT sirven para aumentar la eficiencia en nuestras tareas cotidianas, y las dos tienen una relación complementaria. IoT genera cantidades masivas de datos, y el cloud computing proporciona una vía para que los datos viajen a su destino.

A continuación, se muestra alguna de las arquitecturas de diferentes proveedores:

4.11.1 AWS IoT

En la Figura 25, se muestra la arquitectura de Amazon Web Services IoT (AWS IoT) y su mapeo en la arquitectura tradicional de IoT. AWS IoT es una plataforma en la nube administrada para el IoT, que persigue el concepto de “Cosas” en lugar de dispositivos. Dado que AWS también usa “Cosas” en dispositivos con sensores y actuadores integrados, el componente “Cosas” se ha cubierto por los componentes tradicionales de Dispositivo, Sensor y Actuador. Además, un componente Gateway no está representado dentro de la arquitectura, pero siguiendo la documentación de AWS IoT, se encuentra entre los componentes de Things y Message Broker. Message Broker, Thing Shadows, Thing Registry, Rules Engine y los componentes Security & Identity proporcionan la funcionalidad principal de la plataforma. Por lo tanto, representan el componente Middleware de integración de IoT de nuestra arquitectura tradicional IoT. El componente Aplicación encapsula los servicios de procesamiento de datos ya integrados, como AWS Lambda o Amazon Kinesis, y, adicionalmente, el componente IoT Applications, que permite la conexión de más aplicaciones. A pesar de que AWS sigue un concepto diferente de dispositivos, sigue siendo apropiado para nuestra definición de los componentes.

Figura 25. AWS IoT

4.11.2 Watson IBM IoT

En la Figura 26 se muestra la arquitectura de Watson IoT Platform basada en la nube de IBM. Dentro de la figura, Dispositivos, Sensores y Actuadores no están representados. Dado que el componente Connect se ocupa de la conexión de los dispositivos a la plataforma, los componentes del dispositivo, el sensor y el actuador de nuestra terminología cubren parcialmente el componente Connect. El componente Connect es responsable de la traducción de mensajes correspondiente, por lo tanto, está incluido en nuestro en el componente Gateway. El componente de servicios basados en estándares abiertos de Bluemix y el componente de implementación flexible forman la base de la plataforma. Los componentes de IOT Industry Solutions y aplicaciones de terceros están abarcados por nuestro componente Aplicación, ya que permiten la conexión de más aplicaciones. Con respecto a la plataforma IoT de IBM Watson, nuestra terminología de IoT se puede mapear en ella. Aunque los componentes Dispositivo, Sensor, Actuador y Puerta de enlace no están representados en particular, forman parte del componente Conectar.

Figura 26. Watson IBM IoT

4.11.3 Microsoft Azure IoT

Azure IoT es un servicio gestionado en la nube, la propuesta de Microsoft usa muchos de sus servicios en su plataforma Azure. Su arquitectura IoT se muestran en la Figura 27. El componente principal es el IoT Hub, donde se conectan todos los componentes restantes. Dado que Microsoft solo se separa entre dispositivos con capacidad de IP y red de área personal (PAN), esos mapas se asignan en los componentes de Dispositivo, Sensor y Actuador. No se distingue aún más entre Dispositivos, Sensores y Actuadores, pero esto sigue siendo apropiado para la definición de los componentes de arquitectura tradicional de IoT.

Figura 27. Microsoft Azure IoT

4.12 Plataformas IoT

Existen multitud de plataformas y fabricantes relacionados con el internet de las cosas y las redes de sensores. A continuación, se habla solo de algunas de las muchas posibilidades disponibles en el mercado.

4.12.1 Arduino

Arduino es una plataforma open source centrada en el desarrollo de productos electrónicos, orientada a la experimentación por parte de todo tipo de usuarios, desde los más inexpertos a grandes programadores. Sus placas, fáciles de programar y de bajo coste, ofrecen un amplio abanico de posibilidades. Desarrolla varios tipos de placa con distintas características en función de las necesidades del usuario. Cada una de ellas son configurables y adaptables gracias a la multitud de módulos y elementos que pueden conectarse para ofrecer funcionalidades extra, orientadas tanto a desarrollos para principiantes, el internet de las cosas o wearables. Además, al tratarse de un hardware libre, todos sus diseños están disponibles y pueden reutilizarse, e incluso mejorarse.

Figura 28. Arduino

4.12.2 Libelium

Libelium es un proveedor español de plataformas de red de sensores inalámbricos que ofrece dispositivos de consumo de bajo consumo open source que son fáciles de programar e implementar para las soluciones Smart Cities y una amplia gama de proyectos de IoT. Libelium diseña y desarrolla un router propio multiprotocolo, el único de su clase que reúne las tecnologías WiFi, ZigBee, GPRS, Bluetooth y GPS en una sola máquina, por lo que ofrece una gran variedad de posibilidades de comunicación.

Figura 29. Libelium

CAPÍTULO 5: DESARROLLO DEL PROYECTO

En este capítulo, se explicará a detalle el trabajo realizado durante el desarrollo del proyecto con la finalidad de plantear un catálogo de soluciones Tecnológicas para la Atención de Desastres Naturales del Fenómeno “El Niño”, incluyendo, el costo estimado de implementación.

5.1 Identificación de Emergencias

Según la base de datos disponible del Registro de Emergencias y Peligros (REMPE) de INDECI, en el periodo de enero del 2010 a diciembre del 2017, los desastres que tuvieron mayor impacto en la población fueron las precipitaciones (lluvias), inundaciones y huaicos; responsables de aproximadamente el 95% de la población damnificada registrada durante esos años. Sin embargo, eventos como incendios urbanos, vientos fuertes y heladas generaron también un importante número de población afectada (alrededor de 460 mil damnificados).

Tabla 10. Emergencias ocurridas en el Perú por tipo de Fenómeno según daños Personales del 01/01/2010 al 31/12/2017

Emergencias ocurridas en el Perú por tipo de Fenómeno según daños Personales del 01/01/2010 al 31/12/2017						
Fenómeno	Total de Emergencias	Daños				
		Personales				
		Damnificados	Afectados	Desaparecidos	Heridos	Fallecidos
Precipitaciones - Lluvia	11938	454968	1258639	20	123	63
Incendio Urbano	8169	368109	2600980	43	457	206
Vientos Fuertes	4467	130552	61507	45	1492	411
Helada	3872	63309	14654	12	501	209
Inundación	1863	35133	221088	13	278	77
Deslizamiento	1298	34534	116034	3	131	18
Huaico	1015	32762	309940	0	0	0
Sequia	993	22656	71763	46	375	143
Precipitaciones – Granizo	982	15902	150443	0	13	9
Incendio Forestal	816	15888	51245	0	218	17
Derrumbe	680	10478	2988812	0	0	36
Precipitaciones – Nevada	645	10209	473666	0	8	3
Plagas	268	8061	158845	0	0	6
Sismos	258	6203	323485	3	4	53

Por otro lado, el desastre natural que tuvo mayor impacto en pérdidas materiales fue las precipitaciones con un saldo de 48622 edificaciones destruidas seguido de los incendios, vientos y heladas.

Tabla 11. Emergencias ocurridas en el Perú por tipo de Fenómeno según daños materiales del 01/01/2010 al 31/12/2017

Emergencias ocurridas en el Perú por tipo de Fenómeno según daños materiales del 01/01/2010 al 31/12/2017									
Fenómeno	Total de Emergencias	Daños							
		VIVIENDAS		CENTROS EDUCATIVOS		CENTROS DE SALUD		HECTÁREAS DE CULTIVO	
		Destruídas	Afectadas	Destruídos	Afectados	Destruídos	Afectados	Destruídos	Afectados
Precipitaciones – Lluvia	11938	48242	530555	341	5653	39	1709	54122	133318
Incendio Urbano	8169	30465	20446	16	10	0	4	0	854
Vientos Fuertes	4467	23256	308423	59	4206	6	358	90574	109895
Helada	3872	9865	3093	33	27	3	0	95	105
Inundación	1863	4039	30379	21	306	5	83	3978	13574
Deslizamiento	1298	3775	24835.2	49	514	0	39	3554	3430
Huaico	1015	2403	10362	15	122	8	38	2013	5946
Sequia	993	1818	2298	24	20	1	4	98	13550
Precipitaciones – Granizo	982	1464	17428	12	245	1	58	7891	34134
Incendio Forestal	816	972	13079	14	274	0	49	2	2153
Derrumbe	680	820	24890	3	893	0	52	2524	19688
Precipitaciones – Nevada	645	225	23832	4	109	0	18	53863	302523
Plagas	268	0	1163	0	0	0	0	698930	262110
Sismos	258	0	677	0	2	0	0	170	3198

5.2 Priorización de Desastres Naturales

El análisis para la priorización de los desastres naturales se basó en la tabla Emergencias ocurridas en el Perú por tipo de Fenómeno según daños del 01/01/2010 al 31/12/2017. Para ello se analizaron datos como la probabilidad de ocurrencia según el número de emergencias registradas y el impacto medido según el número de personas afectadas por cada emergencia.

Sobre la base de esta información se determinaron los principales desastres naturales que tienen mayor impacto en el Perú, se utilizó el diagrama de Pareto.

Figura 30. Diagrama de Pareto de las Emergencias ocurridas en el Perú por tipo de Fenómeno según daños 2010 y 2017

Según este resultado, podemos observar que los Fenómenos de Helada, Lluvias Intensas e inundaciones representan en el 77 % del total de personas afectada entre los años 2010 y 2017, aproximadamente.

Por el Principio de Pareto, concluimos que: La mayor parte de personas afectadas en el Perú pertenece sólo a 3 tipos de desastres naturales, de manera que si se mitiga el impacto de estos desastres podría reducir el número de afectados.

Debido a que el objetivo de este proyecto es proponer soluciones tecnológicas para atender los desastres naturales del fenómeno “El Niño” y que el impacto de las lluvias intensas provoca inundaciones y huaicos, en este sentido, los desastres naturales priorizados son las lluvias intensas, inundaciones y huaicos.

Sobre la base de información analizada de los datos de probabilidad de ocurrencia según el número de emergencias registradas y el impacto medido según el número de personas afectadas por cada emergencia de determino que las lluvias intensas son prioridad de

atender, ya que como se mencionó anteriormente, este origina la iniciación de las inundaciones y huaicos. Según esta información, se diseñó un mapa de calor para identificar y priorizar los riesgos de estos desastres asociados a las personas afectadas.

Constante				Lluvias intensas	
Moderado					
Ocasional					Inundaciones
Posible		Huaicos			
Improbable					
	Insignificante	Menor	Crítica	Mayor	Catastrófico

Figura 31. Mapa de calor de los riesgos de desastres

5.3 Listado de Soluciones TIC por Ámbito

Cada desastre natural requiere una solución TIC diferente en función de su estado actual con relación a las TIC y su estrategia de uso de estas. Para ello, el catálogo dispone de cuatro ámbitos que proporcionan diferentes soluciones TIC para la atención de desastres naturales del Fenómeno “El Niño”. A continuación, se muestra la estructura:

A. Soluciones tecnológicas para la detección de desastres naturales y alerta de la población

Este segmento de soluciones está orientado a monitorear en tiempo real las principales áreas donde existe peligro de formarse un desastre natural, detectar el inicio de una de estas para luego inmediatamente alertar a la población.

B. Soluciones tecnológicas para proporcionar información en tiempo real

Luego de conocerse la existencia de una emergencia (desastre natural), las personas necesitan un medio por cual deben de mantenerse informadas. Por lo tanto, este

segmento está orientado a soluciones tecnológicas donde las personas puedan manifestar una emergencia e informar en tiempo real acontecimientos que existen durante y después de un desastre natural.

C. Soluciones tecnológicas para la disponibilidad de las comunicaciones

Muchos desastres naturales dañan las infraestructuras terrestres de telecomunicaciones y dejan a las zonas afectadas incomunicadas en los primeros momentos y hacen tardar las operaciones de rescate. En este sentido, el segmento mencionado está orientado a tecnologías que mantengan la disponibilidad de internet en el área de emergencia específica.

D. Soluciones tecnológicas para el rescate de la población

Luego de un desastre natural y recopilar información exacta de las áreas afectadas, se necesitan tecnologías que puedan aportar en las tareas de rescate y reconstrucción. Por tanto, este segmento está orientado a soluciones que ayuden al rescate de las personas en peligro.

Habiendo mencionado los segmentos en los que se ha segmentado las soluciones tecnológicas diseñadas. A continuación, se presentan las soluciones diseñadas según su segmento y alcance:

Tabla 12. Soluciones Tecnológicas diseñadas según su segmento

Segmento	Solución Tecnológica	Descripción	Alcance
Detección y Alerta	Sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando radares.	Esta solución tecnológica es un sistema de alerta temprana que utiliza radares para determinar el nivel de agua del río.	Inundación
	Sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando sensores de ultrasonido.	Esta solución tecnológica es un sistema de alerta temprana que utiliza sensores de ultrasonido para determinar el nivel de agua del río.	Inundación
	Sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río usando sensores de presión.	Esta solución tecnológica es un sistema de alerta temprana que utiliza sensores de presión sumergidos en el agua para determinar el nivel de agua del río.	Inundación

	Sistema para el monitoreo de inundaciones utilizando drones.	Esta solución tecnológica ha diseñado para monitorear los ríos en estado de desbordamiento y futuras inundaciones, con el fin de informar a las entidades pertinentes y población sobre el estado actual de las inundaciones.	Inundación
	Sistema para la detección y alerta de huaicos utilizando sensores de desplazamiento lineal.	Esta solución tecnológica se ha diseñado para monitorear el desplazamiento lineal del suelo y alertar en caso este alcance valores irregulares con el fin de mitigar riesgos ante deslizamientos de tierra o huaicos.	Huaico
	Sistema para la detección y alerta de huaicos utilizando sensores de humedad de suelo.	Esta solución tecnológica se ha diseñado para monitorear la humedad del suelo y alertar en caso este alcance valores irregulares con el fin de mitigar riesgos ante deslizamientos de tierra o huaicos.	Huaico
	Sistema para la detección y alerta de huaicos utilizando sensores de detección de grietas	Esta solución tecnológica se ha diseñado para la detección de presencia de grietas en el suelo con el fin de mitigar riesgos ante deslizamientos de tierra o huaicos.	Huaico
	Sistema para la detección y alerta de Huaicos utilizando radares.	Esta solución tecnológica es un sistema de detección automática de Huaicos con tecnología radar. Está diseñado para alertar a las personas cercanas al cerro, la venida de un Huaico.	Huaico
	Sistema de monitoreo y alerta de lluvias	Esta solución tecnológica se ha diseñado para el monitoreo de las lluvias con el fin de alertar la intensidad de las lluvias.	Lluvias Intensas
	Sistema para el monitoreo y alerta de Viento	Sistema de monitoreo de viento para el pronóstico de lluvias y movimiento de nubes.	Lluvias Intensas
	Sistema para el monitoreo y alerta ambiental	Esta solución tecnológica se ha diseñado para el monitoreo de los principales elementos climatológicos con el fin de determinar la evaporación de las aguas.	Lluvias Intensas

Información en Tiempo Real	Sistema para la detección de personas en estado de emergencias utilizando datos de Twitter.	Plataforma de Big Data que puede alimentar aplicaciones y servicios de detección y gestión de crisis combinando datos heterogéneos de varias fuentes de datos de Twitter.	Inundación , Huaico y Lluvias intensas
	Sistema para la detección de personas en estado de emergencias utilizando datos de Facebook.	Plataforma de Big Data que puede alimentar aplicaciones y servicios de detección y gestión de crisis combinando datos heterogéneos de varias fuentes de datos de Facebook.	Inundación , Huaico y Lluvias intensas
	Sistema para detección de personas en estado de emergencia utilizando el procesamiento de lenguaje natural en Twitter	Esta solución tecnológica se ha diseñado para el monitoreo de desastres naturales ocasionados por el fenómeno del niño mediante la red social Twitter para brindar información en tiempo real en cuanto al desarrollo de estos desastres naturales.	Inundación , Huaico y Lluvias intensas
Disponibilidad de la Comunicación	Sistema de conexión a internet utilizando globos aerostáticos	Este sistema es una red inalámbrica inflada en el área del desastre para cubrir refugios o áreas de comunicación interrumpidas, brindando conectividad inalámbrica LTE asegurando rápidamente la comunicación.	Inundación , Huaico y Lluvias intensas
	Sistema de conexión a internet utilizando TV UHF	Proporciona acceso a internet a través de canales de TV no utilizados.	Inundación , Huaico y Lluvias intensas
	Sistema de conexión a internet utilizando drones	Proporciona acceso a internet utilizando drones, para crear una red inalámbrica aérea de velocidad de 4G.	Inundación , Huaico y Lluvias intensas
Rescate de Personas	Sistema para la detección de personas bajo escombros utilizando FINDER	Es un sistema de sensores microondas de baja potencia para detectar pequeños movimientos, desde la respiración hasta el latido del corazón de una víctima enterrada debajo de escombros.	Inundación , Huaico y Lluvias intensas

5.4 Soluciones tecnológicas Propuestas

A continuación, se detalla cada solución tecnológica diseñada:

5.4.1 Sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando radares

Arquitectura Física:

Figura 32. Arquitectura del sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando radares

Descripción:

Esta solución tecnológica ha sido diseñada para monitorear en tiempo real parámetros del nivel de agua que posea el caudal de un río que influyen en la detección del nivel de peligrosidad de inundaciones, producto del desbordamiento de los ríos; y también, alertar a la población cercana cuando el río alcance niveles de riesgo de desbordamiento. Entre los requerimientos de esta solución están el ser integrada a una red de sensores inalámbricos y ser autónoma.

Funcionalidad:

- La solución tecnológica se compone de diversos dispositivos físicos, softwares y aplicaciones asociadas.
- Permite monitorear en tiempo real el nivel de agua en el río.
- Permite analizar de manera rápida la información proporcionada por los sensores para generar las acciones de control pertinentes.
- Envía por SMS un aviso de alerta cuando el río esté a punto de desbordarse a la población de la localidad cercana al río.

Beneficio:

- Con este sistema se puede conocer en todo momento el estado del nivel del río.
- Permite alertar de manera rápida a la población cercana al río, cuando el agua del río esté en peligro de desbordarse.

Funcionamiento:**Sensor OTT RLS**

El sensor por radar OTT RLS mide los niveles de agua del río, sin tener contacto físico o estar sumergido dentro del agua. Su funcionamiento se soporta en la tecnología de radar por impulsos, en la cual la antena emisora envía breves impulsos de radar y la antena receptora recibe estos impulsos reflejados en la superficie del agua y calcula a partir de ahí la distancia entre el sensor y la superficie.

LoRa 900 MHz

Para la transmisión de los datos, la red de sensores inalámbricos utiliza el protocolo de comunicación LoRa mediante el módulo de radio LoRa 900 MHz que está aplicado a todos los dispositivos Wasmote, la cual permite un alcance de hasta 30 km.

Proto Sensor 2.0

Para obtener unas medidas más exactas en las mediciones, se ha optado por usar sensores diferentes a los que desarrolla Libelium. Es por ello por lo que se emplea la placa Proto Sensor de Wasmote, diseñada para permitir la integración del microcontrolador diferentes tipos de sensores.

Wasmote

Para la captura de la información se hace uso de la plataforma Wasmote de Libelium, interactuando con el sensor radar OTT RLS y el módulo de comunicación LoRa 900 MHz. La aplicación en el Wasmote se diseñó para permitir el control de la información sensorial, administración del consumo de la energía y la transmisión inalámbrica de los datos. Esta aplicación tiene la función principal de transmitir la información sensorial por un tiempo determinado.

Meshlium

Su función es hacer de puerta de enlace de la red diseñada con Waspote. A través de esta pasarela, con la configuración adecuada, los datos recogidos serán remitidos al punto final de almacenamiento y tratamiento de la información en la nube.

Azure IoT Hub

Azure IoT Hub es una puerta de enlace a la nube de Azure. Su objetivo principal es recopilar los datos entrantes y trasladarlo a la nube de Azure. Además, es capaz de manejar el tráfico bidireccional, lo que significa que un Azure IoT Hub puede enviar datos a los dispositivos conectados dando la posibilidad de realizar un control, autenticación, autorización de dispositivos, traducción de protocolos, etc. Para la arquitectura propuesta, el IoT Hub se encargará de recopilar los datos de los sensores provenientes de la puerta de enlace de campo y trasladarlo a la nube de Azure.

SMS Alert Azure Function

Azure Function es una solución para ejecutar fácilmente pequeños fragmentos de código, en pocas palabras, es un API. Este servicio puede hacer que el desarrollo sea aún más productivo y, además, le permite utilizar el lenguaje de desarrollo que prefiera, como C#, F#, Node.js, Java o PHP. En la arquitectura propuesta, esta API se utiliza como intermediario para transformar los datos binarios procedentes de los sensores para transformarlo en formato REST. A su vez también, se utiliza como función de alerta de SMS que usará los mensajes en el service Bus Queue y los enviará como alerta a diversos usuarios.

Stream Analytics

Stream Analytics es un servicio de procesamiento de eventos que ofrece capacidades de análisis de grandes volúmenes de datos, ejecución de procesos, organización de los datos o bien análisis de tendencias, relaciones, patrones y potenciales flujos. Además, permite realizar análisis sólidos en tiempo real de los datos de dispositivos IoT y almacenar los datos en una base de datos. Para la arquitectura propuesta, se usa Stream Analytics para procesar los datos de los sensores y almacenarlos en una base de datos Azure SQL.

Cosmos DB

Azure Cosmos DB es una base de datos No SQL que proporciona acceso a información (JSON) de forma rápida, con alta disponibilidad, escalable y con replicación global. Este servicio se utiliza para el almacenamiento en ruta cálida, la cual, almacena datos que deben estar disponibles inmediatamente desde los sensores para la creación y visualización de informes, así como el dato crítico para alertar a la población.

Blob Storage

Azure Blob Storage es un sistema de almacenamiento de objetos ampliamente escalable para datos no estructurados. Este servicio será utilizado para el almacenamiento en ruta fría, la cual, almacena datos que se mantienen a largo plazo, como la data histórica que los sensores emiten.

Service Bus Queue

Service Bus Queue es un intermediario de mensajes de integración empresarial completamente gestionado. Service Bus es el más comúnmente utilizado para desacoplar aplicaciones y servicios entre sí, y es una plataforma confiable y segura para datos asincrónicos y transferencia de estado. Los datos se transfieren entre diferentes aplicaciones y servicios mediante mensajes. Para la arquitectura propuesta, el Service Bus Queue se encargará de almacenar los mensajes de alerta producto del análisis de los datos de los sensores.

Logic App – Twilio

Azure Logic App simplifica la forma en que se crea flujos de trabajo escalables automatizados que integran aplicaciones y datos a través de servicios en la nube y sistemas locales. Para la arquitectura propuesta, se hará uso de Twilio que es una API de servicio web de telefonía que le permite a utilizar las habilidades y lenguajes web existentes para crear aplicaciones de voz y SMS. Será usando en conjunto con SMS Alert Azure Function para tener la capacidad de enviar SMS a la población.

Power BI

Power BI es una solución de análisis que permite organizar y visualizar los datos. Se requiere de esta solución para la creación de dashboards para presentar y visualizar los datos recopilados por los todos los sensores de la solución tecnológica.

Costo de los dispositivos y servicios cloud

El costo aproximado de los dispositivos y servicios cloud para el sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando radares es de: \$ 5,307.83.

Tabla 13. Costo de los dispositivos y servicios cloud del sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del rio utilizando radares

Costo de los dispositivos y servicios cloud del sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del rio utilizando radares					
Dispositivos y Servicios		Unidades		Precio	Precio Total
1.					
	IoT Hub	1	Unidad	\$ 10.00	\$ 10.00
	Stream Analytics	1	Unidad	\$ 80.30	\$ 80.30
	Cosmos DB	1	Unidad	\$ 17.52	\$ 17.52
	Blob Storage	1	Unidad	\$ 3.49	\$ 3.49
	Service Bus Queue	1	Unidad	\$ 0.05	\$ 0.05
	Azure Functions	2	Unidad	\$ 13.60	\$ 27.20
	Logic Apps	1	Unidad	\$ 300.15	\$ 300.15
	Power BI	2	Unidad	\$ 9.99	\$ 19.98
	Subtotal				\$ 458.69
2.					
	Meshlium	1	Unidad	\$ 1,750.00	\$ 1,750.00
	Waspnote lora 4.5 dbi - 900 MHz	1	Unidad	\$ 204.83	\$ 204.83
	Proto Sensor 2.0	1	Unidad	\$ 280.00	\$ 280.00
	OTT RLS Sensor	1	Unidad	\$ 2,614.31	\$ 2,614.31
	SolarWorld SWA 285 - Panel Solar	1	Unidad	\$ 259.00	\$ 259.00
	Subtotal				\$ 4,849.14
Total					\$ 5,307.83

Plano de construcción

Se diseñó una torreta de 12 metros de altura, de Acero Galvanizado. Esta torreta se ubicará por encima del rio a monitorear. Los dispositivos de este sistema se ubicarán en la cima de la torreta, por prevención a robos o exposición de los dispositivos a cualquier desastre. A continuación, se muestra el detalle de los materiales y el plano de construcción:

Tabla 14. Materiales de construcción del sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando radares

Materiales	Medida
Tubo Galvanizado Rectangular	6m
Poste Acero Galvanizado	12m

Figura 33. Plano de construcción del sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando radares

Costo de implementación

Para la implementación de esta solución tecnológica se necesitará el servicio de programadores expertos en servicios cloud de Microsoft Azure y contar con el apoyo de testers que tengan una vasta experiencia en realizar las pruebas correspondientes para este tipo de soluciones tecnológicas. Además, se debe de contar con un Jefe de Proyecto, cuya

función es responsable de la planificación, el diseño y la implementación coordinada de los servicios cloud de esta solución, asegurando que el entorno sea compatible, resiliente y escalable. El desarrollo del sistema tendrá un tiempo estimado de 2 meses.

Para la construcción de la infraestructura se debe contar con un soldador, encargado de la construcción de la torreta de acero. Además, de un peón, cuya función es la construcción del cimiento de la torreta, para que se encuentre firme y estable durante su funcionamiento. Finalmente, deben ser supervisados en todo momento por un Operario, responsable del diseño y la implementación coordinada de la edificación, asegurando su óptimo funcionamiento. El tiempo estimado de construcción, tiene una duración de 10 días. A continuación, se muestra el detalle del costo de implementación:

Tabla 15. Costo de implementación para el sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del rio utilizando radares

				Unidades		Precio	Precio Total
Desarrollo de la Solución							
1.	Servicios Cloud						
		IoT Hub	1	Unidad	\$	10.00	\$ 10.00
		Stream Analytics	1	Unidad	\$	80.30	\$ 80.30
		Cosmos DB	1	Unidad	\$	736.29	\$ 736.29
		Blob Storage	1	Unidad	\$	54.75	\$ 54.75
		Service Bus Queue	1	Unidad	\$	0.05	\$ 0.05
		Azure Functions	2	Unidad	\$	13.60	\$ 13.60
		Logic Apps	1	Unidad	\$	300.15	\$ 300.15
		Power BI	2	Unidad	\$	9.99	\$ 19.98
		Subtotal					\$ 458.69
2.	Dispositivos						
		Meshlium	1	Unidad	\$	1,750.00	\$ 1,750.00
		Waspote lora 4.5 dbi - 900 MHz	1	Unidad	\$	204.83	\$ 204.83
		Proto Sensor 2.0	1	Unidad	\$	40.84	\$ 40.84
		OTT RLS Sensor	1	Unidad	\$	2,614.31	\$ 2,614.31
		SolarWorld SWA 285 - Panel Solar	1	Unidad	\$	259.00	\$ 259.00
		Subtotal					\$ 4,868.98
3.	Materiales de Obra						
	3.1	Poste					
		Poste Solar Acero Galvanizado 12 Metros	1	Unidad	S/	3,372.27	S/ 3,372.27
		Tubo Galvanizado Rectangular 3m	2	Unidad	S/	32.47	S/ 64.94
		Subtotal SOLES					S/ 3,437.21
		Subtotal					\$ 1,032.20

4.	Personal de Obra					
		Operario	2	Unidad	\$ 5.19	\$ 830.40
		Peón	1	Unidad	\$ 4.66	\$ 372.80
		Soldador	1	Unidad	\$ 7.51	\$ 600.80
		Subtotal				\$ 1,804.00
5.	Personal Desarrollo					
		Jefe del Proyecto	1	Meses	\$ 4,000.00	\$ 4,000.00
		Desarrollo Plataforma Web	2	Meses	\$ 3,500.00	\$ 7,000.00
		Tester	2	Meses	\$ 2,000.00	\$ 4,000.00
		Subtotal				\$ 15,000.00
Costo total de Desarrollo						\$ 23,163.87

El costo aproximado de implementación es de \$ 23,163.87.

5.4.2 Sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando sensores de ultrasonido

Arquitectura Física:

Figura 34. Arquitectura del sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando sensores de ultrasonido

Descripción:

La solución tecnológica mostrada, ha sido diseñada para monitorear en tiempo real parámetros del nivel de agua que posea el caudal de un río que influyen en la detección del nivel de peligrosidad de inundaciones, producto del desbordamiento de los ríos; y también, alertar a la población cercana cuando el río alcance niveles de riesgo de desbordamiento.

Entre los requerimientos de esta solución están el ser integrada a una red de sensores inalámbricos y ser autónoma.

Funcionalidad:

- La solución tecnológica se compone de diversos dispositivos físicos, software y aplicaciones asociadas.
- Permite monitorear en tiempo real el nivel de agua en el río.
- Permite analizar de manera rápida la información proporcionada por los sensores para generar las acciones de control pertinentes.
- Envía por SMS un aviso de alerta cuando el río esté a punto de desbordarse a la población de la localidad cercana al río.

Beneficio:

- Con este sistema se puede conocer en todo momento el estado del nivel del río.
- Permite alertar de manera rápida a la población cercana al río, cuando el agua del río esté en peligro de desbordarse.

Funcionamiento:

Sensor ToughSonic 50

El sensor por ultrasonido ToughSonic 50 mide los niveles de agua del río, sin tener contacto físico o estar sumergido dentro del agua. Su funcionamiento se soporta en la tecnología de ultrasonido, en el cual el sensor ultrasónico opera emitiendo cortas ráfagas de ondas de sonido de alta frecuencia, y recibe los ecos reflejados por la superficie del agua y calcula a partir de ahí la distancia entre el sensor y la superficie.

LoRa 900 MHz

Para la transmisión de los datos, la red de sensores inalámbricos utiliza el protocolo de comunicación LoRa mediante el módulo de radio LoRa 900 MHz que está aplicado a todos los dispositivos Waspote, la cual permite un alcance de hasta 30 km.

Proto Sensor 2.0

Para obtener unas medidas más exactas en las mediciones, se ha optado por usar sensores diferentes a los que desarrolla Libelium. Es por ello por lo que se emplea la placa Proto

Sensor de Wasmote, diseñada para permitir la integración del microcontrolador diferentes tipos de sensores.

Wasmote

Para la captura de la información se hace uso de la plataforma Wasmote de Libelium, interactuando con el sensor de ultrasonido ToughSonic 50 y el módulo de comunicación LoRa 900 MHz. La aplicación en el Wasmote se diseñó para permitir el control de la información sensorial, administración del consumo de la energía y la transmisión inalámbrica de los datos. Esta aplicación tiene la función principal de transmitir la información sensorial por un tiempo determinado.

Meshlium

Su función es hacer de puerta de enlace de la red diseñada con Wasmote. A través de esta pasarela, con la configuración adecuada, los datos recogidos serán remitidos al punto final de almacenamiento y tratamiento de la información en la nube.

Azure IoT Hub

Azure IoT Hub es una puerta de enlace a la nube de Azure. Su objetivo principal es recopilar los datos entrantes y trasladarlo a la nube de Azure. Además, es capaz de manejar el tráfico bidireccional, lo que significa que un Azure IoT Hub puede enviar datos a los dispositivos conectados dando la posibilidad de realizar un control, autenticación, autorización de dispositivos, traducción de protocolos, etc. Para la arquitectura propuesta, el IoT Hub se encargará de recopilar los datos de los sensores provenientes de la puerta de enlace de campo y trasladarlo a la nube de Azure.

SMS Alert Azure Function

Azure Function es una solución para ejecutar fácilmente pequeños fragmentos de código, en pocas palabras, es un API. Este servicio puede hacer que el desarrollo sea aún más productivo y, además, le permite utilizar el lenguaje de desarrollo que prefiera, como C#, F#, Node.js, Java o PHP. En la arquitectura propuesta, esta API se utiliza como intermediario para transformar los datos binarios procedentes de los sensores para transformarlo en formato REST. A su vez también, se utiliza como función de alerta de SMS que usará los mensajes en el service Bus Queue y los enviará como alerta a diversos usuarios.

Stream Analytics

Stream Analytics es un servicio de procesamiento de eventos que ofrece capacidades de análisis de grandes volúmenes de datos, ejecución de procesos, organización de los datos o bien análisis de tendencias, relaciones, patrones y potenciales flujos. Además, permite realizar análisis sólidos en tiempo real de los datos de dispositivos IoT y almacenar los datos en una base de datos. Para la arquitectura propuesta, se usa Stream Analytics para procesar los datos de los sensores y almacenarlos en una base de datos Azure SQL.

Cosmos DB

Azure Cosmos DB es una base de datos No SQL que proporciona acceso a información (JSON) de forma rápida, con alta disponibilidad, escalable y con replicación global. Este servicio se utiliza para el almacenamiento en ruta cálida, la cual, almacena datos que deben estar disponibles inmediatamente desde los sensores para la creación y visualización de informes, así como el dato crítico para alertar a la población.

Blob Storage

Azure Blob Storage es un sistema de almacenamiento de objetos ampliamente escalable para datos no estructurados. Este servicio será utilizado para el almacenamiento en ruta fría, la cual, almacena datos que se mantienen a largo plazo, como la data histórica que los sensores emiten.

Service Bus Queue

Service Bus Queue es un intermediario de mensajes de integración empresarial completamente gestionado. Service Bus es el más comúnmente utilizado para desacoplar aplicaciones y servicios entre sí, y es una plataforma confiable y segura para datos asíncronos y transferencia de estado. Los datos se transfieren entre diferentes aplicaciones y servicios mediante mensajes. Para la arquitectura propuesta, el Service Bus Queue se encargará de almacenar los mensajes de alerta producto del análisis de los datos de los sensores.

Logic App – Twilio

Azure Logic App simplifica la forma en que se crea flujos de trabajo escalables automatizados que integran aplicaciones y datos a través de servicios en la nube y sistemas locales. Para la arquitectura propuesta, se hará uso de Twilio que es una API de servicio web de telefonía que le permite a utilizar las habilidades y lenguajes web existentes para crear aplicaciones de voz y SMS. Será usando en conjunto con SMS Alert Azure Function para tener la capacidad de enviar SMS a la población.

Power BI

Power BI es una solución de análisis que permite organizar y visualizar los datos. Se requiere de esta solución para la creación de dashboards para presentar y visualizar los datos recopilados por los todos los sensores de la solución tecnológica.

Costo de los dispositivos y servicios cloud

El costo aproximado de los dispositivos y servicios cloud para el sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando sensores de ultrasonido es de: \$ 3,272.52.

Tabla 16. Costo de los dispositivos y servicios cloud del sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del rio utilizando sensores de ultrasonido

Costo de los dispositivos y servicios cloud del sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del rio utilizando sensores de ultrasonido					
Dispositivos y Servicios		Unidades		Precio	Precio Total
1.					
	IoT Hub	1	Unidad	\$ 10.00	\$ 10.00
	Stream Analytics	1	Unidad	\$ 80.30	\$ 80.30
	Cosmos DB	1	Unidad	\$ 17.52	\$ 17.52
	Blob Storage	1	Unidad	\$ 3.49	\$ 3.49
	Service Bus Queue	1	Unidad	\$ 0.05	\$ 0.05
	Azure Functions	2	Unidad	\$ 13.60	\$ 27.20
	Logic Apps	1	Unidad	\$ 300.15	\$ 300.15
	Power BI	2	Unidad	\$ 9.99	\$ 19.98
	Subtotal				\$ 458.69
2.					
	Meshlium	1	Unidad	\$ 1,750.00	\$ 1,750.00
	Waspnote lora 4.5 dbi - 900 MHz	1	Unidad	\$ 204.83	\$ 204.83
	Proto Sensor 2.0	1	Unidad	\$ 280.00	\$ 280.00

	ToughSonic 50 Sensor	1	Unidad	\$ 579.00	\$ 579.00
	SolarWorld SWA 285 - Panel Solar	1	Unidad	\$ 259.00	\$ 259.00
	Subtotal				\$ 2,813.83
Total					\$ 3,272.52

Plano de Construcción

Se diseñó una torreta de 12 metros de altura, de Acero Galvanizado. Esta torreta se ubicará por encima del río a monitorear. Los dispositivos de este sistema se ubicarán en la cima de la torreta, por prevención a robos o exposición de los dispositivos a cualquier desastre. A continuación, se muestra el detalle de los materiales y el plano de construcción:

Tabla 17. Materiales de construcción del sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando sensores de ultrasonido

Materiales		Medida
Tubo Galvanizado Rectangular		6m
Poste Galvanizado	Acero	12m

Figura 35. Plano de construcción del sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando sensores de ultrasonido

Costo de implementación

Para la implementación de esta solución tecnológica se necesitará el servicio de programadores expertos en servicios cloud de Microsoft Azure y contar con el apoyo de testers que tengan una vasta experiencia en realizar las pruebas correspondientes para este tipo de soluciones tecnológicas. Además, se debe de contar con un Jefe de Proyecto, cuya función es responsable de la planificación, el diseño y la implementación coordinada de los servicios cloud de esta solución, asegurando que el entorno sea compatible, resiliente y escalable. El desarrollo del sistema tendrá un tiempo estimado de 2 meses.

En la construcción de la infraestructura se debe contar con un soldador, encargado de la construcción de la torreta de acero. Además, de un peón, cuya función es la construcción del cimiento de la torreta, para que se encuentre firme y estable durante su funcionamiento.

Finalmente, deben ser supervisados en todo momento por un Operario, responsable del diseño y la implementación coordinada de la edificación, asegurando su óptimo funcionamiento. El tiempo estimado de construcción, tiene una duración de 10 días. A continuación, se muestra el detalle del costo de implementación:

Tabla 18. Costo de implementación para el sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del rio utilizando sensores de ultrasonido

			Unidades		Precio	Precio Total
Desarrollo de la Solución						
1.	Servicios Cloud					
		IoT Hub	1	Unidad	\$ 10.00	\$ 10.00
		Stream Analytics	1	Unidad	\$ 80.30	\$ 80.30
		Cosmos DB	1	Unidad	\$ 736.29	\$ 736.29
		Blob Storage	1	Unidad	\$ 54.75	\$ 54.75
		Service Bus Queue	1	Unidad	\$ 0.05	\$ 0.05
		Azure Functions	2	Unidad	\$ 13.60	\$ 13.60
		Logic Apps	1	Unidad	\$ 300.15	\$ 300.15
		Power BI	2	Unidad	\$ 9.99	\$ 19.98
		Subtotal				\$ 458.69
2.	Dispositivos					
		Meshlium	1	Unidad	\$ 1,750.00	\$ 1,750.00
		Waspmote lora 4.5 dbi - 900 MHz	1	Unidad	\$ 204.83	\$ 204.83
		Proto Sensor 2.0	1	Unidad	\$ 40.84	\$ 40.84
		ToughSonic 50 Sensor	1	Unidad	\$ 579.00	\$ 579.00
		SolarWorld SWA 285 - Panel Solar	1	Unidad	\$ 259.00	\$ 259.00
		Subtotal				\$ 2,574.67
3.	Materiales de Obra					
	3.1	Poste				
		Poste Solar Acero Galvanizado 12 Metros	1	Unidad	S/ 3,372.27	S/ 3,372.27
		Tubo Galvanizado Rectangular 3m	2	Unidad	S/ 32.47	S/ 64.94
		Subtotal SOLES				S/ 3,437.21
		Subtotal				\$ 1,032.20
4.	Personal de Obra					
		Operario	2	Unidad	\$ 5.19	\$ 830.40
		Peón	1	Unidad	\$ 4.66	\$ 372.80
		Soldador	1	Unidad	\$ 7.51	\$ 600.80
		Subtotal				\$ 1,804.00
5.	Personal Desarrollo					
		Jefe del Proyecto	1	Meses	\$ 4,000.00	\$ 4,000.00
		Desarrollo Plataforma Web	2	Meses	\$ 3,500.00	\$ 7,000.00
		Tester	2	Meses	\$ 2,000.00	\$ 4,000.00

- Envía por SMS un aviso de alerta a la población cercana cuando se detecte valores irregulares en la presión del caudal del río que puedan provocar su desbordamiento y por consecuencia una posible inundación.

Beneficio:

- Con el sistema propuesto se puede monitorear en tiempo real la presión del caudal del río y ante un valor irregular alertar a la población mediante un SMS y mitigar los riesgos ante un desborde del río que pueda causar una inundación.
- Sensores y captura de datos en un mismo instrumento.
- El sensor posee una robusta carcasa de titanio que protege el sensor en ambientes duros

Funcionamiento:

CRS456

El sensor CRS456 es un transductor de presión que mide el nivel del río midiendo la presión que tienen sobre sí mismo. Su objetivo es transformar una magnitud física en una eléctrica, en este caso transforman una fuerza por unidad de superficie en un voltaje equivalente a esa presión ejercida.

LoRa 900 MHz

Para la transmisión de los datos, la red de sensores inalámbricos utiliza el protocolo de comunicación LoRa mediante el módulo de radio LoRa 900 MHz que está aplicado a todos los dispositivos Waspote, la cual permite un alcance de hasta 30 km.

Proto Sensor 2.0

Para obtener unas medidas más exactas en las mediciones, se ha optado por usar sensores diferentes a los que desarrolla Libelium. Es por ello que se emplea la placa Proto Sensor de Waspote, diseñada para permitir la integración del microcontrolador diferentes tipos de sensores.

Waspote

Para la captura de la información se hace uso de la plataforma Waspote de Libelium, interactuando con el sensor de presión CRS456 y el módulo de comunicación LoRa 900

MHz. La aplicación en el Wasmote se diseñó para permitir el control de la información sensorial, administración del consumo de la energía y la transmisión inalámbrica de los datos. Esta aplicación tiene la función principal de transmitir la información sensorial por un tiempo determinado.

Meshlium

Su función es hacer de puerta de enlace de la red diseñada con Wasmote. A través de esta pasarela, con la configuración adecuada, los datos recogidos serán remitidos al punto final de almacenamiento y tratamiento de la información en la nube.

Azure IoT Hub

Azure IoT Hub es una puerta de enlace a la nube de Azure. Su objetivo principal es recopilar los datos entrantes y trasladarlo a la nube de Azure. Además, es capaz de manejar el tráfico bidireccional, lo que significa que un Azure IoT Hub puede enviar datos a los dispositivos conectados dando la posibilidad de realizar un control, autenticación, autorización de dispositivos, traducción de protocolos, etc. Para la arquitectura propuesta, el IoT Hub se encargará de recopilar los datos de los sensores provenientes de la puerta de enlace de campo y trasladarlo a la nube de Azure.

SMS Alert Azure Function

Azure Function es una solución para ejecutar fácilmente pequeños fragmentos de código, en pocas palabras, es un API. Este servicio puede hacer que el desarrollo sea aún más productivo y, además, le permite utilizar el lenguaje de desarrollo que prefiera, como C#, F#, Node.js, Java o PHP. En la arquitectura propuesta, esta API se utiliza como intermediario para transformar los datos binarios procedentes de los sensores para transformarlo en formato REST. A su vez también, se utiliza como función de alerta de SMS que usará los mensajes en el service Bus Queue y los enviará como alerta a diversos usuarios.

Stream Analytics

Stream Analytics es un servicio de procesamiento de eventos que ofrece capacidades de análisis de grandes volúmenes de datos, ejecución de procesos, organización de los datos o bien análisis de tendencias, relaciones, patrones y potenciales flujos. Además, permite realizar análisis sólidos en tiempo real de los datos de dispositivos IoT y almacenar los datos

en una base de datos. Para la arquitectura propuesta, se usa Stream Analytics para procesar los datos de los sensores y almacenarlos en una base de datos Azure SQL.

Cosmos DB

Azure Cosmos DB es una base de datos No SQL que proporciona acceso a información (JSON) de forma rápida, con alta disponibilidad, escalable y con replicación global. Este servicio se utiliza para el almacenamiento en ruta cálida, la cual, almacena datos que deben estar disponibles inmediatamente desde los sensores para la creación y visualización de informes, así como el dato crítico para alertar a la población.

Blob Storage

Azure Blob Storage es un sistema de almacenamiento de objetos ampliamente escalable para datos no estructurados. Este servicio será utilizado para el almacenamiento en ruta fría, la cual, almacena datos que se mantienen a largo plazo, como la data histórica que los sensores emiten.

Service Bus Queue

Service Bus Queue es un intermediario de mensajes de integración empresarial completamente gestionado. Service Bus es el más comúnmente utilizado para desacoplar aplicaciones y servicios entre sí, y es una plataforma confiable y segura para datos asincrónicos y transferencia de estado. Los datos se transfieren entre diferentes aplicaciones y servicios mediante mensajes. Para la arquitectura propuesta, el Service Bus Queue se encargará de almacenar los mensajes de alerta producto del análisis de los datos de los sensores.

Logic App – Twilio

Azure Logic App simplifica la forma en que se crea flujos de trabajo escalables automatizados que integran aplicaciones y datos a través de servicios en la nube y sistemas locales. Para la arquitectura propuesta, se hará uso de Twilio que es una API de servicio web de telefonía que le permite a utilizar las habilidades y lenguajes web existentes para crear aplicaciones de voz y SMS. Será usando en conjunto con SMS Alert Azure Function para tener la capacidad de enviar SMS a la población.

Power BI

Power BI es una solución de análisis que permite organizar y visualizar los datos. Se requiere de esta solución para la creación de dashboards para presentar y visualizar los datos recopilados por los todos los sensores de la solución tecnológica.

Costo de los dispositivos y servicios cloud

El costo aproximado de los dispositivos y servicios cloud para el sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando sensores de presión es de: \$ 2,773.52.

Tabla 19. Costo de los dispositivos y servicios cloud del sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del rio utilizando sensores de presión

Costo de los dispositivos y servicios cloud del sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del rio utilizando sensores de presión					
Dispositivos y Servicios		Unidades		Precio	Precio Total
1.					
	IoT Hub	1	Unidad	\$ 10.00	\$ 10.00
	Stream Analytics	1	Unidad	\$ 80.30	\$ 80.30
	Cosmos DB	1	Unidad	\$ 17.52	\$ 17.52
	Blob Storage	1	Unidad	\$ 3.49	\$ 3.49
	Service Bus Queue	1	Unidad	\$ 0.05	\$ 0.05
	Azure Functions	2	Unidad	\$ 13.60	\$ 27.20
	Logic Apps	1	Unidad	\$ 300.15	\$ 300.15
	Power BI	2	Unidad	\$ 9.99	\$ 19.98
	Subtotal				\$ 458.69
2.					
	Meshlium	1	Unidad	\$ 1,750.00	\$ 1,750.00
	Waspmote lora 4.5 dbi - 900 MHz	1	Unidad	\$ 204.83	\$ 204.83
	Proto Sensor 2.0	1	Unidad	\$ 280.00	\$ 280.00
	CRS456	1	Unidad	\$ 80.00	\$ 80.00
	SolarWorld SWA 285 - Panel Solar	1	Unidad	\$ 259.00	\$ 259.00
	Subtotal				\$ 2,314.83
Total					\$ 2,773.52

Plano de construcción

Se diseñó una torreta de 12 metros de altura, de Acero Galvanizado. Esta torreta se ubicará por encima del río a monitorear. Los dispositivos de éste sistema se ubicarán en la cima de la torreta, por prevención a robos o exposición de los dispositivos a cualquier desastre. A continuación, se muestra el detalle de los materiales y el plano de construcción:

Tabla 20. Materiales de construcción del sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando sensores de presión

Materiales		Medida
Tubo Galvanizado Rectangular		2m
Poste Galvanizado	Acero	12m

Costo de implementación

Para la implementación de esta solución tecnológica se necesitará el servicio de programadores expertos en servicios cloud de Microsoft Azure y contar con el apoyo de testers que tengan una vasta experiencia en realizar las pruebas correspondientes para este tipo de soluciones tecnológicas. Además, se debe de contar con un Jefe de Proyecto, cuya función es responsable de la planificación, el diseño y la implementación coordinada de los servicios cloud de esta solución, asegurando que el entorno sea compatible, resiliente y escalable. El desarrollo del sistema tendrá un tiempo estimado de 2 meses.

En la construcción de la infraestructura se debe contar con un soldador, encargado de la construcción de la torreta de acero. Además, de un peón, cuya función es la construcción del cimiento de la torreta, para que se encuentre firme y estable durante su funcionamiento. Finalmente, deben ser supervisados en todo momento por un Operario, responsable del diseño y la implementación coordinada de la edificación, asegurando su óptimo funcionamiento. El tiempo estimado de construcción, tiene una duración de 15 días por lo que el sensor de ultrasonido debe ubicarse debajo del río a monitorear. A continuación, se muestra el detalle del costo de implementación:

Tabla 21. Costo de implementación para el sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando sensores de presión

			Unidades		Precio	Precio Total
Desarrollo de la Solución						
1.	Servicios Cloud					
		IoT Hub	1	Unidad	\$ 10.00	\$ 10.00
		Stream Analytics	1	Unidad	\$ 80.30	\$ 80.30
		Cosmos DB	1	Unidad	\$ 736.29	\$ 736.29
		Blob Storage	1	Unidad	\$ 54.75	\$ 54.75
		Service Bus Queue	1	Unidad	\$ 0.05	\$ 0.05
		Azure Functions	2	Unidad	\$ 13.60	\$ 13.60
		Logic Apps	1	Unidad	\$ 300.15	\$ 300.15
		Power BI	2	Unidad	\$ 9.99	\$ 19.98
		Subtotal				\$ 458.69
2.	Dispositivos					
		Meshlium	1	Unidad	\$ 1,750.00	\$ 1,750.00
		Wasmote lora 4.5 dbi - 900 MHz	1	Unidad	\$ 204.83	\$ 204.83
		Proto Sensor 2.0	1	Unidad	\$ 40.84	\$ 40.84
		CRS456 sensor	1	Unidad	\$ 1,686.21	\$ 1,686.21
		SolarWorld SWA 285 - Panel Solar	1	Unidad	\$ 259.00	\$ 259.00
		Sub Total				\$ 3,681.88
3.	Materiales de Obra					
	3.1	Poste				
		Poste Solar Acero Galvanizado 12 Metros	1	Unidad	S/ 3,372.27	S/ 3,372.27
		Sub Total Soles				S/ 3,372.27
		Sub Total				\$ 1,012.69
4.	Personal de Obra					
		Operario	2	Unidad	\$ 5.19	\$ 830.40
		Peón	1	Unidad	\$ 4.66	\$ 372.80
		Soldador	1	Unidad	\$ 7.51	\$ 600.80
		Sub Total				\$ 1,804.00
5.	Personal Desarrollo					
		Jefe del Proyecto	1	Meses	\$ 4,000.00	\$ 4,000.00
		Desarrollo Plataforma Web	2	Meses	\$ 3,500.00	\$ 7,000.00
		Tester	2	Meses	\$ 2,000.00	\$ 4,000.00
		Sub Total				\$ 15,000.00
Costo total de Desarrollo						\$ 21,957.26

El costo aproximado de implementación es de \$ 21,957.26.

5.4.4 Sistema para el monitoreo de inundaciones utilizando drones

Arquitectura Física:

Figura 37. Arquitectura del sistema para el monitoreo de inundaciones utilizando drones

Descripción:

La solución tecnológica se ha diseñado para monitorear el estado e impacto de las inundaciones mediante el uso de drones autónomos capturando imágenes en tiempo real sobre el área interesada. Luego de ser procesadas, haciendo uso de servicios cloud de Microsoft Azure, se podrá alertar a la población y mostrar las imágenes capturadas a entidades encargadas de la gestión de desastres, con el fin de mitigar los daños que pueda causar la manifestación de una inundación.

Funcionalidad:

- La solución tecnológica se compone de diversos dispositivos físicos, softwares y aplicaciones asociadas.
- Permite monitorear el estado actual de una inundación y alertar su expansión.
- Permite analizar de manera rápida la información proporcionada por los sensores para generar las acciones de control pertinentes.
- Los drones despegan según el mensaje de alerta de la población.
- Cuando los drones posean baja energía en su batería, regresan a su estación para cargar su energía.

Beneficio:

- Con el sistema propuesto se puede monitorear en tiempo real el estado actual de una inundación y alertar de manera inmediata a la población mediante un SMS.

- Se puede monitorear en tiempo real el estado actual y el impacto de una inundación, con el fin de alertar de manera inmediata a la población que se encuentre cerca del área afectada, mostrándoles la propagación pronosticada de la inundación y puedan descubrir las mejores formas de evacuar la zona.
- Pero lo más importante, es que las entidades encargadas de la gestión de desastres pueden utilizar las imágenes en vivo para llegar mejor preparados, eligiendo los vehículos y herramientas necesarias para atender la situación y, por lo tanto, optimizar sus recursos (lo que conduce a un beneficio económico).

Funcionamiento:

M210RTK

El 210 RTK está construido para resistir IP43, por lo que puede volar bajo la lluvia. Está dimensionado para permanecer estable en vientos cruzados, con estabilidad adicional de sus hélices de 17 pulgadas. Su cuerpo plegable, más las baterías extraíbles, las hélices y el tren de aterrizaje, facilitan su almacenamiento y transporte en el estuche incluido.

FLIR Duo Pro-R

Es un potente sensor térmico doble y de luz visible. Está compuesto por una cámara de imágenes visible y una cámara termo gráfica infrarroja de onda larga. El tipo de cámara se utilizará para el monitoreo del estado actual de la inundación sin importar las condiciones climáticas o luminosidad, lo que llevaría a identificar con mayor precisión el estado de la inundación.

LED IR- LOCK

Rastrea los marcadores infrarrojos para un aterrizaje seguro en la estación de drones. El rango típico de rastreo infrarrojo es aproximadamente de 10 a 60 metros.

IR Markers

Es un dispositivo que emite una luz infrarroja hasta 15 metros de altura. El sensor LED IR-LOCK usa este dispositivo para guiar el vehículo durante el aterrizaje, sin importar las condiciones climatológicas.

Skyport

Skysense Skyport es un hangar de drones totalmente autónomo diseñado para recargar y proteger drones en entornos hostiles y ubicaciones remotas.

Módulo 3G

Para este caso, la transmisión de los datos será a través de señal telefónica 3G. Este módulo de comunicación está especialmente orientado para trabajar con servidores de Internet, implementando internamente varios protocolos de capa de aplicación, lo que facilita el envío del video streaming que harán los drones. Wasmote puede integrar un módulo UMTS (Sistema de telecomunicación móvil universal basado en tecnología WCDMA) / GPRS (Servicio general de radio por paquetes) para permitir la comunicación utilizando la red de telefonía móvil 3G / GPRS.

Proto Sensor 2.0

Para obtener unas medidas más exactas en las mediciones, se ha optado por usar sensores diferentes a los que desarrolla Libelium. Es por ello por lo que se emplea la placa Proto Sensor de Wasmote, diseñada para permitir la integración del microcontrolador diferentes tipos de sensores.

Wasmote

Para la captura de la información se hace uso de la plataforma Wasmote de Libelium, interactuando con la cámara térmica y el módulo de comunicación 3G. La aplicación en la Wasmote se diseñó para permitir el control de la información sensorial, administración del consumo de la energía y la transmisión inalámbrica de los datos. Esta aplicación tiene la función principal de transmitir la información sensorial por un tiempo determinado.

Meshlium

Su función es hacer de puerta de enlace de la red diseñada con Wasmote. A través de esta pasarela, con la configuración adecuada, los datos recogidos serán remitidos al punto final de almacenamiento y tratamiento de la información en la nube.

Azure BlobStorage

Service Bus Queue almacena grandes cantidades de datos no estructurados, como videos, a los que se puede acceder desde cualquier lugar del mundo a través de HTTP o HTTPS. Puede usar Blob storage para exponer datos públicamente al mundo, o para almacenar datos de aplicaciones de forma privada.

Azure streaming Endpoint

Representa un servicio de transmisión que puede entregar contenido directamente a una aplicación de reproductor cliente o a una red de entrega de contenido (CDN) para su posterior distribución.

Azure CDN (Red de entrega de contenidos)

Ofrece una entrega de contenido segura y confiable con un amplio alcance global y un amplio conjunto de características.

Azure Media Player

Utiliza estándares de la industria como HTML5 para proporcionar una experiencia de transmisión adaptativa enriquecida. Para este sistema, se utiliza este servicio para reproducir el videostreaming por Mobile y Desktop.

Costo de los dispositivos y servicios cloud

El costo aproximado de los dispositivos y servicios cloud para el sistema de inundaciones utilizando drones es de: \$ 34,778.03.

Tabla 22. Costo de los dispositivos y servicios cloud del sistema para el monitoreo de inundaciones utilizando drones

Costo de los dispositivos y servicios cloud del sistema para el monitoreo de inundaciones utilizando drones					
Dispositivos y Servicios		Unidades		Precio	Precio Total
1.					
	Blob storage	1	Unidad	\$ 21.84	\$ 21.84
	Streaming Endpoint	1	Unidad	\$ 64.50	\$ 64.50
	CDN	1	Unidad	\$ 40.50	\$ 40.50
	Subtotal				\$ 126.84
2.					

Meshlium	1	Unidad	\$ 1,750.00	\$ 1,750.00
Waspote 4G - 2600 MHz	1	Unidad	\$ 534.19	\$ 534.19
Proto Sensor 2.0	1	Unidad	\$ 280.00	\$ 280.00
M210RTK Drone	1	Unidad	\$ 6,250.00	\$ 6,250.00
FLIR Duo Pro R	1	Unidad	\$ 7,599.00	\$ 7,599.00
Sensor IR-LOCK	1	Unidad	\$ 99.00	\$ 99.00
IR Markers	1	Unidad	\$ 139.00	\$ 139.00
Skyport	1	Unidad	\$ 18,000.00	\$ 18,000.00
Subtotal				\$ 34,651.19
Total				\$ 34,778.03

Plano de construcción

Se diseñó una infraestructura que contiene todos los dispositivos del sistema propuesto. El diseño de esta estación cumple las normas que especifica el Senamhi. Se diseñó un gabinete compacto que contiene a los instrumentos necesarios para el envío de información de los sensores. Está construida de madera y pintada de blanco, ya que este color refleja todas las ondas de luz, y no existe ingreso de energía. Se utiliza un panel solar y una estación (Skyport) en donde se puede cargar la energía de las baterías de los drones.

A continuación, se muestra el detalle de los materiales y el plano de construcción:

- Cálculo de Áreas:

Tabla 23. Cálculo de áreas del sistema para el monitoreo de inundaciones utilizando drones

LARGO (m)	ANCHO (m)	AREA (m2)
5	5	25

- Metrado de Cimentación

Tabla 24. Metrado de cimentación del sistema para el monitoreo de inundaciones utilizando drones

LARGO (m)	PROFUNDIDAD (m)	ANCHO (m)	VOLUMEN (m3)
20	0.7	0.6	8.4

- Metrado de Pared

Tabla 25. Metrado de pared del sistema para el monitoreo de inundaciones utilizando drones

LARGO (m)	ALTURA(m)	AREA (m2)	PUERTA (m2)	AREA NETA (m2)
20	2.3	46	2.3	43.7

- Metrado de Columna

Tabla 26. Metrado de columna del sistema para el monitoreo de inundaciones utilizando drones

Nº DE COLUMNAS	AREA SECCION		ALTURA SECCION	VOLUMEN SECCION
9	0.2	0.2	3	1.08

- Total de Materiales

Tabla 27. Materiales del sistema para el monitoreo de inundaciones utilizando drones

MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD
Cemento	77	Bolsas
Arena Gruesa	5	m3
Piedra Chancada	9	m3
Agua	1659	Lt
Ladrillo King Kong	1573	Unidades
Vigas de fierro	1	m3

Figura 38. Plano de construcción del sistema para el monitoreo de inundaciones utilizando drones

Costo de implementación

Para la implementación de esta solución tecnológica se necesitará el servicio de programadores expertos en servicios cloud de Microsoft Azure y contar con el apoyo de testers que tengan una vasta experiencia en realizar las pruebas correspondientes para este tipo de soluciones tecnológicas. Además, se debe de contar con un Jefe de Proyecto, cuya función es responsable de la planificación, el diseño y la implementación coordinada de los servicios cloud de esta solución, asegurando que el entorno sea compatible, resiliente y escalable. El desarrollo del sistema tendrá un tiempo estimado de 2 meses.

En la construcción de la infraestructura se debe contar con dos operarios, encargado de la utilización de las máquinas de construcción. Además, de cuatro peones, cuya función es la construcción del cimiento de la torreta, para que se encuentre firme y estable durante su funcionamiento. Finalmente, deben ser supervisados en todo momento por un Capataz, responsable del diseño y la implementación coordinada de la edificación, asegurando su óptimo funcionamiento. El tiempo estimado de construcción, tiene una duración de 15 días.

A continuación, se muestra el detalle del costo de implementación:

Tabla 28. Costo de implementación del sistema para el monitoreo de inundaciones utilizando drones

			Unidades		Precio	Precio Total
Desarrollo de la Solución						
1.	Servicios Cloud					
		Blob storage	1	Unidad	\$ 21.84	\$ 21.84
		Streaming Endpoint	1	Unidad	\$ 64.50	\$ 64.50
		CDN	1	Unidad	\$ 40.50	\$ 40.50
		Subtotal				\$ 126.84
2.	Dispositivos					
		Meshlium	1	Unidad	\$ 1,750.00	\$ 1,750.00
		Waspnote 4G – 2600 MHz	1	Unidad	\$ 534.19	\$ 534.19
		Proto Sensor 2.0	1	Unidad	\$ 280.00	\$ 280.00
		M210RTK Drone	1	Unidad	\$ 6,250.00	\$ 6,250.00
		FLIR Duo Pro R	1	Unidad	\$ 7,599.00	\$ 7,599.00
		Sensor IR-LOCK	1	Unidad	\$ 99.00	\$ 99.00
		IR Markers	1	Unidad	\$ 139.00	\$ 139.00
		Skyport	1	Unidad	\$ 18,000.00	\$ 18,000.00
		Subtotal				\$ 34,778.03
3.	Materiales de Obra					
	3.1	Cimiento				
		Cemento	60	Bolsa	S/. 22.20	S/. 1,342.66
		Arena gruesa	4	m3	S/. 6.10	S/. 22.57
		Piedra chancada	8	m3	S/. 60.90	S/. 460.40
	3.2	Pared				
		Cemento	9	Bolsa	S/. 22.20	S/. 194.03
		Arena gruesa	1	m3	S/. 6.10	S/. 7.99
		Ladrillo King Kong	1,573	Unidad	S/. 0.20	S/. 314.60
	3.3	Columna				
		Cemento	8	Bolsa	S/. 22.20	S/. 172.72
		Arena gruesa	1	m3	S/. 6.10	S/. 6.10
		Piedra chancada	1	m3	S/. 60.90	S/. 59.07
	3.4	Gabinete Compacto				
		Clavos	150	Gramos	S/. 4.50	S/. 675.00
		Imprimante	1	Bolsa	S/. 86.00	S/. 86.00
		Pintura esmalte blanca	1	Galón	S/. 12.90	S/. 12.90
		Thinner	1	Galón	S/. 14.90	S/. 14.90
		Bisagras	4	Unidad	S/. 34.90	S/. 139.60
		Aldaba	1	Unidad	S/. 3.90	S/. 3.90

	Madera Pino Radiata (cuadrado)	2	Unidad	S/.	27.41	S/.	54.82
	Tabla Madera Pino Radiata	4	Unidad	S/.	57.90	S/.	231.60
	Subtotal SOLES					S/.	3,798.86
	Subtotal					\$	1,140.80
4.	Personal de Obra						
	Operario	2	Unidad	\$	5.19	\$	1,660.80
	Peón	4	Unidad	\$	4.66	\$	2,982.40
	Capataz	1	Unidad	\$	7.51	\$	1,201.60
	Subtotal					\$	5,844.80
5.	Personal Desarrollo						
	Jefe del Proyecto	1	Meses	\$	4,000.00	\$	4,000.00
	Programador	2	Meses	\$	3,500.00	\$	7,000.00
	Tester	2	Meses	\$	2,000.00	\$	4,000.00
	Subtotal					\$	15,000.00
Costo total de Desarrollo						\$	56,890.47

El costo aproximado de implementación es de \$ 56,890.47.

5.4.5 Sistema para la detección y alerta de huaicos utilizando sensores de desplazamiento lineal

Arquitectura Física:

Figura 39. Arquitectura del sistema para la detección y alerta de huaicos utilizando sensores de desplazamiento lineal

Descripción:

Esta solución tecnológica se ha diseñado para monitorear el desplazamiento lineal del suelo y alertar en caso este alcance valores irregulares con el fin de mitigar riesgos ante

deslizamientos de tierra o huaicos. Entre los requerimientos de esta solución están el ser integrada a una red de sensores inalámbricos y ser autónoma.

Funcionalidad:

- Permite monitorear el desplazamiento lineal del suelo y alertar ante situaciones irregulares.
- Permite analizar de manera rápida la información proporcionada por los sensores para generar las acciones de control pertinentes.
- Envía por SMS un aviso de alerta a la población cercana cuando se detecte valores irregulares en la humedad del suelo que puedan provocar un deslizamiento de tierra o huaico.

Beneficio:

- Con el sistema propuesto se puede monitorear en tiempo real el desplazamiento lineal del suelo.
- Con el sistema propuesto se puede detectar la aparición de huaicos antes de que afecte a la población.
- Permite alertar de manera rápida a la población cercana el origen de un huaico.

Funcionamiento:

Sensor de Desplazamiento Lineal SL095

El sensor de desplazamiento lineal SLS095 de Penny + Giles es un potenciómetro cuyo limpiaparabrisas se mueve junto con un eje guiado por el cuerpo del sensor. Al fijar ambos extremos del potenciómetro a los lados de la grieta, podemos medir su ancho leyendo el voltaje en el limpiador. Para esto, el sensor se ha configurado como un divisor de voltaje, con uno de los extremos obtenido de una fuente de 3V, el otro extremo conectado a tierra y el limpiaparabrisas conectado a la entrada ANALOG7 del convertidor analógico a la digital del Waspote, que conduce a una resolución de 11µm aproximadamente.

LoRa 900 MHz

Para la transmisión de los datos, la red de sensores inalámbricos utiliza el protocolo de comunicación LoRa mediante el módulo de radio LoRa 900 MHz que está aplicado a todos los dispositivos Waspote, la cual permite un alcance de hasta 30 km.

Proto Sensor 2.0

Para obtener unas medidas más exactas en las mediciones, se ha optado por usar sensores diferentes a los que desarrolla Libelium. Es por ello por lo que se emplea la placa Proto Sensor de Waspote, diseñada para permitir la integración del microcontrolador diferentes tipos de sensores.

Waspote

Para la captura de la información se hace uso de la plataforma Waspote de Libelium, interactuando con el sensor de desplazamiento lineal SL095 y el módulo de comunicación LoRa 900 MHz. La aplicación en el Waspote se diseñó para permitir el control de la información sensorial, administración del consumo de la energía y la transmisión inalámbrica de los datos. Esta aplicación tiene la función principal de transmitir la información sensorial por un tiempo determinado.

Meshlium

Su función es hacer de puerta de enlace de la red diseñada con Waspote. A través de esta pasarela, con la configuración adecuada, los datos recogidos serán remitidos al punto final de almacenamiento y tratamiento de la información en la nube.

Azure IoT Hub

Azure IoT Hub es una puerta de enlace a la nube de Azure. Su objetivo principal es recopilar los datos entrantes y trasladarlo a la nube de Azure. Además, es capaz de manejar el tráfico bidireccional, lo que significa que un Azure IoT Hub puede enviar datos a los dispositivos conectados dando la posibilidad de realizar un control, autenticación, autorización de dispositivos, traducción de protocolos, etc. Para la arquitectura propuesta, el IoT Hub se encargará de recopilar los datos de los sensores provenientes de la puerta de enlace de campo y trasladarlo a la nube de Azure.

SMS Alert Azure Function

Azure Function es una solución para ejecutar fácilmente pequeños fragmentos de código, en pocas palabras, es un API. Este servicio puede hacer que el desarrollo sea aún más productivo y, además, le permite utilizar el lenguaje de desarrollo que prefiera, como C#, F#, Node.js, Java o PHP. En la arquitectura propuesta, esta API se utiliza como intermediario

para transformar los datos binarios procedentes de los sensores para transformarlo en formato REST. A su vez también, se utiliza como función de alerta de SMS que usará los mensajes en el service Bus Queue y los enviará como alerta a diversos usuarios.

Stream Analytics

Stream Analytics es un servicio de procesamiento de eventos que ofrece capacidades de análisis de grandes volúmenes de datos, ejecución de procesos, organización de los datos o bien análisis de tendencias, relaciones, patrones y potenciales flujos. Además, permite realizar análisis sólidos en tiempo real de los datos de dispositivos IoT y almacenar los datos en una base de datos. Para la arquitectura propuesta, se usa Stream Analytics para procesar los datos de los sensores y almacenarlos en una base de datos Azure SQL.

Cosmos DB

Azure Cosmos DB es una base de datos No SQL que proporciona acceso a información (JSON) de forma rápida, con alta disponibilidad, escalable y con replicación global. Este servicio se utiliza para el almacenamiento en ruta cálida, la cual, almacena datos que deben estar disponibles inmediatamente desde los sensores para la creación y visualización de informes, así como el dato crítico para alertar a la población.

Blob Storage

Azure Blob Storage es un sistema de almacenamiento de objetos ampliamente escalable para datos no estructurados. Este servicio será utilizado para el almacenamiento en ruta fría, la cual, almacena datos que se mantienen a largo plazo, como la data histórica que los sensores emiten.

Service Bus Queue

Service Bus Queue es un intermediario de mensajes de integración empresarial completamente gestionado. Service Bus es el más comúnmente utilizado para desacoplar aplicaciones y servicios entre sí, y es una plataforma confiable y segura para datos asincrónicos y transferencia de estado. Los datos se transfieren entre diferentes aplicaciones y servicios mediante mensajes. Para la arquitectura propuesta, el Service Bus Queue se encargará de almacenar los mensajes de alerta producto del análisis de los datos de los sensores.

Logic App – Twilio

Azure Logic App simplifica la forma en que se crea flujos de trabajo escalables automatizados que integran aplicaciones y datos a través de servicios en la nube y sistemas locales. Para la arquitectura propuesta, se hará uso de Twilio que es una API de servicio web de telefonía que le permite a utilizar las habilidades y lenguajes web existentes para crear aplicaciones de voz y SMS. Será usando en conjunto con SMS Alert Azure Function para tener la capacidad de enviar SMS a la población.

Power BI

Power BI es una solución de análisis que permite organizar y visualizar los datos. Se requiere de esta solución para la creación de dashboards para presentar y visualizar los datos recopilados por los todos los sensores de la solución tecnológica.

Costo de los dispositivos y servicios cloud

El costo aproximado de los dispositivos y servicios cloud del sistema para la detección y alerta de huaicos utilizando sensores de desplazamiento lineal es de: \$ 2,679.36.

Tabla 29. Costo de los dispositivos y servicios cloud del sistema para la detección y alerta de huaicos utilizando sensores de desplazamiento lineal

Costo de los dispositivos y servicios cloud del sistema para la detección y alerta de huaicos utilizando sensores de desplazamiento lineal					
Dispositivos y Servicios		Unidades		Precio	Precio Total
1.					
	IoT Hub	1	Unidad	\$ 10.00	\$ 10.00
	Stream Analytics	1	Unidad	\$ 80.30	\$ 80.30
	Cosmos DB	1	Unidad	\$ 17.52	\$ 17.52
	Blob Storage	1	Unidad	\$ 3.49	\$ 3.49
	Service Bus Queue	1	Unidad	\$ 0.05	\$ 0.05
	Azure Functions	2	Unidad	\$ 13.60	\$ 27.20
	Logic Apps	1	Unidad	\$ 300.15	\$ 300.15
	Power BI	2	Unidad	\$ 9.99	\$ 19.98
	Subtotal				\$ 458.69
2.					
	Meshlium	1	Unidad	\$ 1,750.00	\$ 1,750.00
	Waspnote lora 4.5 dbi - 900 MHz	1	Unidad	\$ 204.83	\$ 204.83
	Proto Sensor 2.0	1	Unidad	\$ 40.84	\$ 40.84
	Sensor SL095	1	Unidad	\$ 225.00	\$ 225.00

	SolarWorld SWA 285 - Panel Solar	1	Unidad	\$ 259.00	\$ 259.00
	Subtotal				\$ 2,220.67
Total					\$ 2,679.36

Plano de construcción

Para la implementación de este sistema se ha integrado a un nuevo sistema llamado Sistema integrado de detección y alerta de Huaicos, la cual comporte el funcionamiento con el sensor de detección de grietas Vinshay, el sensor de humedad de suelo SKU: SEN0114 y el radar Blighter Revolution 360, para analizar permanentemente el cerro de interés con la intención de detectar el inicio de un huaico.

Para conocer el detalle de los materiales y el plano de construcción, diríjase al Anexo C- Sistema integrado de detección de Huaicos.

Costo de implementación

Para la implementación de este sistema se ha integrado a un nuevo sistema llamado Sistema integrado de detección y alerta de Huaicos, la cual comporte el funcionamiento con el sensor de detección de grietas Vinshay, el sensor de humedad de suelo SKU: SEN0114 y el radar Blighter Revolution 360, para analizar permanentemente el cerro de interés con la intención de detectar el inicio de un huaico.

Para conocer el detalle del Costo de Implementación, diríjase al Anexo C - Sistema integrado de detección de Huaicos.

5.4.6 Sistema para la detección y alerta de huaicos utilizando sensores de humedad de suelo

Arquitectura Física:

Figura 40. Arquitectura del sistema para la detección y alerta de huaicos utilizando sensores de humedad de suelo

Descripción:

Esta solución tecnológica se ha diseñado para monitorear la humedad del suelo y alertar en caso este alcance valores irregulares con el fin de mitigar riesgos ante deslizamientos de tierra o huaicos. Entre los requerimientos de esta solución están el ser integrada a una red de sensores inalámbricos y ser autónoma.

Funcionalidad:

- Permite monitorear en tiempo real la humedad del suelo y alertar ante situaciones irregulares.
- Permite analizar de manera rápida la información proporcionada por los sensores para generar las acciones de control pertinentes.
- Envía por SMS un aviso de alerta a la población cercana cuando se detecte valores irregulares en la humedad del suelo que puedan provocar un deslizamiento de tierra o huaico.

Beneficio:

- Con el sistema propuesto se puede monitorear en tiempo real la humedad que posee el suelo y ante un valor irregular alertar a la población mediante un SMS y mitigar los riesgos ante un posible huaico o deslizamiento de tierra

Funcionamiento:

Sensor de Humedad SKU: SEN0114

Este sensor de humedad puede leer la cantidad de humedad presente en el suelo que lo rodea. Para ello, usa las dos sondas para pasar la corriente a través del suelo, y luego lee esa resistencia para obtener el nivel de humedad. Más agua hace que el suelo conduzca electricidad más fácilmente (menos resistencia), mientras que el suelo seco conduce electricidad pobremente (más resistencia).

LoRa 900 MHz

Para la transmisión de los datos, la red de sensores inalámbricos utiliza el protocolo de comunicación LoRa mediante el módulo de radio LoRa 900 MHz que está aplicado a todos los dispositivos Waspote, la cual permite un alcance de hasta 30 km.

Proto Sensor 2.0

Para obtener unas medidas más exactas en las mediciones, se ha optado por usar sensores diferentes a los que desarrolla Libelium. Es por ello por lo que se emplea la placa Proto Sensor de Waspote, diseñada para permitir la integración del microcontrolador diferentes tipos de sensores.

Waspote

Para la captura de la información se hace uso de la plataforma Waspote de Libelium, interactuando con el sensor de humedad SKU: SEN0114 y el módulo de comunicación LoRa 900 MHz. La aplicación en el Waspote se diseñó para permitir el control de la información sensorial, administración del consumo de la energía y la transmisión inalámbrica de los datos. Esta aplicación tiene la función principal de transmitir la información sensorial por un tiempo determinado.

Meshlium

Su función es hacer de puerta de enlace de la red diseñada con Waspote. A través de esta pasarela, con la configuración adecuada, los datos recogidos serán remitidos al punto final de almacenamiento y tratamiento de la información en la nube.

Azure IoT Hub

Azure IoT Hub es una puerta de enlace a la nube de Azure. Su objetivo principal es recopilar los datos entrantes y trasladarlo a la nube de Azure. Además, es capaz de manejar el tráfico bidireccional, lo que significa que un Azure IoT Hub puede enviar datos a los dispositivos conectados dando la posibilidad de realizar un control, autenticación, autorización de dispositivos, traducción de protocolos, etc. Para la arquitectura propuesta, el IoT Hub se encargará de recopilar los datos de los sensores provenientes de la puerta de enlace de campo y trasladarlo a la nube de Azure.

SMS Alert Azure Function

Azure Function es una solución para ejecutar fácilmente pequeños fragmentos de código, en pocas palabras, es un API. Este servicio puede hacer que el desarrollo sea aún más productivo y, además, le permite utilizar el lenguaje de desarrollo que prefiera, como C#, F#, Node.js, Java o PHP. En la arquitectura propuesta, esta API se utiliza como intermediario para transformar los datos binarios procedentes de los sensores para transformarlo en formato REST. A su vez también, se utiliza como función de alerta de SMS que usará los mensajes en el service Bus Queue y los enviará como alerta a diversos usuarios.

Stream Analytics

Stream Analytics es un servicio de procesamiento de eventos que ofrece capacidades de análisis de grandes volúmenes de datos, ejecución de procesos, organización de los datos o bien análisis de tendencias, relaciones, patrones y potenciales flujos. Además, permite realizar análisis sólidos en tiempo real de los datos de dispositivos IoT y almacenar los datos en una base de datos. Para la arquitectura propuesta, se usa Stream Analytics para procesar los datos de los sensores y almacenarlos en una base de datos Azure SQL.

Cosmos DB

Azure Cosmos DB es una base de datos No SQL que proporciona acceso a información (JSON) de forma rápida, con alta disponibilidad, escalable y con replicación global. Este servicio se utiliza para el almacenamiento en ruta cálida, la cual, almacena datos que deben estar disponibles inmediatamente desde los sensores para la creación y visualización de informes, así como el dato crítico para alertar a la población.

Blob Storage

Azure Blob Storage es un sistema de almacenamiento de objetos ampliamente escalable para datos no estructurados. Este servicio será utilizado para el almacenamiento en ruta fría, la cual, almacena datos que se mantienen a largo plazo, como la data histórica que los sensores emiten.

Service Bus Queue

Service Bus Queue es un intermediario de mensajes de integración empresarial completamente gestionado. Service Bus es el más comúnmente utilizado para desacoplar aplicaciones y servicios entre sí, y es una plataforma confiable y segura para datos asincrónicos y transferencia de estado. Los datos se transfieren entre diferentes aplicaciones y servicios mediante mensajes. Para la arquitectura propuesta, el Service Bus Queue se encargará de almacenar los mensajes de alerta producto del análisis de los datos de los sensores.

Logic App – Twilio

Azure Logic App simplifica la forma en que se crea flujos de trabajo escalables automatizados que integran aplicaciones y datos a través de servicios en la nube y sistemas locales. Para la arquitectura propuesta, se hará uso de Twilio que es una API de servicio web de telefonía que le permite a utilizar las habilidades y lenguajes web existentes para crear aplicaciones de voz y SMS. Será usando en conjunto con SMS Alert Azure Function para tener la capacidad de enviar SMS a la población.

Power BI

Power BI es una solución de análisis que permite organizar y visualizar los datos. Se requiere de esta solución para la creación de dashboards para presentar y visualizar los datos recopilados por los todos los sensores de la solución tecnológica.

Costo de los dispositivos y servicios cloud

El costo aproximado de los dispositivos y servicios cloud del sistema para la detección y alerta de huaicos utilizando sensores de humedad de suelo es de: \$ 2,679.36.

Tabla 30. Costo de los dispositivos y servicios cloud del sistema para la detección y alerta de huaicos utilizando sensores de humedad de suelo

Costo de los dispositivos y servicios cloud del sistema para la detección y alerta de huaicos utilizando sensores de humedad de suelo					
Dispositivos y Servicios		Unidades		Precio	Precio Total
1.					
	IoT Hub	1	Unidad	\$ 10.00	\$ 10.00
	Stream Analytics	1	Unidad	\$ 80.30	\$ 80.30
	Cosmos DB	1	Unidad	\$ 17.52	\$ 17.52
	Blob Storage	1	Unidad	\$ 3.49	\$ 3.49
	Service Bus Queue	1	Unidad	\$ 0.05	\$ 0.05
	Azure Functions	2	Unidad	\$ 13.60	\$ 27.20
	Logic Apps	1	Unidad	\$ 300.15	\$ 300.15
	Power BI	2	Unidad	\$ 9.99	\$ 19.98
	Subtotal				\$ 458.69
2.					
	Meshlium	1	Unidad	\$ 1,750.00	\$ 1,750.00
	Waspnote lora 4.5 dbi - 900 MHz	1	Unidad	\$ 204.83	\$ 204.83
	Proto Sensor 2.0	1	Unidad	\$ 40.84	\$ 40.84
	Soil Moisture Sensor SEN0114	1	Unidad	\$ 225.00	\$ 225.00
	SolarWorld SWA 285 - Panel Solar	1	Unidad	\$ 259.00	\$ 259.00
	Subtotal				\$ 2,220.67
Total					\$ 2,679.36

Plano de construcción

Para la implementación de este sistema se ha integrado a un nuevo sistema llamado Sistema integrado de detección y alerta de Huaicos, la cual comporte el funcionamiento con el sensor de detección de grietas Vinshay, el sensor de desplazamiento lineal SLS095 de Penny + Giles y el radar Bligher Revolution 360, para analizar permanentemente el cerro de interés con la intención de detectar el inicio de un huaico.

Para conocer el detalle de los materiales y el plano de construcción, diríjase al Anexo C- Sistema integrado de detección de Huaicos.

Costo de implementación

Para la implementación de este sistema se ha integrado a un nuevo sistema llamado Sistema integrado de detección y alerta de Huaicos, la cual comporte el funcionamiento con el sensor

de detección de grietas Vinshay, el sensor de desplazamiento lineal SLS095 de Penny + Giles y el radar Bligher Revolution 360, para analizar permanentemente el cerro de interés con la intención de detectar el inicio de un huaico.

Para conocer el detalle del Costo de Implementación, diríjase al Anexo C- Sistema integrado de detección de Huaicos.

5.4.7 Sistema de para la detección y alerta de huaicos utilizando sensores de detección de grietas

Arquitectura Física:

Figura 41. Arquitectura del sistema para la detección y alerta de huaico utilizando sensores de detección de grietas

Descripción:

Esta solución tecnológica se ha diseñado para la detección de presencia de grietas en el suelo con el fin de mitigar riesgos ante deslizamientos de tierra o huaicos. Entre los requerimientos de esta solución están el ser integrada a una red de sensores inalámbricos y ser autónoma.

Funcionalidad:

- Permite detectar la presencia de grietas en el suelo.
- Permite analizar de manera rápida la información proporcionada por los sensores para generar las acciones de control pertinentes.
- Envía por SMS un aviso de alerta a la población cercana cuando se detecte una gran cantidad de grietas en el suelo que suponga un posible deslizamiento de tierra o huaico.

Beneficio:

- Con el sistema propuesta pueden detectarse gran número de grietas en el suelo que puedan generar deslizamientos de tierra.
- Permite alertar de manera rápida a la población cercana al posible deslizamiento de tierra producto de la cantidad de grietas en el suelo.

Funcionamiento:**Sensor de detección de grietas (Vinshay)**

Los medidores de detección de grietas de la serie CD están diseñados para proporcionar un método conveniente y económico de indicar la presencia de una grieta o indicar cuándo una grieta ha progresado a una ubicación predeterminada en una pieza o estructura de prueba. El sensor de detección de grietas consiste en una pequeña hebra conductora con un valor de resistencia muy bajo incrustado en una capa de fibra de vidrio, cuando el sensor permanece intacto establece un "uno" lógico en una entrada digital del Waspnote. En presencia de una grieta, el sensor se romperá y pasará a un 'cero' lógico.

LoRa 900 MHz

Para la transmisión de los datos, la red de sensores inalámbricos utiliza el protocolo de comunicación LoRa mediante el módulo de radio LoRa 900 MHz que esta aplicado a todos los dispositivos Waspnote, la cual permite un alcance de hasta 30 km.

Proto Sensor 2.0

Para obtener unas medidas más exactas en las mediciones, se ha optado por usar sensores diferentes a los que desarrolla Libelium. Es por ello que se emplea la placa Proto Sensor de Waspnote, diseñada para permitir la integración del microcontrolador diferentes tipos de sensores.

Waspnote

Para la captura de la información se hace uso de la plataforma Waspnote de Libelium, interactuando con el sensor de detección de grietas Vinshay y el módulo de comunicación LoRa 900 MHz. La aplicación en el Waspnote se diseñó para permitir el control de la información sensorial, administración del consumo de la energía y la transmisión inalámbrica

de los datos. Esta aplicación tiene la función principal de transmitir la información sensorial por un tiempo determinado.

Meshlium

Su función es hacer de puerta de enlace de la red diseñada con Waspote. A través de esta pasarela, con la configuración adecuada, los datos recogidos serán remitidos al punto final de almacenamiento y tratamiento de la información en la nube.

Azure IoT Hub

Azure IoT Hub es una puerta de enlace a la nube de Azure. Su objetivo principal es recopilar los datos entrantes y trasladarlo a la nube de Azure. Además, es capaz de manejar el tráfico bidireccional, lo que significa que un Azure IoT Hub puede enviar datos a los dispositivos conectados dando la posibilidad de realizar un control, autenticación, autorización de dispositivos, traducción de protocolos, etc. Para la arquitectura propuesta, el IoT Hub se encargará de recopilar los datos de los sensores provenientes de la puerta de enlace de campo y trasladarlo a la nube de Azure.

SMS Alert Azure Function

Azure Function es una solución para ejecutar fácilmente pequeños fragmentos de código, en pocas palabras, es un API. Este servicio puede hacer que el desarrollo sea aún más productivo y, además, le permite utilizar el lenguaje de desarrollo que prefiera, como C#, F#, Node.js, Java o PHP. En la arquitectura propuesta, esta API se utiliza como intermediario para transformar los datos binarios procedentes de los sensores para transformarlo en formato REST. A su vez también, se utiliza como función de alerta de SMS que usará los mensajes en el service Bus Queue y los enviará como alerta a diversos usuarios.

Stream Analytics

Stream Analytics es un servicio de procesamiento de eventos que ofrece capacidades de análisis de grandes volúmenes de datos, ejecución de procesos, organización de los datos o bien análisis de tendencias, relaciones, patrones y potenciales flujos. Además, permite realizar análisis sólidos en tiempo real de los datos de dispositivos IoT y almacenar los datos en una base de datos. Para la arquitectura propuesta, se usa Stream Analytics para procesar los datos de los sensores y almacenarlos en una base de datos Azure SQL.

Cosmos DB

Azure Cosmos DB es una base de datos No SQL que proporciona acceso a información (JSON) de forma rápida, con alta disponibilidad, escalable y con replicación global. Este servicio se utiliza para el almacenamiento en ruta cálida, la cual, almacena datos que deben estar disponibles inmediatamente desde los sensores para la creación y visualización de informes, así como el dato crítico para alertar a la población.

Blob Storage

Azure Blob Storage es un sistema de almacenamiento de objetos ampliamente escalable para datos no estructurados. Este servicio será utilizado para el almacenamiento en ruta fría, la cual, almacena datos que se mantienen a largo plazo, como la data histórica que los sensores emiten.

Service Bus Queue

Service Bus Queue es un intermediario de mensajes de integración empresarial completamente gestionado. Service Bus es el más comúnmente utilizado para desacoplar aplicaciones y servicios entre sí, y es una plataforma confiable y segura para datos asincrónicos y transferencia de estado. Los datos se transfieren entre diferentes aplicaciones y servicios mediante mensajes. Para la arquitectura propuesta, el Service Bus Queue se encargará de almacenar los mensajes de alerta producto del análisis de los datos de los sensores.

Logic App – Twilio

Azure Logic App simplifica la forma en que se crea flujos de trabajo escalables automatizados que integran aplicaciones y datos a través de servicios en la nube y sistemas locales. Para la arquitectura propuesta, se hará uso de Twilio que es una API de servicio web de telefonía que le permite a utilizar las habilidades y lenguajes web existentes para crear aplicaciones de voz y SMS. Será usando en conjunto con SMS Alert Azure Function para tener la capacidad de enviar SMS a la población.

Power BI

Power BI es una solución de análisis que permite organizar y visualizar los datos. Se requiere de esta solución para la creación de dashboards para presentar y visualizar los datos recopilados por los todos los sensores de la solución tecnológica.

Costo de los dispositivos y servicios cloud

El costo aproximado de los dispositivos y servicios cloud del sistema para la detección y alerta de huaicos utilizando sensores de detección de grietas es de: \$ 2,505.33.

Tabla 31. Costo de los dispositivos y servicios cloud del sistema de monitoreo y alerta de deslizamientos de tierra utilizando sensores de detección de grietas

Costo de los dispositivos y servicios cloud del sistema de monitoreo y alerta de deslizamientos de tierra utilizando sensores de detección de grietas					
Dispositivos y Servicios		Unidades		Precio	Precio Total
1.					
	IoT Hub	1	Unidad	\$ 10.00	\$ 10.00
	Stream Analytics	1	Unidad	\$ 80.30	\$ 80.30
	Cosmos DB	1	Unidad	\$ 17.52	\$ 17.52
	Blob Storage	1	Unidad	\$ 3.49	\$ 3.49
	Service Bus Queue	1	Unidad	\$ 0.05	\$ 0.05
	Azure Functions	2	Unidad	\$ 13.60	\$ 27.20
	Logic Apps	1	Unidad	\$ 300.15	\$ 300.15
	Power BI	2	Unidad	\$ 9.99	\$ 19.98
	Subtotal				\$ 458.69
2.					
	Meshlium	1	Unidad	\$ 1,750.00	\$ 1,750.00
	Waspote lora 4.5 dbi - 900 MHz	1	Unidad	\$ 204.83	\$ 204.83
	Proto Sensor 2.0	1	Unidad	\$ 40.84	\$ 40.84
	Vishay Crack Detection Sensor	1	Unidad	\$ 50.97	\$ 50.97
	SolarWorld SWA 285 - Panel Solar	1	Unidad	\$ 259.00	\$ 259.00
	Subtotal				\$ 2,046.64
Total					\$ 2,505.33

Plano de construcción

Para la implementación de este sistema se ha integrado a un nuevo sistema llamado Sistema integrado de detección y alerta de Huaicos, la cual comporte el funcionamiento con el sensor

de desplazamiento lineal SLS095 de Penny + Giles, el sensor de humedad de suelo SKU: SEN0114 y el radar Blighter Revolution 360, para analizar permanentemente el cerro de interés con la intención de detectar el inicio de un huaico.

Para conocer el detalle de los materiales y el plano de construcción, diríjase al Anexo C- Sistema integrado de detección de Huaicos.

Costo de implementación

Para la implementación de este sistema se ha integrado a un nuevo sistema llamado Sistema integrado de detección y alerta de Huaicos, la cual comporte el funcionamiento con el sensor de desplazamiento lineal SLS095 de Penny + Giles, el sensor de humedad de suelo SKU: SEN0114 y el radar Blighter Revolution 360, para analizar permanentemente el cerro de interés con la intención de detectar el inicio de un huaico.

Para conocer el detalle del Costo de Implementación, diríjase al Anexo C- Sistema integrado de detección de Huaicos.

5.4.8 Sistema para la detección y alerta de huaicos utilizando radares

Arquitectura Física:

Figura 42. Arquitectura del sistema para la detección y alerta de huaicos utilizando radares

Descripción:

Esta solución tecnológica se ha diseñado para la detección automática de huaicos con tecnología de radar en todos los climas y en cualquier momento del día. Obtiene resultados

de detección fiables con un alcance de hasta 16 km y con la visualización en línea del trayecto del huaico.

Funcionalidad:

- Permite detectar la aparición de huaicos.
- Permite analizar de manera rápida la información proporcionada por los sensores para generar las acciones de control pertinentes.
- Envía por SMS un aviso de alerta a la población cercana cuando se detecte el deslizamiento de tierra o huaico.

Beneficio:

- Con el sistema propuesto se pueden detectar la aparición de huaicos antes de que afecte a la población.
- Permite alertar de manera rápida a la población cercana el posible deslizamiento de tierra producto de la cantidad de grietas en el suelo.

Funcionamiento:

Radar Revolution 360

Blighter Revolution 360 es un producto de la gama Blighter de radares de vigilancia terrestre (GSR). Este radar basa en el sistema de radar B402 de Blighter Surveillance Systems (BSS), equipado con antenas de elevación W20S. El radar puede detectar una sola persona caminando a distancias de hasta 7.4 km en solo 20 segundos. El procesamiento de exploración rápida de Doppler detecta objetivos pequeños y de movimiento lento en un solo barrido electrónico de 90°, lo que significa que puede moverse inmediatamente al siguiente cuadrante de 90°.

LoRa 900 MHz

Para la transmisión de los datos, la red de sensores inalámbricos utiliza el protocolo de comunicación LoRa mediante el módulo de radio LoRa 900 MHz que está aplicado a todos los dispositivos Waspote, la cual permite un alcance de hasta 30 km.

Proto Sensor 2.0

Para obtener unas medidas más exactas en las mediciones, se ha optado por usar sensores diferentes a los que desarrolla Libelium. Es por ello que se emplea la placa Proto Sensor de Wasmote, diseñada para permitir la integración del microcontrolador diferentes tipos de sensores.

Wasmote

Para la captura de la información se hace uso de la plataforma Wasmote de Libelium, interactuando con el radar Revolution 360 y el módulo de comunicación LoRa 900 MHz. La aplicación en el Wasmote se diseñó para permitir el control de la información sensorial, administración del consumo de la energía y la transmisión inalámbrica de los datos. Esta aplicación tiene la función principal de transmitir la información sensorial por un tiempo determinado.

Meshlium

Su función es hacer de puerta de enlace de la red diseñada con Wasmote. A través de esta pasarela, con la configuración adecuada, los datos recogidos serán remitidos al punto final de almacenamiento y tratamiento de la información en la nube.

Azure IoT Hub

Azure IoT Hub es una puerta de enlace a la nube de Azure. Su objetivo principal es recopilar los datos entrantes y trasladarlo a la nube de Azure. Además, es capaz de manejar el tráfico bidireccional, lo que significa que un Azure IoT Hub puede enviar datos a los dispositivos conectados dando la posibilidad de realizar un control, autenticación, autorización de dispositivos, traducción de protocolos, etc. Para la arquitectura propuesta, el IoT Hub se encargará de recopilar los datos de los sensores provenientes de la puerta de enlace de campo y trasladarlo a la nube de Azure.

SMS Alert Azure Function

Azure Function es una solución para ejecutar fácilmente pequeños fragmentos de código, en pocas palabras, es un API. Este servicio puede hacer que el desarrollo sea aún más productivo y, además, le permite utilizar el lenguaje de desarrollo que prefiera, como C#, F#, Node.js, Java o PHP. En la arquitectura propuesta, esta API se utiliza como intermediario

para transformar los datos binarios procedentes de los sensores para transformarlo en formato REST. A su vez también, se utiliza como función de alerta de SMS que usará los mensajes en el service Bus Queue y los enviará como alerta a diversos usuarios.

Stream Analytics

Stream Analytics es un servicio de procesamiento de eventos que ofrece capacidades de análisis de grandes volúmenes de datos, ejecución de procesos, organización de los datos o bien análisis de tendencias, relaciones, patrones y potenciales flujos. Además, permite realizar análisis sólidos en tiempo real de los datos de dispositivos IoT y almacenar los datos en una base de datos. Para la arquitectura propuesta, se usa Stream Analytics para procesar los datos de los sensores y almacenarlos en una base de datos Azure SQL.

Cosmos DB

Azure Cosmos DB es una base de datos No SQL que proporciona acceso a información (JSON) de forma rápida, con alta disponibilidad, escalable y con replicación global. Este servicio se utiliza para el almacenamiento en ruta cálida, la cual, almacena datos que deben estar disponibles inmediatamente desde los sensores para la creación y visualización de informes, así como el dato crítico para alertar a la población.

Blob Storage

Azure Blob Storage es un sistema de almacenamiento de objetos ampliamente escalable para datos no estructurados. Este servicio será utilizado para el almacenamiento en ruta fría, la cual, almacena datos que se mantienen a largo plazo, como la data histórica que los sensores emiten.

Service Bus Queue

Service Bus Queue es un intermediario de mensajes de integración empresarial completamente gestionado. Service Bus es el más comúnmente utilizado para desacoplar aplicaciones y servicios entre sí, y es una plataforma confiable y segura para datos asincrónicos y transferencia de estado. Los datos se transfieren entre diferentes aplicaciones y servicios mediante mensajes. Para la arquitectura propuesta, el Service Bus Queue se encargará de almacenar los mensajes de alerta producto del análisis de los datos de los sensores.

Logic App – Twilio

Azure Logic App simplifica la forma en que se crea flujos de trabajo escalables automatizados que integran aplicaciones y datos a través de servicios en la nube y sistemas locales. Para la arquitectura propuesta, se hará uso de Twilio que es una API de servicio web de telefonía que le permite a utilizar las habilidades y lenguajes web existentes para crear aplicaciones de voz y SMS. Será usando en conjunto con SMS Alert Azure Function para tener la capacidad de enviar SMS a la población.

Power BI

Power BI es una solución de análisis que permite organizar y visualizar los datos. Se requiere de esta solución para la creación de dashboards para presentar y visualizar los datos recopilados por los todos los sensores de la solución tecnológica.

Costo de los dispositivos y servicios cloud

El costo aproximado de los dispositivos y servicios cloud del sistema para la detección y alerta de huaicos utilizando radares es de: \$ 5,454.36.

Tabla 32. Costo de los dispositivos y servicios cloud del sistema para la detección y alerta de Huaicos utilizando radares

Costo de los dispositivos y servicios cloud del sistema para la detección y alerta de Huaicos utilizando radares					
Dispositivos y Servicios		Unidades		Precio	Precio Total
1.					
	IoT Hub	1	Unidad	\$ 10.00	\$ 10.00
	Stream Analytics	1	Unidad	\$ 80.30	\$ 80.30
	Cosmos DB	1	Unidad	\$ 17.52	\$ 17.52
	Blob Storage	1	Unidad	\$ 3.49	\$ 3.49
	Service Bus Queue	1	Unidad	\$ 0.05	\$ 0.05
	Azure Functions	2	Unidad	\$ 13.60	\$ 27.20
	Logic Apps	1	Unidad	\$ 300.15	\$ 300.15
	Power BI	2	Unidad	\$ 9.99	\$ 19.98
	Subtotal				\$ 458.69
2.					
	Meshlium	1	Unidad	\$ 1,750.00	\$ 1,750.00

Wasmote lora 4.5 dbi - 900 MHz	1	Unidad	\$ 204.83	\$ 204.83
Proto Sensor 2.0	1	Unidad	\$ 40.84	\$ 40.84
Radar Revolution 360	1	Unidad	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00
SolarWorld SWA 285 - Panel Solar	1	Unidad	\$ 259.00	\$ 259.00
Subtotal				\$ 4,995.67
Total				\$ 5,454.36

Plano de construcción

Para la implementación de este sistema se ha integrado a un nuevo sistema llamado Sistema integrado de detección y alerta de Huaicos, la cual comporte el funcionamiento con el sensor de desplazamiento lineal SLS095 de Penny + Giles, el sensor de humedad de suelo SKU: SEN0114 y el sensor de detección de grietas Vinshay, para analizar permanentemente el cerro de interés con la intención de detectar el inicio de un huaico.

Para conocer el detalle de los materiales y el plano de construcción, diríjase al Anexo C- Sistema integrado de detección de Huaicos.

Costo de implementación

Para la implementación de este sistema se ha integrado a un nuevo sistema llamado Sistema integrado de detección y alerta de Huaicos, la cual comporte el funcionamiento con el sensor de desplazamiento lineal SLS095 de Penny + Giles, el sensor de humedad de suelo SKU: SEN0114 y el sensor de detección de grietas Vinshay, para analizar permanentemente el cerro de interés con la intención de detectar el inicio de un huaico.

Para conocer el detalle del Costo de Implementación, diríjase al Anexo C- Sistema integrado de detección de Huaicos.

5.4.9 Sistema para el monitoreo y alerta de lluvias

Arquitectura Física:

Figura 43. Arquitectura del sistema de monitoreo y alerta de lluvias

Descripción:

Esta solución tecnológica ha sido diseñada para medir la cantidad que precipitan por las lluvias con el fin de alertar la aparición de lluvias intensas que están involucradas con la prevención del riesgo a inundaciones. Entre los requerimientos de esta solución están el ser integrada a una red de sensores inalámbricos y ser autónoma.

Funcionalidad:

- La solución tecnológica se compone de diversos dispositivos físicos, softwares y aplicaciones asociadas.
- Permite monitorear en tiempo real la intensidad de las lluvias.
- Permite analizar de manera rápida la información proporcionada por los sensores para generar las acciones de control pertinentes.
- Envía por SMS un aviso de alerta cuando el río esté a punto de desbordarse a la población de la localidad cercana al río.

Beneficio:

- Con este sistema se puede conocer en todo momento el estado de la intensidad de las lluvias.
- Permite alertar de manera rápida a la población afectada, cuando las lluvias tengan el nivel para generar desastres asociados.
- Permite el análisis de factores que permita determinar el desbordamiento de un río.

Funcionamiento:

Young 52202

El sensor de precipitación Young 52202, se encarga de medir la cantidad de precipitación de las lluvias en una superficie de 200 cm². Su funcionamiento se basa en un sistema de báscula, el cual está conectado a un contador donde cada pulso representa una dimensión de lámina de agua de 0.1 mm que equivale a 1 litro/m² de superficie.

LoRa 900 MHz

Para la transmisión de los datos, la red de sensores inalámbricos utiliza el protocolo de comunicación LoRa mediante el módulo de radio LoRa 900 MHz que esta aplicado a todos los dispositivos Wasmote, la cual permite un alcance de hasta 30 km.

Proto Sensor 2.0

Para obtener unas medidas más exactas en las mediciones, se ha optado por usar sensores diferentes a los que desarrolla Libelium. Es por ello, que se emplea la placa Proto Sensor de Wasmote, diseñada para permitir la integración del microcontrolador diferentes tipos de sensores.

Wasmote

Para la captura de la información se hace uso de la plataforma Wasmote de Libelium, interactuando con el sensor Young 52202 y el módulo de comunicación LoRa 900 MHz. La aplicación en el Wasmote se diseñará para permitir el control de la información sensorial, administración del consumo de la energía y la transmisión inalámbrica de los datos. Esta aplicación tiene la función principal de transmitir la información sensorial por un tiempo determinado.

Meshlium

Su función es hacer de puerta de enlace de la red diseñada con Wasmote. A través de esta pasarela, con la configuración adecuada, los datos recogidos serán remitidos al punto final de almacenamiento y tratamiento de la información en la nube, la cual la envía por medio de señal 3G.

Azure IoT Hub

Azure IoT Hub es una puerta de enlace a la nube de Azure. Su objetivo principal es recopilar los datos entrantes y trasladarlo a la nube de Azure. Además, es capaz de manejar el tráfico bidireccional, lo que significa que un Azure IoT Hub puede enviar datos a los dispositivos conectados dando la posibilidad de realizar un control, autenticación, autorización de dispositivos, traducción de protocolos, etc. Para la arquitectura propuesta, el IoT Hub se encargará de recopilar los datos de los sensores provenientes de la puerta de enlace de campo y trasladarlo a la nube de Azure.

SMS Alert Azure Function

Azure Function es una solución para ejecutar fácilmente pequeños fragmentos de código, en pocas palabras, es un API. Este servicio puede hacer que el desarrollo sea aún más productivo y, además, le permite utilizar el lenguaje de desarrollo que prefiera, como C#, F#, Node.js, Java o PHP. En la arquitectura propuesta, esta API se utiliza como intermediario para transformar los datos binarios procedentes de los sensores para transformarlo en formato REST. A su vez también, se utiliza como función de alerta de SMS que usará los mensajes en el service Bus Queue y los enviará como alerta a diversos usuarios.

Stream Analytics

Stream Analytics es un servicio de procesamiento de eventos que ofrece capacidades de análisis de grandes volúmenes de datos, ejecución de procesos, organización de los datos o bien análisis de tendencias, relaciones, patrones y potenciales flujos. Además, permite realizar análisis sólidos en tiempo real de los datos de dispositivos IoT y almacenar los datos en una base de datos. Para la arquitectura propuesta, se usa Stream Analytics para procesar los datos de los sensores y almacenarlos en una base de datos Azure SQL.

Cosmos DB

Azure Cosmos DB es una base de datos No SQL que proporciona acceso a información (JSON) de forma rápida, con alta disponibilidad, escalable y con replicación global. Este servicio se utiliza para el almacenamiento en ruta cálida, la cual, almacena datos que deben estar disponibles inmediatamente desde los sensores para la creación y visualización de informes, así como el dato crítico para alertar a la población.

Blob Storage

Azure Blob Storage es un sistema de almacenamiento de objetos ampliamente escalable para datos no estructurados. Este servicio será utilizado para el almacenamiento en ruta fría, la cual, almacena datos que se mantienen a largo plazo, como la data histórica que los sensores emiten.

Service Bus Queue

Service Bus Queue es un intermediario de mensajes de integración empresarial completamente gestionado. Service Bus es el más comúnmente utilizado para desacoplar aplicaciones y servicios entre sí, y es una plataforma confiable y segura para datos asincrónicos y transferencia de estado. Los datos se transfieren entre diferentes aplicaciones y servicios mediante mensajes. Para la arquitectura propuesta, el Service Bus Queue se encargará de almacenar los mensajes de alerta producto del análisis de los datos de los sensores.

Logic App – Twilio

Azure Logic App simplifica la forma en que se crea flujos de trabajo escalables automatizados que integran aplicaciones y datos a través de servicios en la nube y sistemas locales. Para la arquitectura propuesta, se hará uso de Twilio que es una API de servicio web de telefonía que le permite a utilizar las habilidades y lenguajes web existentes para crear aplicaciones de voz y SMS. Será usando en conjunto con SMS Alert Azure Function para tener la capacidad de enviar SMS a la población.

Power BI

Power BI es una solución de análisis que permite organizar y visualizar los datos. Se requiere de esta solución para la creación de dashboards para presentar y visualizar los datos recopilados por los todos los sensores de la solución tecnológica.

Costo de los dispositivos y servicios cloud

El costo aproximado de los dispositivos y servicios cloud del sistema para el monitoreo y alerta de lluvias es de: \$ 3,092.36.

Tabla 33. Costo de los dispositivos y servicios cloud del sistema para el monitoreo y alerta de lluvias

Costo de los dispositivos y servicios cloud del sistema para el monitoreo y alerta de lluvias					
Dispositivos y Servicios		Unidades		Precio	Precio Total
1.					
	IoT Hub	1	Unidad	\$ 10.00	\$ 10.00
	Stream Analytics	1	Unidad	\$ 80.30	\$ 80.30
	Cosmos DB	1	Unidad	\$ 17.52	\$ 17.52
	Blob Storage	1	Unidad	\$ 3.49	\$ 3.49
	Service Bus Queue	1	Unidad	\$ 0.05	\$ 0.05
	Azure Functions	2	Unidad	\$ 13.60	\$ 27.20
	Logic Apps	1	Unidad	\$ 300.15	\$ 300.15
	Power BI	2	Unidad	\$ 9.99	\$ 19.98
	Subtotal				\$ 458.69
2.					
	Meshlium	1	Unidad	\$ 1,750.00	\$ 1,750.00
	Waspnote lora 4.5 dbi - 900 MHz	1	Unidad	\$ 204.83	\$ 204.83
	Proto Sensor 2.0	1	Unidad	\$ 40.84	\$ 40.84
	Young 52202 Sensor	1	Unidad	\$ 638.00	\$ 638.00
	SolarWorld SWA 285 - Panel Solar	1	Unidad	\$ 259.00	\$ 259.00
	Subtotal				\$ 2,633.67
Total					\$ 3,092.36

Plano de construcción

Para la implementación de este sistema se ha integrado a un nuevo sistema llamado Estación meteorológica autónoma, la cual comporte el funcionamiento con el anemómetro (Lambrecht NAVAL) para el monitoreo del viento y dispositivo Ambient Control para el monitoreo de la temperatura, humedad, presión atmosférica y luminosidad del clima.

Para conocer el detalle de los materiales y el plano de construcción, diríjase al Anexo B – Estación meteorológica autónoma.

Costo de implementación

Para la implementación de este sistema se ha integrado a un nuevo sistema llamado Estación meteorológica autónoma, la cual comporte el funcionamiento con el anemómetro (Lambrecht NAVAL) para el monitoreo del viento y dispositivo Ambient Control para el monitoreo de la temperatura, humedad, presión atmosférica y luminosidad del clima.

Para conocer el detalle del Costo de Implementación, diríjase al Anexo B – Estación meteorológica autónoma.

5.4.10 Sistema para el monitoreo y alerta de vientos

Arquitectura Física:

Figura 44. Arquitectura del sistema de monitoreo y alerta de vientos

Descripción:

Esta solución tecnológica ha sido diseñada para para monitorear la velocidad, fuerza y dirección del viento con el fin de determinar el desplazamiento de las nubes. Entre los requerimientos de esta solución están el ser integrada a una red de sensores inalámbricos y ser autónoma.

Funcionalidad:

- Permite monitorear en tiempo real la velocidad fuerza y dirección del viento.
- Permite analizar de manera rápida la información proporcionada por los sensores para generar las acciones de control pertinentes.
- Envía por SMS un aviso de alerta cuando exista un punto anómalo que genere peligro a los pobladores.

Beneficio:

- Con este sistema se puede conocer en todo momento el estado del viento en el ambiente.

- Permite el análisis de factores que permita determinar la aparición de lluvias intensas.

Funcionamiento:

Sensor Anemómetro Lambrecht NAVAL 24513

Es un sensor para la medición del viento, formado por la veleta y cazoletas, construidas en el aluminio resistente a las condiciones extremas que existe. Este equipo está preparado para ser instalado en barcos, buques, plataformas marinas, puertos e instalaciones de costa cercanas al mar. Se trata también de un equipo calificado para poder resistir los climas más fríos y evitar que el material se cargue de hielo e impida su normal funcionamiento.

La veleta tiene una precisión de $\pm 2,5^\circ$ y una resolución de 1° . La velocidad de iniciación es de 0,8m/s. Las cazoletas llegan a medir rachas de 220km/h, con una precisión de $\pm 2\%$. La velocidad de iniciación en este caso es de 0,4m/s.

LoRa 900 MHz

Para la transmisión de los datos, la red de sensores inalámbricos utiliza el protocolo de comunicación LoRa mediante el módulo de radio LoRa 900 MHz que esta aplicado a todos los dispositivos Waspote, la cual permite un alcance de hasta 30 km.

Proto Sensor 2.0

Para obtener unas medidas más exactas en las mediciones, se ha optado por usar sensores diferentes a los que desarrolla Libelium. Es por ello, que se emplea la placa Proto Sensor de Waspote, diseñada para permitir la integración del microcontrolador diferentes tipos de sensores.

Waspote

Para la captura de la información se hace uso de la plataforma Waspote de Libelium, interactuando con el sensor Lambrecht NAVAL 24513 y el módulo de comunicación LoRa 900 MHz. La aplicación en el Waspote se diseñará para permitir el control de la información sensorial, administración del consumo de la energía y la transmisión inalámbrica de los datos. Esta aplicación tiene la función principal de transmitir la información sensorial por un tiempo determinado.

Meshlium

Su función es hacer de puerta de enlace de la red diseñada con Waspnote. A través de esta pasarela, con la configuración adecuada, los datos recogidos serán remitidos al punto final de almacenamiento y tratamiento de la información en la nube, la cual la envía por medio de señal 3G.

Azure IoT Hub

Azure IoT Hub es una puerta de enlace a la nube de Azure. Su objetivo principal es recopilar los datos entrantes y trasladarlo a la nube de Azure. Además, es capaz de manejar el tráfico bidireccional, lo que significa que un Azure IoT Hub puede enviar datos a los dispositivos conectados dando la posibilidad de realizar un control, autenticación, autorización de dispositivos, traducción de protocolos, etc. Para la arquitectura propuesta, el IoT Hub se encargará de recopilar los datos de los sensores provenientes de la puerta de enlace de campo y trasladarlo a la nube de Azure.

SMS Alert Azure Function

Azure Function es una solución para ejecutar fácilmente pequeños fragmentos de código, en pocas palabras, es un API. Este servicio puede hacer que el desarrollo sea aún más productivo y, además, le permite utilizar el lenguaje de desarrollo que prefiera, como C#, F#, Node.js, Java o PHP. En la arquitectura propuesta, esta API se utiliza como intermediario para transformar los datos binarios procedentes de los sensores para transformarlo en formato REST. A su vez también, se utiliza como función de alerta de SMS que usará los mensajes en el service Bus Queue y los enviará como alerta a diversos usuarios.

Stream Analytics

Stream Analytics es un servicio de procesamiento de eventos que ofrece capacidades de análisis de grandes volúmenes de datos, ejecución de procesos, organización de los datos o bien análisis de tendencias, relaciones, patrones y potenciales flujos. Además, permite realizar análisis sólidos en tiempo real de los datos de dispositivos IoT y almacenar los datos en una base de datos. Para la arquitectura propuesta, se usa Stream Analytics para procesar los datos de los sensores y almacenarlos en una base de datos Azure SQL.

Cosmos DB

Azure Cosmos DB es una base de datos No SQL que proporciona acceso a información (JSON) de forma rápida, con alta disponibilidad, escalable y con replicación global. Este servicio se utiliza para el almacenamiento en ruta cálida, la cual, almacena datos que deben estar disponibles inmediatamente desde los sensores para la creación y visualización de informes, así como el dato crítico para alertar a la población.

Blob Storage

Azure Blob Storage es un sistema de almacenamiento de objetos ampliamente escalable para datos no estructurados. Este servicio será utilizado para el almacenamiento en ruta fría, la cual, almacena datos que se mantienen a largo plazo, como la data histórica que los sensores emiten.

Service Bus Queue

Service Bus Queue es un intermediario de mensajes de integración empresarial completamente gestionado. Service Bus es el más comúnmente utilizado para desacoplar aplicaciones y servicios entre sí, y es una plataforma confiable y segura para datos asincrónicos y transferencia de estado. Los datos se transfieren entre diferentes aplicaciones y servicios mediante mensajes. Para la arquitectura propuesta, el Service Bus Queue se encargará de almacenar los mensajes de alerta producto del análisis de los datos de los sensores.

Logic App – Twilio

Azure Logic App simplifica la forma en que se crea flujos de trabajo escalables automatizados que integran aplicaciones y datos a través de servicios en la nube y sistemas locales. Para la arquitectura propuesta, se hará uso de Twilio que es una API de servicio web de telefonía que le permite a utilizar las habilidades y lenguajes web existentes para crear aplicaciones de voz y SMS. Será usando en conjunto con SMS Alert Azure Function para tener la capacidad de enviar SMS a la población.

Power BI

Power BI es una solución de análisis que permite organizar y visualizar los datos. Se requiere de esta solución para la creación de dashboards para presentar y visualizar los datos recopilados por los todos los sensores de la solución tecnológica.

Costo de los dispositivos y servicios cloud

El costo aproximado de los dispositivos y servicios cloud del sistema para el monitoreo y alerta de vientos es de: \$ 6,712.13.

Tabla 34. Costo de los dispositivos y servicios cloud del sistema para el monitoreo y alerta de vientos

Costo de los dispositivos y servicios cloud del sistema para el monitoreo y alerta de vientos					
Dispositivos y Servicios		Unidades		Precio	Precio Total
1.					
	IoT Hub	1	Unidad	\$ 10.00	\$ 10.00
	Stream Analytics	1	Unidad	\$ 80.30	\$ 80.30
	Cosmos DB	1	Unidad	\$ 17.52	\$ 17.52
	Blob Storage	1	Unidad	\$ 3.49	\$ 3.49
	Service Bus Queue	1	Unidad	\$ 0.05	\$ 0.05
	Azure Functions	2	Unidad	\$ 13.60	\$ 27.20
	Logic Apps	1	Unidad	\$ 300.15	\$ 300.15
	Power BI	2	Unidad	\$ 9.99	\$ 19.98
	Subtotal				\$ 458.69
2.					
	Meshlium	1	Unidad	\$ 1,750.00	\$ 1,750.00
	Waspmote lora 4.5 dbi - 900 MHz	1	Unidad	\$ 204.83	\$ 204.83
	Proto Sensor 2.0	1	Unidad	\$ 40.84	\$ 40.84
	Anemómetro Lambrecht NAVAL 24513	1	Unidad	\$ 4,257.77	\$ 4,257.77
	SolarWorld SWA 285 - Panel Solar	1	Unidad	\$ 259.00	\$ 259.00
	Subtotal				\$ 6,253.44
Total					\$ 6,712.13

Plano de construcción

Para la implementación de este sistema se ha integrado a un nuevo sistema llamado Estación meteorológica autónoma, la cual comporte el funcionamiento con el pluviómetro (Young 52202) para el monitoreo del viento y dispositivo Ambient Control para el monitoreo de la temperatura, humedad, presión atmosférica y luminosidad del clima.

Para conocer el detalle de los materiales y el plano de construcción, diríjase al Anexo B – Estación meteorológica autónoma.

Costo de implementación

Para la implementación de este sistema se ha integrado a un nuevo sistema llamado Estación meteorológica autónoma, la cual comporte el funcionamiento con el pluviómetro (Young 52202) para el monitoreo del viento y dispositivo Ambient Control para el monitoreo de la temperatura, humedad, presión atmosférica y luminosidad del clima.

Para conocer el detalle del Costo de Implementación, diríjase al Anexo B – Estación meteorológica autónoma.

5.4.11 Sistema para el monitoreo y alerta ambiental

Arquitectura Física:

Figura 45. Arquitectura del sistema de monitoreo y alerta ambiental

Descripción:

Esta solución tecnológica se ha diseñado para la monitorear los principales elementos climatológicos con el fin de determinar el nivel de intensidad de las lluvias por medio de la evaporización de las aguas. Entre los requerimientos de esta solución están el ser integrada a una red de sensores inalámbricos y ser autónoma.

Funcionalidad:

- La solución tecnológica se compone de diversos dispositivos físicos, softwares y aplicaciones asociadas.
- Permite monitorear en tiempo real los principales componentes climatológicos.
- Permite analizar de manera rápida la información proporcionada por los sensores para generar las acciones de control pertinentes.

- Envía por SMS un aviso de alerta cuando el río esté a punto de desbordarse a la población de la localidad cercana al río.

Beneficio:

- Con este sistema se puede conocer en todo momento el estado del clima.
- Permite el análisis de factores que permita determinar la aparición de lluvias intensas.

Funcionamiento:

Waspnote Ambient Control

Este modelo Waspnote está diseñado para monitorear los principales parámetros del entorno climático. Solo se permiten cuatro sondas de sensor para este modelo, temperatura, humedad, presión atmosférica y luminosidad. La aplicación en la Waspnote se diseñó para permitir el control de la información sensorial, administración del consumo de la energía y la transmisión inalámbrica de los datos. Esta aplicación tiene la función principal de transmitir la información sensorial por un tiempo determinado.

Proto Sensor 2.0

Para obtener unas medidas más exactas en las mediciones, se ha optado por usar sensores diferentes a los que desarrolla Libelium. Es por ello, que se emplea la placa Proto Sensor de Waspnote, diseñada para permitir la integración del microcontrolador diferentes tipos de sensores.

Waspnote

Para la captura de la información se hace uso de la plataforma Waspnote de Libelium, interactuando con el sensor Lambrecht NAVAL 24513 y el módulo de comunicación LoRa 900 MHz. La aplicación en el Waspnote se diseñará para permitir el control de la información sensorial, administración del consumo de la energía y la transmisión inalámbrica de los datos. Esta aplicación tiene la función principal de transmitir la información sensorial por un tiempo determinado.

Meshlium

Su función es hacer de puerta de enlace de la red diseñada con Waspote. A través de esta pasarela, con la configuración adecuada, los datos recogidos serán remitidos al punto final de almacenamiento y tratamiento de la información en la nube.

Azure IoT Hub

Azure IoT Hub es una puerta de enlace a la nube de Azure. Su objetivo principal es recopilar los datos entrantes y trasladarlo a la nube de Azure. Además, es capaz de manejar el tráfico bidireccional, lo que significa que un Azure IoT Hub puede enviar datos a los dispositivos conectados dando la posibilidad de realizar un control, autenticación, autorización de dispositivos, traducción de protocolos, etc. Para la arquitectura propuesta, el IoT Hub se encargará de recopilar los datos de los sensores provenientes de la puerta de enlace de campo y trasladarlo a la nube de Azure.

SMS Alert Azure Function

Azure Function es una solución para ejecutar fácilmente pequeños fragmentos de código, en pocas palabras, es un API. Este servicio puede hacer que el desarrollo sea aún más productivo y, además, le permite utilizar el lenguaje de desarrollo que prefiera, como C#, F#, Node.js, Java o PHP. En la arquitectura propuesta, esta API se utiliza como intermediario para transformar los datos binarios procedentes de los sensores para transformarlo en formato REST. A su vez también, se utiliza como función de alerta de SMS que usará los mensajes en el service Bus Queue y los enviará como alerta a diversos usuarios.

Stream Analytics

Stream Analytics es un servicio de procesamiento de eventos que ofrece capacidades de análisis de grandes volúmenes de datos, ejecución de procesos, organización de los datos o bien análisis de tendencias, relaciones, patrones y potenciales flujos. Además, permite realizar análisis sólidos en tiempo real de los datos de dispositivos IoT y almacenar los datos en una base de datos. Para la arquitectura propuesta, se usa Stream Analytics para procesar los datos de los sensores y almacenarlos en una base de datos Azure SQL.

Cosmos DB

Azure Cosmos DB es una base de datos No SQL que proporciona acceso a información (JSON) de forma rápida, con alta disponibilidad, escalable y con replicación global. Este servicio se utiliza para el almacenamiento en ruta cálida, la cual, almacena datos que deben estar disponibles inmediatamente desde los sensores para la creación y visualización de informes, así como el dato crítico para alertar a la población.

Blob Storage

Azure Blob Storage es un sistema de almacenamiento de objetos ampliamente escalable para datos no estructurados. Este servicio será utilizado para el almacenamiento en ruta fría, la cual, almacena datos que se mantienen a largo plazo, como la data histórica que los sensores emiten.

Service Bus Queue

Service Bus Queue es un intermediario de mensajes de integración empresarial completamente gestionado. Service Bus es el más comúnmente utilizado para desacoplar aplicaciones y servicios entre sí, y es una plataforma confiable y segura para datos asincrónicos y transferencia de estado. Los datos se transfieren entre diferentes aplicaciones y servicios mediante mensajes. Para la arquitectura propuesta, el Service Bus Queue se encargará de almacenar los mensajes de alerta producto del análisis de los datos de los sensores.

Logic App – Twilio

Azure Logic App simplifica la forma en que se crea flujos de trabajo escalables automatizados que integran aplicaciones y datos a través de servicios en la nube y sistemas locales. Para la arquitectura propuesta, se hará uso de Twilio que es una API de servicio web de telefonía que le permite a utilizar las habilidades y lenguajes web existentes para crear aplicaciones de voz y SMS. Será usando en conjunto con SMS Alert Azure Function para tener la capacidad de enviar SMS a la población.

Power BI

Power BI es una solución de análisis que permite organizar y visualizar los datos. Se requiere de esta solución para la creación de dashboards para presentar y visualizar los datos recopilados por los todos los sensores de la solución tecnológica.

Costo de los dispositivos y servicios cloud

El costo aproximado de los dispositivos y servicios cloud del sistema de monitoreo y alerta ambiental es de: \$ 3,198.36.

Tabla 35. Costo de los dispositivos y servicios cloud del sistema de monitoreo y alerta ambiental

Costo de los dispositivos y servicios cloud del sistema de monitoreo y alerta ambiental					
Dispositivos y Servicios		Unidades		Precio	Precio Total
1.					
	IoT Hub	1	Unidad	\$ 10.00	\$ 10.00
	Stream Analytics	1	Unidad	\$ 80.30	\$ 80.30
	Cosmos DB	1	Unidad	\$ 17.52	\$ 17.52
	Blob Storage	1	Unidad	\$ 3.49	\$ 3.49
	Service Bus Queue	1	Unidad	\$ 0.05	\$ 0.05
	Azure Functions	2	Unidad	\$ 13.60	\$ 27.20
	Logic Apps	1	Unidad	\$ 300.15	\$ 300.15
	Power BI	2	Unidad	\$ 9.99	\$ 19.98
	Subtotal				\$ 458.69
2.					
	Meshlium	1	Unidad	\$ 1,750.00	\$ 1,750.00
	Waspote lora 4.5 dbi - 900 MHz	1	Unidad	\$ 204.83	\$ 204.83
	Proto Sensor 2.0	1	Unidad	\$ 40.84	\$ 40.84
	Ambient Control	1	Unidad	\$ 744.00	\$ 744.00
	SolarWorld SWA 285 - Panel Solar	1	Unidad	\$ 259.00	\$ 259.00
	Subtotal				\$ 2,739.67
Total					\$ 3,198.36

Plano de construcción

Para la implementación de este sistema se ha integrado a un nuevo sistema llamado Estación meteorológica autónoma, la cual comporte el funcionamiento con el pluviómetro (Young 52202) para el monitoreo del viento y anemómetro (Lambrech NAVAL) para el monitoreo del viento.

Para conocer el detalle de los materiales y el plano de construcción, diríjase al Anexo B – Estación meteorológica autónoma

Costo de implementación

Para la implementación de este sistema se ha integrado a un nuevo sistema llamado Estación meteorológica autónoma, la cual comporte el funcionamiento con el pluviómetro (Young 52202) para el monitoreo del viento y anemómetro (Lambrecht NAVAL) para el monitoreo del viento.

Para conocer el detalle del Costo de Implementación, diríjase al Anexo B – Estación meteorológica autónoma.

5.4.12 Sistema para la detección de personas en estado de emergencias utilizando datos de Twitter

Arquitectura Física:

Figura 46. Arquitectura del sistema para la detección de personas en estado de emergencias utilizando datos de Twitter

Descripción:

Esta solución es una plataforma basada en servicios de Azure que puede servir como backend para aplicaciones y servicios relacionados con la detección y gestión de crisis mediante la extracción de varias fuentes de datos de Twitter. El sistema se centra en la escalabilidad y se basa en una combinación de marcos de Big Data de última generación.

Funcionalidad:

- La solución tecnológica se compone de diversos dispositivos físicos, softwares y aplicaciones asociadas.
- Permite obtener información en tiempo real de los desastres naturales ocasionados por el fenómeno del niño que se están manifestando, haciendo uso de la red social Twitter y luego brindarla a los usuarios usando este mismo medio.
- Búsqueda mejorada de información relacionada con la crisis basada en criterios tales como ubicación, tiempo, sentimiento o una combinación de los anteriores.
- Descubrimiento automático de nuevos puntos de interés y eventos que podrían indicar una crisis emergente de cualquier magnitud, pequeña o grande, que abarcan los desastres naturales del fenómeno “El Niño”.
- Inferencia de la trayectoria semántica del usuario durante y después de la emergencia a través de la combinación de sus puntos de GPS con información de fondo, como mapas, registros, comentarios de los usuarios, etc.
- Extracción semiautomática de la actividad de un usuario durante la crisis en forma de blog.

Beneficio:

Con el sistema propuesto se puede aprovechar enorme cantidad de información de desastres naturales que se encuentra en la red social Twitter y partir de ello haciendo uso del procesamiento de los datos detectar y gestionar los riesgos de desastres naturales.

Funcionamiento:

Tweety API – Twitter

Tweepy es la librería que recopila los métodos necesarios para acceder sin problemas a la API de Twitter. Se utiliza esta API para conectarse a Twitter y capturar todos los tweets requeridos de las personas que se encuentren en emergencia.

Azure Event Hub

Azure Event Hubs es una plataforma de streaming de macrodatos y servicio de ingesta de eventos capaz de recibir y procesar millones de eventos por segundo. Event Hubs procesa y almacena los datos proporcionados por Twitter de las personas que interactúan con esta plataforma en estado de emergencia, recolecta estos datos sin procesar y los envía al Azure HDInsight.

Azure HDInsight - Hadoop

Para el subsistema de procesamiento, se han implementado el servicio Hadoop de HDInsight para satisfacer los requisitos especiales del procesamiento de datos de las redes sociales. De hecho, el volumen y la velocidad de los datos producidos por las redes sociales exigen un enfoque distribuido. Dado que el marco de Hadoop ha surgido como la plataforma más elegida para el análisis a gran escala, diseñamos e implementamos los siguientes módulos de procesamiento basados en Hadoop: (a) el módulo de recopilación de datos, (b) el módulo de análisis de sentimientos, (c) el módulo de procesamiento de textos y (d) el módulo de detección de eventos.

Azure Cognitive Services (Sentiment Analysis, Text Processing)

Los Servicios cognitivos de Azure son un conjunto de API y SDK, para crear aplicaciones inteligentes de características cognitivas, como la detección de emociones y video; reconocimiento facial, del habla y de la visión; y comprensión del habla y el lenguaje. Para este caso se utiliza el servicio Language para realizar el análisis de sentimiento a cualquier twitter. Con ello se puede lograr un aproximado de la evaluación emocional que tiene un tema o persona en algún momento en las redes sociales o contenidos evaluados. El análisis de sentimiento se refiere al uso de procesamiento de lenguaje natural, análisis de texto y lingüística computacional para identificar y extraer información subjetiva de los recursos. La idea es obtener el tráfico de twitter sobre un tema o persona, aplicarle análisis de sentimiento y graficar los resultados.

Azure HDInsight - HBase

Es el servicio de base de datos relacional inteligente en la nube totalmente administrado que ofrece la mayor compatibilidad con el motor de SQL Server, de modo que pueden migrar sus bases de datos de SQL Server sin necesidad de cambiar las aplicaciones. Admite estructuras como datos relacionales, JSON, espaciales y XML. Para la arquitectura propuesta, se utiliza un Azure SQL Database para almacenar los datos recopilados por los sensores para luego ser mostrados a través de un dashboard.

Azure Web App

Azure Web Apps le permite crear y alojar aplicaciones web en el lenguaje de programación que prefiera sin tener que administrar la infraestructura. Ofrece escalado automático y alta disponibilidad, admite Windows y Linux, y permite implementaciones automatizadas desde GitHub, Visual Studio Team Services o cualquier repositorio de Git. Para la arquitectura propuesta, se requiere de una aplicación web en Azure que servirá como dashboard para presentar y visualizar los datos recopilados por los todos los sensores de la solución tecnológica.

Costo de los servicios cloud

El costo aproximado de los servicios cloud del sistema para la detección de personas en estado de emergencias utilizando datos de Twitter es de: \$ 7,290.30.

Tabla 36. Costo de los servicios cloud del sistema para la detección de personas en estado de emergencias utilizando datos de Twitter

Costo de los servicios cloud del sistema para la detección de personas en estado de emergencias utilizando datos de Twitter					
Dispositivos y Servicios		Unidades		Precio	Precio Total
1.					
	Event Hubs	1	Unidad	\$ 11.51	\$ 11.51
	HD Insight - Hadoop	1	Unidad	\$ 893.52	\$ 893.52
	Cognitive Services	1	Unidad	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00
	Azure Database for PostgreSQL	1	Unidad	\$ 62.14	\$ 62.14
	HD Insight - HBase	1	Unidad	\$ 1,268.38	\$ 1,268.38
	App Service	1	Unidad	\$ 54.75	\$ 54.75
Total					\$ 7,290.30

Costo de implementación

Para la implementación de esta solución tecnológica se debe contar con un Jefe de Proyecto, cuya función es responsable de la planificación, el diseño y la implementación coordinada de los servicios cloud de esta solución, asegurando que el entorno sea compatible, resiliente y escalable. Además, se necesitará el servicio de programadores expertos en servicios cloud de Microsoft Azure. Finalmente, se debe contar con el apoyo de testers que tengan una vasta experiencia en realizar las pruebas correspondientes para este tipo de soluciones tecnológicas. El tiempo de desarrollo para esta solución tecnológicas es de 3 meses.

Tabla 37. Costo de implementación del sistema para la detección de personas en estado de emergencias utilizando datos de Twitter

		Unidades		Precio	Precio Total
Desarrollo de la Solución					
1.	Servicios Cloud				
	Event Hubs	1	Unidad	\$ 11.51	\$ 11.51
	HD Insight – Hadoop	1	Unidad	\$ 893.52	\$ 893.52
	Cognitive Services	1	Unidad	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00
	Azure Database for PostgreSQL	1	Unidad	\$ 62.14	\$ 62.14
	HD Insight – Hbase	1	Unidad	\$ 1,268.38	\$ 1,268.38
	App Service	1	Unidad	\$ 54.75	\$ 54.75
	Subtotal				\$ 7,290.30
2.	Personal Desarrollo				
	Jefe del Proyecto	1	Meses	\$ 4,000.00	\$ 4,000.00
	Programador	2	Meses	\$ 3,500.00	\$ 7,000.00
	Tester	2	Meses	\$ 2,000.00	\$ 4,000.00
	Subtotal				\$ 15,000.00
Costo total de Desarrollo					\$ 22,290.30

El costo aproximado de implementación es de \$ 22,290.30.

5.4.13 Sistema para la detección de personas en estado de emergencias utilizando datos de Facebook

Arquitectura Física:

Figura 47. Arquitectura del sistema para la detección de personas en estado de emergencias utilizando datos de Facebook

Descripción:

Esta solución es una plataforma basada en servicios de Azure que puede servir como backend para aplicaciones y servicios relacionados con la detección y gestión de crisis mediante la extracción de varias fuentes de datos de Facebook. El sistema se centra en la escalabilidad y se basa en una combinación de marcos de Big Data de última generación.

Funcionalidad:

- La solución tecnológica se compone de diversos dispositivos físicos, softwares y aplicaciones asociadas.
- Permite obtener información en tiempo real de los desastres naturales ocasionados por el fenómeno del niño que se están manifestando, haciendo uso de la red social Facebook y luego brindarla a los usuarios usando este mismo medio.

- Búsqueda mejorada de información relacionada con la crisis basada en criterios tales como ubicación, tiempo, sentimiento o una combinación de los anteriores.
- Descubrimiento automático de nuevos puntos de interés y eventos que podrían indicar una crisis emergente de cualquier magnitud, pequeña o grande, que abarcan los desastres naturales del fenómeno “El Niño”.
- Inferencia de la trayectoria semántica del usuario durante y después de la emergencia a través de la combinación de sus puntos de GPS con información de fondo, como mapas, registros, comentarios de los usuarios, etc.
- Extracción semiautomática de la actividad de un usuario durante la crisis en forma de blog.

Beneficio:

Con el sistema propuesto se puede aprovechar enorme cantidad de información de desastres naturales que se encuentra en la red social Twitter y partir de ello haciendo uso del procesamiento de los datos detectar y gestionar los riesgos de desastres naturales.

Funcionamiento:

Graph API - Facebook

La API Graph es la principal herramienta que permite a las aplicaciones leer y escribir en la gráfica social de Facebook. Todos nuestros SDK y productos interactúan de algún modo con la API Graph y las demás API son extensiones de esta. Se utiliza esta API para conectarse a Facebook y capturar todas las iteraciones requeridos de las personas que se encuentren en emergencia.

Azure Event Hub

Azure Event Hubs es una plataforma de streaming de macro datos y servicio de ingesta de eventos capaz de recibir y procesar millones de eventos por segundo. Event Hubs procesara y almacenara los datos proporcionados por los estados de Facebook de las personas que interactúen con esta plataforma en estado de emergencia, recolectara estos datos sin procesar y los enviara al Azure HDInsight.

Azure HDInsight - Hadoop

Para el subsistema de procesamiento, se han implementado el servicio Hadoop de HDInsight para satisfacer los requisitos especiales del procesamiento de datos de las redes sociales. De hecho, el volumen y la velocidad de los datos producidos por las redes sociales exigen un enfoque distribuido. Dado que el marco de Hadoop ha surgido como la plataforma más elegida para el análisis a gran escala, diseñamos e implementamos los siguientes módulos de procesamiento basados en Hadoop: (a) el módulo de recopilación de datos, (b) el módulo de análisis de sentimientos, (c) el módulo de procesamiento de textos y (d) el módulo de detección de eventos.

Azure Cognitive Services (Sentiment Analysis, Text Processing)

Los Servicios cognitivos de Azure son un conjunto de API y SDK, para crear aplicaciones inteligentes de características cognitivas, como la detección de emociones y video; reconocimiento facial, del habla y de la visión; y comprensión del habla y el lenguaje. Para este caso se utiliza el servicio Language para realizar el análisis de sentimiento a cualquier estado de Facebook. Con ello se puede lograr un aproximado de la evaluación emocional que tiene un tema o persona en algún momento en las redes sociales o contenidos evaluados. El análisis de sentimiento se refiere al uso de procesamiento de lenguaje natural, análisis de texto y lingüística computacional para identificar y extraer información subjetiva de los recursos. La idea es obtener el tráfico de Facebook sobre un tema o persona, aplicarle análisis de sentimiento y graficar los resultados.

Azure HDInsight - HBase

Es el servicio de base de datos relacional inteligente en la nube totalmente administrado que ofrece la mayor compatibilidad con el motor de SQL Server, de modo que pueden migrar sus bases de datos de SQL Server sin necesidad de cambiar las aplicaciones. Admite estructuras como datos relacionales, JSON, espaciales y XML. Para la arquitectura propuesta, se utiliza un Azure SQL Database para almacenar los datos recopilados por los sensores para luego ser mostrados a través de un dashboard.

Azure Web App

Azure Web Apps le permite crear y alojar aplicaciones web en el lenguaje de programación que prefiera sin tener que administrar la infraestructura. Ofrece escalado automático y alta

disponibilidad, admite Windows y Linux, y permite implementaciones automatizadas desde GitHub, Visual Studio Team Services o cualquier repositorio de Git. Para la arquitectura propuesta, se requiere de una aplicación web en Azure que servirá como dashboard para presentar y visualizar los datos recopilados por los todos los sensores de la solución tecnológica.

Costo de los servicios cloud

El costo aproximado de los servicios cloud del sistema para la detección de personas en estado de emergencias utilizando datos de Facebook es de: \$ 7,290.30.

Tabla 38. Costo de los servicios cloud del sistema para la detección de personas en estado de emergencias utilizando datos de Facebook

Costo de los servicios cloud del sistema para la detección de personas en estado de emergencias utilizando datos de Facebook					
Dispositivos y Servicios		Unidades		Precio	Precio Total
1.					
	Event Hubs	1	Unidad	\$ 11.51	\$ 11.51
	HD Insight – Hadoop	1	Unidad	\$ 893.52	\$ 893.52
	Cognitive Services	1	Unidad	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00
	Azure Database for PostgreSQL	1	Unidad	\$ 62.14	\$ 62.14
	HD Insight – Hbase	1	Unidad	\$ 1,268.38	\$ 1,268.38
	App Service	1	Unidad	\$ 54.75	\$ 54.75
Total					\$ 7,290.30

Costo de implementación:

Para la implementación de esta solución tecnológica se debe contar con un Jefe de Proyecto, cuya función es responsable de la planificación, el diseño y la implementación coordinada de los servicios cloud de esta solución, asegurando que el entorno sea compatible, resiliente y escalable. Además, se necesitará el servicio de programadores expertos en servicios cloud de Microsoft Azure. Finalmente, se debe contar con el apoyo de testers que tengan una vasta experiencia en realizar las pruebas correspondientes para este tipo de soluciones tecnológicas. El tiempo de desarrollo de esta solución tecnológica es de 3 meses.

Tabla 39. Costo de implementación del sistema para la detección de personas en estado de emergencias utilizando datos de Facebook

		Unidades		Precio	Precio Total
Desarrollo de la Solución					
1.	Servicios Cloud				
	Event Hubs	1	Unidad	\$ 11.51	\$ 11.51
	HD Insight - Hadoop	1	Unidad	\$ 893.52	\$ 893.52
	Cognitive Services	1	Unidad	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00
	Azure Database for PostgreSQL	1	Unidad	\$ 62.14	\$ 62.14
	HD Insight - HBase	1	Unidad	\$ 1,268.38	\$ 1,268.38
	App Service	1	Unidad	\$ 54.75	\$ 54.75
	Subtotal				\$ 7,290.30
2.	Personal Desarrollo				
	Jefe del Proyecto	1	Meses	\$ 4,000.00	\$ 4,000.00
	Programador	2	Meses	\$ 3,500.00	\$ 7,000.00
	Tester	2	Meses	\$ 2,000.00	\$ 4,000.00
	Subtotal				\$ 15,000.00
Costo total de Desarrollo					\$ 22,290.30

El costo aproximado de implementación es de \$ 22,290.30.

5.4.14 Sistema para detección de personas en estado de emergencia utilizando procesamiento de lenguaje natural en Twitter

Arquitectura Física:

Figura 48. Arquitectura del sistema para para detección de personas en estado de emergencia utilizando procesamiento de lenguaje natural en Twitter

Descripción:

Esta solución tecnológica se ha diseñado para el monitoreo de desastres naturales ocasionados por el fenómeno del niño mediante la red social Twitter para brindar información en tiempo real en cuanto al desarrollo de estos desastres naturales. Entre los requerimientos de esta solución están el de utilizar la API de Twitter y el procesamiento de lenguaje natural.

Funcionalidad:

- La solución tecnológica se compone de diversos dispositivos físicos, softwares y aplicaciones asociadas.
- Permite obtener información en tiempo real de los desastres naturales ocasionados por el fenómeno del niño que se están manifestando haciendo uso de la red social Twitter y luego brindarla a los usuarios usando este mismo medio.
- Permite hacer un filtro de tweets relacionados a los desastres naturales obteniendo los más importantes y que brinden una mayor cantidad de información concreta y veraz en cuanto a los desastres naturales que se están manifestando.
- Envía información en tiempo real a la población haciendo uso de la misma red social una vez realizado el proceso de filtrado.

Beneficio:

Con el sistema propuesto se puede aprovechar la enorme cantidad de información de desastres naturales que circulan en la red social Twitter, extrayendo tweets de usuarios y haciendo uso del procesamiento del lenguaje natural realizar un filtro identificando los tweets con información relevante de los desastres naturales, para así lograr la importante tarea de mantener informada en tiempo real a la población.

Funcionamiento:

Extracción de Tweets

Twitter incluye información dentro de Tweets, como direcciones URL de direcciones web o fotografías, también información sobre la persona que generó el Tweet, su fecha y hora de

generación. La herramienta Tweepy permite hacer todas estas acciones con limitaciones menores. Dentro de la estructura de Twitter, cada parámetro tiene un formato, los Tweets son del tipo "Unicode", la fecha y la hora pertenecen al tipo de datos "fecha y hora" respectivamente y el nombre del usuario es tipo "Unicode". La primera acción realizada es la entrada de credenciales (consumer_key, consumer_secret, access_token, access_token_secret) para ser verificadas por la función de autorización, si son correctas los métodos descargarán los Tweets que se almacenarán en la base de datos, si la verificación de credenciales es incorrecta, la entrada de ellos debe hacerse de nuevo.

Aplicación Python

La aplicación en Python se divide en una secuencia de comandos principal en la que se importan varias bibliotecas, tales como: Eliminar, Tiempo, NLTK y Tweepy. En el script, se realiza el proceso de extracción de tweets y su procesamiento, es decir, eliminar caracteres especiales, proceso de filtrado y almacenamiento. El proceso de eliminación convierte una cadena en texto en un Tweet para administrarlo mejor. A continuación, se realizan comparaciones sucesivas y el reemplazo de caracteres especiales.

Proceso de Filtrado

El proceso de filtrado y la aplicación NLTK se basan principalmente en el modelo de recuperación de información: Boolean, con la creación de un conjunto de palabras para cada categoría para que puedan ser comparadas, y Probabilistic con la comparación de frecuencia de una palabra en una oración. La existencia de una palabra en una oración o Tweet se determina y se asigna a una tabla de la base de datos, que representa una categoría de DN que tiene información al respecto. Todas las funciones y clases mencionadas pertenecen a la herramienta NLTK; de lo contrario, el Tweet se almacena solo en la tabla principal.

Aplicación Web

La aplicación web tiene una página principal que muestra gráficamente la evolución de la base de datos y una página para cada categoría donde se muestran los 10 últimos tweets registrados con la opción de cargar todo el contenido de una categoría usando el botón "cargar más". La conexión con la base de datos se realiza utilizando el lenguaje de programación PHP, donde se requieren parámetros previamente declarados, tales como: dirección IP de la base de datos, nombre de la base de datos, puerto de acceso, usuario y

contraseña. Para cada categoría, se realiza una consulta en la tabla correspondiente, donde los Tweets registrados se seleccionan en orden descendente para que se muestren ordenados según los criterios: fecha, autor de Tweet, texto de Tweet, etc. que toma la forma de una tabla.

Costos de los servicios cloud

El costo aproximado de los servicios cloud del sistema para la detección de personas en estado de emergencia utilizando el procesamiento de lenguaje natural en Twitter es de: \$ 1,030.60.

Tabla 40. Costo de los servicios cloud del sistema para detección de personas en estado de emergencia utilizando procesamiento de lenguaje natural en Twitter

Costo de los servicios cloud del sistema para detección de personas en estado de emergencia utilizando procesamiento de lenguaje natural en Twitter					
Dispositivos y Servicios		Unidades		Precio	Precio Total
1.					
	Functions	1	Unidad	\$ 195.40	\$ 195.40
	Azure SQL Database	1	Unidad	\$ 780.45	\$ 780.45
	App Service	1	Unidad	\$ 54.75	\$ 54.75
Total					\$ 1,030.60

Costo de implementación

Para la implementación de esta solución tecnológica se contará con un Jefe de Proyecto, cuya función es responsable de la planificación, el diseño y la implementación coordinada de los servicios cloud de esta solución, asegurando que el entorno sea compatible, resiliente y escalable. Además, se necesitará el servicio de programadores expertos en servicios cloud de Microsoft Azure y el uso de la API de twitter que se usará para este caso en particular: Tweepy. Finalmente, se debe contar con el apoyo de testers que tengan una vasta experiencia en realizar las pruebas correspondientes para este tipo de soluciones tecnológicas. El tiempo de desarrollo de esta solución tecnológica es de 3 meses.

Tabla 41. Costo de implementación del sistema para detección de personas en estado de emergencia utilizando procesamiento de lenguaje natural en Twitter

			Unidades		Precio	Precio Total
Desarrollo de la Solución						
1.	Servicios Cloud					
	Functions	1	Unidad	\$	195.40	\$ 195.40
	Azure SQL Database	1	Unidad	\$	780.45	\$ 780.45
	App Service	1	Unidad	\$	54.75	\$ 54.75
	Subtotal					\$ 1,030.60
2.	Personal Desarrollo					
	Jefe del Proyecto	1	Meses	\$	4,000.00	\$ 4,000.00
	Programador	2	Meses	\$	3,500.00	\$ 7,000.00
	Tester	2	Meses	\$	2,000.00	\$ 4,000.00
	Subtotal					\$ 15,000.00
Costo total de Desarrollo						\$ 16,030.60

El costo aproximado de implementación es de \$ 16,030.60.

5.4.15 Sistema de conexión a internet utilizando globos aerostáticos

Arquitectura Física:

Figura 49. Arquitectura del sistema de conexión a internet utilizando globos aerostáticos

Descripción:

Este sistema es una red inalámbrica inflada en el área del desastre para cubrir refugios o áreas de comunicación interrumpidas, brindando conectividad inalámbrica LTE asegurando rápidamente la comunicación.

Funcionalidad:

- La solución tecnológica se compone de diversos dispositivos físicos.
- Permite proveer internet a un radio de 2000 m2.
- Provee Conectividad inalámbrica LTE.

Beneficio:

- Con éste sistema se puede brindar cobertura 4G LTE a zonas donde la conectividad se encuentre colapsada.

Funcionamiento:

Lintratek Panel Antenna 1

Este dispositivo es una antena que recibe señal de frecuencia 4G LTE del proveedor donante y es conducida a través de un cable coaxial hasta el amplificador Lintratek.

Lintratek 4G LTE 700 Signal Repeater

Este dispositivo está diseñado para recibir señales de un proveedor donante para amplificar y retransmitir las señales recibidas a áreas de poca cobertura. Este tipo de repetidor puede transmitir de forma inalámbrica y amplificar bidireccionalmente la señal 4G LTE del proveedor donante a una cobertura de 2000m2.

Lintratek Panel Antenna 2

Este dispositivo forma parte del repetidor Lintratek para exportar la señal 4G LTE amplificada.

Globo de Helio

Esta unidad es un globo de helio diseñada para llevar la carga de todos los componentes para transmitir la señal 4G LTE

Costos de los dispositivos

El costo aproximado de los dispositivos para el sistema de conexión a internet utilizando globos aerostáticos es de: \$ 5,364.99.

Tabla 42. Costo de los dispositivos del sistema de conexión a internet utilizando globos aerostáticos

Costo de los dispositivos del Sistema de conexión a internet utilizando globos aerostáticos					
Dispositivos y Servicios		Unidades		Precio	Precio Total
1.					
	Lintratek KW27F-LTE 26	1	Unidad	\$ 300.00	\$ 300.00
	All Frequency LPDA antenna	1	Unidad	\$ 39.99	\$ 39.99
	Ceiling mount antenna	1	Unidad	\$ 25.00	\$ 25.00
	Advertising Inflatables	1	Unidad	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00
Total					\$ 5,364.99

Costo de implementación

Para la implementación de esta solución tecnológica se contará con un Jefe de Proyecto, cuya función es responsable de la planificación, el diseño y la implementación coordinada de los servicios cloud de esta solución, asegurando que el entorno sea compatible, resiliente y escalable. Además, un desarrollador y ensamblador cuya función será la de configurar, preparar los dispositivos necesarios e integrarlos para llevar a cabo la implementación con éxito. El tiempo de implementación de esta solución tecnológica es de 15 días.

Tabla 43. Costo de implementación del sistema de conexión a internet utilizando globos aerostáticos

			Unidades		Precio	Precio Total
Desarrollo de la Solución						
1.	Dispositivos					
		Lintraket KW2TF-LTE 26	1	Unidad	\$ 300.00	\$ 300.00
		All Frequency LPDA antenna	1	Unidad	\$ 39.99	\$ 39.99
		Ceiling mount antenna	1	Unidad	\$ 25.00	\$ 25.00
		Advertising inflatables	1	Unidad	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00
		Subtotal				\$ 5,364.99
2.	Personal Desarrollo					
		Jefe del Proyecto	1	Meses	\$ 4,000.00	\$ 4,000.00
		Desarrollador	2	Meses	\$ 3,000.00	\$ 6,000.00
		Ensamblador	1	Meses	\$ 1,500.00	\$ 1,500.00
		Subtotal				\$ 11,500.00
Costo total de Desarrollo						\$ 16,864.99

El costo aproximado de implementación es de \$ 16,864.99.

5.4.16 Sistema de conexión a internet utilizando TV UHF

Arquitectura Física:

Figura 50. Arquitectura del sistema de conexión a internet utilizando TV UHF

Descripción:

Solución tecnológica utiliza los espectros en las frecuencias de TV UHF vacías (a las que se hace referencia como espacio blanco de TV) para ofrecer banda ancha a los usuarios en lugares que no tienen internet o su red se encuentre colapsada.

Funcionalidad:

- La solución tecnológica se compone de diversos dispositivos físicos.
- Permite proveer internet hasta una distancia aproximada de 20 km.
- La señal puede cubrir 100 veces el área de la tecnología Wi-Fi típica sin disminuir la fuerza debido a los escombros.

Beneficio:

- Brindar acceso a internet a la población que se encuentre en lugares alejados donde no llegue la conexión a internet o donde la cobertura se haya perdido.

Funcionamiento:

Rural Connect Base Station

El Basestation es un dispositivo de montaje en rack de que normalmente se instalará en la intemperie en o cerca del punto de montaje de su antena externa. Este dispositivo se conecta a Internet a través de un puerto Ethernet estándar, donde obtiene automáticamente una dirección IP de un servidor DHCP. Codifica los datos de la conexión Ethernet para la transmisión a una o más unidades CPE (Rural connect Client Radio).

Base Station Antenna

Antena que emite la señal de internet radio UHF hacia los clientes.

Client Station Antenna

Antena que recibe la señal de internet radio UHF de la estación base.

Rural Connect Client Radio

El CPE, también llamado Rural connect Client Radio, se instala en las instalaciones del suscriptor. Los CPE se conectan a una estación base a través de una señal de radio UHF. Debido a las características de propagación únicas de las señales en la banda UHF, las buenas conexiones son generalmente posibles incluso si hay un camino sin línea de visión hacia la estación base. Una vez que se establece un enlace a la estación base, los CPE proporcionan acceso a la red a través de una conexión Ethernet estándar.

Costos de los dispositivos:

El costo aproximado de los dispositivos para el sistema de conexión a internet utilizando TV UHF es de: \$ 4,838.00.

Tabla 44. Costo de los dispositivos del sistema de conexión a internet utilizando TV UHF

Costo de los dispositivos del sistema de conexión a internet utilizando TV UHF			
Dispositivos y Servicios	Unidades	Precio	Precio Total

1.					
	Base Station / Access Point	1	Unidad	\$ 3,998.00	\$ 3,998.00
	120-Degree Sector Panel Antenna	1	Unidad	\$ 280.00	\$ 280.00
	CPE Panel Antenna	1	Unidad	\$ 100.00	\$ 100.00
	Client Station / Subscriber Unit	1	Unidad	\$ 460.00	\$ 460.00
Total					\$ 4,838.00

Costo de implementación:

Para la implementación de esta solución tecnológica se contará con un Jefe de Proyecto, cuya función es responsable de la planificación, el diseño y la implementación coordinada de los servicios cloud de esta solución, asegurando que el entorno sea compatible, resiliente y escalable. Además, un desarrollador y ensamblador cuya función será la de preparar, configurar los dispositivos necesarios e integrarlos para llevar a cabo la implementación con éxito. El tiempo de implementación de esta solución tecnológica es de 15 días.

Tabla 45. Costo de implementación del sistema de conexión a internet utilizando TV UHF

		Unidades		Precio	Precio Total
Desarrollo de la Solución					
1.	Dispositivos				
	Base Station / Access Point	1	Unidad	\$ 3,998.00	\$ 3,998.00
	120-Degree Sector Panel Antenna	3	Unidad	\$ 280.00	\$ 840.00
	UHF Log Periodic 10.5 dBi	1	Unidad	\$ 80.00	\$ 80.00
	RC Pole/Wall Mount	1	Unidad	\$ 35.00	\$ 35.00
	POE Injector 90-264 VAC 56 VDC	1	Unidad	\$ 59.00	\$ 59.00
	100' Outdoor CAT5E Cable	1	Unidad	\$ 158.00	\$ 158.00
	RC Base Surge Protector (POE)	1	Unidad	\$ 110.00	\$ 110.00
	RC Base Surge Protector (RF)	3	Unidad	\$ 68.00	\$ 204.00
	Client Station / Subscriber Unit	5	Unidad	\$ 460.00	\$ 2,300.00
	CPE Panel Antenna	1	Unidad	\$ 100.00	\$ 100.00
	UHF Log Periodic 10.5 dBi	5	Unidad	\$ 80.00	\$ 400.00
	RC Pole/Wall Mount	5	Unidad	\$ 35.00	\$ 175.00
	POE Injector 90-264 VAC 56 VDC	5	Unidad	\$ 59.00	\$ 295.00
	50' Outdoor CAT5E Cable	5	Unidad	\$ 70.00	\$ 350.00
	RC CPE Surge Protector (POE)	5	Unidad	\$ 60.00	\$ 300.00
	RC CPE Surge Protector (RF)	5	Unidad	\$ 12.00	\$ 60.00
	Bench Test Kit	1	Unidad	\$ 25.00	\$ 25.00
	UHF Spectrum Analyzer	1	Unidad	\$ 233.00	\$ 233.00
	130W 12 or 24 VDC Solar Kit	1		\$ 2,421.00	\$ 2,421.00

	UHF Amplifier (Int'l)	1	Unidad	\$ 995.00	\$ 995.00
	Subtotal				\$ 13,138.00
2.	Personal de Desarrollo				
	Jefe del Proyecto	1	Meses	\$ 4,000.00	\$ 4,000.00
	Desarrollador	2	Meses	\$ 3,000.00	\$ 6,000.00
	Ensamblador	1	Meses	\$ 1,500.00	\$ 1,500.00
	Subtotal				\$ 11,500.00
	Costo total de Desarrollo				\$ 24,638.00

El costo aproximado de implementación es de \$ 24,638.00.

5.4.17 Sistema de conexión a internet utilizando drones

Arquitectura Física:

Figura 51. Arquitectura del sistema de conexión a internet utilizando Drones

Descripción:

Este sistema es una red inalámbrica inflada en el área del desastre para cubrir refugios o áreas de comunicación interrumpidas, brindando conectividad inalámbrica LTE asegurando rápidamente la comunicación.

Funcionalidad:

- La solución tecnológica se compone de diversos dispositivos físicos.
- Permite proveer internet a un radio de 2000 m2.
- Provee Conectividad inalámbrica LTE.

Beneficio:

Con este sistema se puede brindar cobertura 4G LTE a zonas donde la conectividad se encuentre colapsada.

Funcionamiento:**Lintratek Panel Antenna 1**

Este dispositivo es una antena que recibe señal de frecuencia 4G LTE del proveedor donante y es conducida a través de un cable coaxial hasta el amplificador Lintratek.

Lintratek 4G LTE 700 Signal Repeater

Este dispositivo está diseñado para recibir señales de un proveedor donante para amplificar y retransmitir las señales recibidas a áreas de poca cobertura. Este tipo de repetidor puede transmitir de forma inalámbrica y amplificar bidireccionalmente la señal 4G LTE del proveedor donante a una cobertura de 2000m2.

Lintratek Panel Antenna 2

Este dispositivo forma parte del repetidor Lintratek para exportar la señal 4G LTE amplificada.

M210RTK

El 210 RTK está construido para resistir IP43, por lo que puede volar bajo la lluvia. Está dimensionado para permanecer estable en vientos cruzados, con estabilidad adicional de sus

hélices de 17 pulgadas. Su cuerpo plegable, más las baterías extraíbles, las hélices y el tren de aterrizaje, facilitan su almacenamiento y transporte en el estuche incluido.

Costos de los dispositivos:

El costo aproximado de los dispositivos para el sistema de conexión a internet utilizando drones es de: \$ 6,614.99.

Tabla 46. Costo de los dispositivos del sistema de conexión a internet utilizando drones

Costo de los dispositivos del Sistema de conexión a internet utilizando drones					
Dispositivos y Servicios		Unidades		Precio	Precio Total
1.					
	Lintratek KW27F-LTE 26	1	Unidad	\$ 300.00	\$ 300.00
	All Frequency LPDA antenna	1	Unidad	\$ 39.99	\$ 39.99
	Ceiling mount antenna	1	Unidad	\$ 25.00	\$ 25.00
	M210RTK Drone	1	Unidad	\$ 6,250.00	\$ 6,250.00
Total					\$ 6,614.99

Costo de implementación:

Para la implementación de esta solución tecnológica se contará con un Jefe de Proyecto, cuya función es responsable de la planificación, el diseño y la implementación coordinada de los servicios cloud de esta solución, asegurando que el entorno sea compatible, resiliente y escalable. Además, un desarrollador y ensamblador cuya función será la de configurar, preparar los dispositivos necesarios e integrarlos para llevar a cabo la implementación con éxito. El tiempo de implementación de esta solución tecnológica es de 15 días.

Tabla 47. Costo de implementación del sistema de conexión a internet utilizando drones

		Unidades		Precio	Precio Total
Desarrollo de la Solución					
1.	Dispositivos				
	Lintratek KW27F-LTE 26	1	Unidad	\$ 300.00	\$ 300.00
	All Frequency LPDA antenna	1	Unidad	\$ 39.99	\$ 39.99
	Ceiling mount antenna	1	Unidad	\$ 25.00	\$ 25.00
	Advertising inflatables	1	Unidad	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00
	M210RTK Drone	1	Unidad	\$ 6,250.00	\$ 6,250.00

	Subtotal				\$ 11,614.99
2.	Personal Desarrollo				
	Jefe del Proyecto	1	Meses	\$ 4,000.00	\$ 4,000.00
	Desarrollador	2	Meses	\$ 3,000.00	\$ 6,000.00
	Ensamblador	1	Meses	\$ 1,500.00	\$ 1,500.00
	Subtotal				\$ 11,500.00
Costo total de Desarrollo					\$ 23,114.99

El costo aproximado de implementación es de \$ 23,114.99.

5.4.18 Sistema para la detección de personas bajo escombros utilizando FINDER

Arquitectura Física:

Figura 52. Sistema para la detección de personas bajo escombros utilizando FINDER

Descripción:

Desarrollado para encontrar signos de vida bajo los escombros. Detección fiable de latidos cardíacos y movimientos respiratorios a 20 metros de distancia vertical y horizontalmente

Funcionalidad:

El dispositivo FINDER envía una señal de microondas de baja potencia a través de los escombros y busca cambios en los reflejos de esas señales que regresan producidos por pequeños movimientos causados por la respiración y los latidos del corazón de las víctimas atrapadas.

Beneficio:

- Posibilidad de salvar vidas ahorrando tiempo ubicando múltiples sobrevivientes que se encuentran atrapados bajo escombros.

Funcionamiento:

El usuario coloca el dispositivo FINDER frente al grupo de escombros que desea monitorear. La detección toma alrededor de 30 segundos y muestra en la pantalla de la computadora portátil dónde están las víctimas y cuáles son sus ritmos cardíacos y sus tasas de respiración. Luego puede moverse a una nueva ubicación y utilizarse para realizar otra búsqueda, lo que permite buscar grandes áreas rápidamente.

Costo de los dispositivos y servicios:

El costo aproximado de los dispositivos del sistema para la detección de personas bajo escombros utilizando FINDER es de: \$ 30,647.95.

Tabla 48. Costo de los dispositivos del sistema para la detección de personas bajo escombros utilizando FINDER

Costo de los dispositivos del sistema para la detección de personas bajo escombros utilizando FINDER					
Dispositivos y Servicios		Unidades		Precio	Precio Total
1.					
	FINDER	1	Unidad	\$ 27,999.95	\$ 27,999.95
	Panasonic Toughbook H2	1	Unidad	\$ 2,098.00	\$ 2,098.00
	Matlab	1	Unidad	\$ 550.00	\$ 550.00
Total					\$ 30,647.95

Costo de implementación:

Para la implementación de esta solución tecnológica se contará con un Jefe de Proyecto, cuya función es responsable de la planificación, el diseño y la implementación coordinada de los servicios cloud de esta solución, asegurando que el entorno sea compatible, resiliente y escalable. Además, un desarrollador y ensamblador cuya función será la de preparar, configurar los dispositivos necesarios e integrarlos para llevar a cabo la implementación con éxito. El tiempo de implementación de esta solución tecnológica es de 15 días.

Tabla 49. Costo de implementación del sistema para la detección de personas bajo escombros utilizando FINDER

		Unidades		Precio	Precio Total
Desarrollo de la Solución					
1.	Dispositivos				
	FINDER	1	Unidad	\$ 27,999.95	\$ 27,999.95
	Panasonic Toughbook H2	1	Unidad	\$ 39.99	\$ 39.99
	Subtotal				\$ 28,039.94
1.	Software				
	Matlab	1	Licencia	\$ 550.00	\$ 550.00
	Subtotal				\$ 550.00
2.	Personal Desarrollo				
	Jefe del Proyecto	1	Meses	\$ 4,000.00	\$ 4,000.00
	Desarrollador	2	Meses	\$ 3,000.00	\$ 6,000.00
	Ensamblador	1	Meses	\$ 1,500.00	\$ 1,500.00
	Subtotal				\$ 11,500.00
Costo total de Desarrollo					\$ 40,089.94

El costo aproximado de implementación es de \$ 40,089.94.

CAPITULO 6: RESULTADOS DEL PROYECTO

En este capítulo, se realizará el análisis de la validación de las soluciones tecnológicas diseñadas con los checklist de validación y la matriz de validación. Además de la presentación de una hoja de ruta con los proyectos que se presentaron anteriormente.

6.1 Validación de las soluciones tecnológicas

6.1.1 Juicio de expertos - Checklist de Validación

Para cumplir con las expectativas indicadas, se ha desarrollado una lista de preguntas de verificación (checklist), a ser usadas para verificar que criterios sobre la gestión del riesgo y tecnología sean incorporados en las soluciones tecnológicas.

El checklist realizado se divide en dos etapas:

- La primera etapa está orientada para un experto en Fenómeno El Niño, por consecuencia, las preguntas realizadas en esta etapa están orientadas a que si las soluciones tecnológicas cumplen en atender los desastres naturales del fenómeno del niño y en la gestión del riesgo a desastres naturales.
- La segunda etapa está orientada a la investigación tecnológica, por ende, se contactó a un experto en Investigación Tecnológica para que verifique si cada solución tecnológica cumple con los criterios de diseño arquitectónico.

Como resultado de la primera etapa, se entrevistó a un experto en desastres del Fenómeno el Niño; el Ing. Dario Marcelo Fierro Zapata, que es el Director Regional Ica – SENAMHI.

Como conclusión del checklist de la primera etapa, se obtuvo lo siguiente:

- Las soluciones son muy caras para el estado.
- Actualmente, la detección y alerta del desborde de los ríos se hace a través de un personal que monitorea el río.
- El sistema de monitoreo y alerta utilizando Drones sería de gran ayuda para la población.
- Solo se monitorean algunos ríos principales en el Perú.
- Debes agregar una solución de predicción de lluvias para el monitoreo de nubes.
- Se recomienda diseñar una solución tecnológica para el monitoreo del ambiente y lluvias utilizando satélites

Como resultado de la segunda etapa, se entrevistó a un experto en Investigación Tecnológica: El Ing. Alfredo Barrientos Padilla, que es el Coordinador de Investigación y Desarrollo Tecnológico en la UPC

Como conclusión del checklist de la segunda etapa, se obtuvo lo siguiente:

- Están definidos los componentes de hardware requeridos para las soluciones tecnológicas.
- El estilo de presentación y detalle de las arquitecturas son las adecuadas – Se recomienda un diseñador gráfico.
- Utilizar los nombres adecuados para definir los dispositivos

Para mayor detalle de los Checklist de validación ver los anexos D y G.

6.1.2 Juicio de expertos - Matriz de validación

Adicionalmente al checklist de Validación, se realizó una Matriz de validación, por lo cual solo se tomó en consideración a dos expertos, el Ing. Darío Marcelo Fierro Zapata y el Ing. Alfredo Barrientos Padilla con los mismos expertos.

6.1.2.1 Matriz validación del experto en Investigación Tecnológica

Para la matriz de validación del experto en Investigación Tecnológica, se utilizaron criterios de Calidad basado en la ISO 9126.

Los requisitos de calidad corresponden a las subcaracterísticas que se van a evaluar; cabe destacar que las soluciones a evaluar son productos en diseño (no ejecutados), por lo que se aplicarán métricas internas según ISO 9126. Además de lo anterior, hay una serie de criterios que no serán evaluados debido a que son criterios que requiere de una implementación física, como, por ejemplo:

- La seguridad, en el criterio de Funcionalidad.
- El criterio de Fiabilidad.
- La conformidad de usabilidad, en el criterio de Usabilidad.
- La conformidad de eficiencia, en el criterio de Eficiencia.
- La estabilidad, testeabilidad y conformidad de facilidad de mantenimiento, en el criterio de Facilidad de Mantenimiento.
- La reemplazabilidad y conformidad de portabilidad, en el criterio de Portabilidad.

Por lo que solo se evaluarán características que son susceptibles de ser aplicadas al modelo conceptual. En la Tabla 50 se resumen las características por evaluar y el peso que tendrá

cada una; cabe aclarar que el peso está especificado de manera cuantitativa a una escala de 0 a 1, siendo repartidos los pesos de la siguiente manera:

Tabla 50. Criterios de la matriz de validación del experto en Investigación Tecnológica

Criterio	Subcriterio	Peso	
Funcionalidad	Aplicabilidad	0.41	0.25
	Precisión	0.38	
	Interoperabilidad	0.09	
	Conformidad de la funcionalidad	0.12	
Usabilidad	Entendibilidad	0.315	0.19
	Facilidad de Aprendizaje	0.255	
	Operabilidad	0.295	
	Atractividad	0.135	
Eficiencia	Comportamiento en el tiempo	0.53	0.22
	Utilización de recursos	0.47	
Mantenibilidad	Analizabilidad	0.49	0.2
	Cambiabilidad	0.51	
Portabilidad	Adaptabilidad	0.34	0.12
	Instalabilidad	0.33	
	Co existencia	0.33	

Para cada característica de calidad definida, es necesario definir los niveles de satisfacción que se consideran deben cumplir las ponderaciones para ser consideradas de calidad. A continuación, se presentan los pesos a criterio de los autores, con base al marco de trabajo del ISO 9126

- Insuficiente: 0,00-0,33
- En progreso: 0,34-0,75
- Logrado: 0,76-1,00

Como resultado de esta validación, se obtuvieron los siguientes resultados según cada solución tecnológica diseñada:

Tabla 51. Resultado de la validación del experto en Investigación Tecnológica

Sistema	Puntaje
Sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del rio utilizando radares.	0.98
Sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del rio utilizando sensores de ultrasonido.	0.98
Sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del rio usando sensores de presión.	0.98
Sistema para el monitoreo de inundaciones utilizando drones.	0.98
Sistema para la detección y alerta de huaicos utilizando sensores de desplazamiento lineal.	0.98
Sistema para la detección y alerta de huaicos utilizando sensores de humedad de suelo.	0.98
Sistema para la detección y alerta de huaicos utilizando sensores de detección de grietas	0.98
Sistema para la detección y alerta de Huaicos utilizando radares.	0.98
Sistema de monitoreo y alerta de lluvias	0.98
Monitoreo y alerta de viento	0.98
Sistema para el monitoreo y alerta ambiental	0.95
Sistema para la detección de personas en estado de emergencias utilizando datos de Twitter.	0.97
Sistema para la detección de personas en estado de emergencias utilizando datos de Facebook.	0.96
Sistema para detección de personas en estado de emergencia utilizando el procesamiento de lenguaje natural en Twitter	0.96

Sistema de conexión a internet utilizando globos aerostáticos	0.96
Sistema de conexión a internet utilizando TV UHF	0.96
Sistema de conexión a internet utilizando drones	0.96
Sistema para la detección de personas bajo escombros utilizando FINDER	0.96

Para mayor detalle de la matriz de validación ver el anexo F.

6.1.2.2 Matriz validación del experto en Fenómeno El Niño

Para la matriz de validación del experto en Fenómeno El Niño, se utilizaron criterios de Gestión del riesgo a desastres naturales, Inversión estatal.

En la Tabla 52 se resumen las características por evaluar y el peso que tendrá cada una; cabe aclarar que el peso está especificado de manera cuantitativa a una escala de 0 a 1, siendo repartidos los pesos de la siguiente manera:

Tabla 52. Criterios de la matriz de validación del experto en Fenómeno El Niño

Criterio	Peso
Funcionamiento	0.2
Escenarios	0.15
Participantes	0.15
Alcance	0.2
Integración	0.15
Viabilidad	
Financiera	0.05
Innovación	0.1

Para cada característica definida, es necesario definir los niveles de satisfacción que se consideran deben cumplir las ponderaciones. A continuación, se presentan los pesos a criterio de los autores:

- Insuficiente: 0,00-0,33
- En Progreso: 0,34-0,75
- Logrado: 0,76-1,00

Como resultado de esta validación, se obtuvieron los siguientes resultados según cada solución tecnológica diseñada:

Tabla 53. Resultado de la validación del experto en Fenómeno El Niño

Sistema	Puntaje
Sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando radares.	0.83
Sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando sensores de ultrasonido.	0.83
Sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río usando sensores de presión.	0.83
Sistema para el monitoreo de inundaciones utilizando drones.	0.85
Sistema para la detección y alerta de huaicos utilizando sensores de desplazamiento lineal.	0.83
Sistema para la detección y alerta de huaicos utilizando sensores de humedad de suelo.	0.83
Sistema para la detección y alerta de huaicos utilizando sensores de detección de grietas	0.83
Sistema para la detección y alerta de Huaicos utilizando radares.	0.78
Sistema de monitoreo y alerta de lluvias	0.83
Monitoreo y alerta de viento	0.83
Sistema para el monitoreo y alerta ambiental	0.83
Sistema para la detección de personas en estado de emergencias utilizando datos de Twitter.	0.95

Sistema para la detección de personas en estado de emergencias utilizando datos de Facebook.	0.95
Sistema para detección de personas en estado de emergencia utilizando el procesamiento de lenguaje natural en Twitter	0.95
Sistema de conexión a internet utilizando globos aerostáticos	0.95
Sistema de conexión a internet utilizando TV UHF	0.95
Sistema de conexión a internet utilizando drones	0.95
Sistema para la detección de personas bajo escombros utilizando FINDER	0.95

Para mayor detalle de la matriz de validación ver el anexo E.

6.2 Roadmap del Proyecto

El propósito de esta sección es planificar el desarrollo de los proyectos de esta investigación, listar los diferentes caminos que puede tomar la implementación de los proyectos y determinar las prioridades asegurando que el Roadmap esté alineado con los objetivos del proyecto. Además de describir el entorno, problema y migración.

6.2.1 Lista de proyectos

Tabla 54. Lista de soluciones tecnológicas del proyecto

Solución Tecnológica	Descripción	Dependencia	Estimación del costo del proyecto
Sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del rio utilizando radares.	Esta solución tecnológica es un sistema de alerta temprana que utiliza radares para determinar el nivel de agua del rio.	Inundación	\$ 23,641.32
Sistema de monitoreo y alerta del nivel de	Esta solución tecnológica es un sistema de alerta temprana que	Inundación	\$ 21,606.01

agua del rio utilizando sensores de ultrasonido.	utiliza sensores de ultrasonido para determinar el nivel de agua del rio.		
Sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del rio usando sensores de presión.	Esta solución tecnológica es un sistema de alerta temprana que utiliza sensores de presión sumergidos en el agua para determinar el nivel de agua del rio.	Inundación	\$ 22,693.72
Sistema para el monitoreo de inundaciones utilizando drones.	Esta solución tecnológica ha diseñado para monitorear los ríos en estado de desbordamiento y futuras inundaciones, con el fin de informar a las entidades pertinentes y población sobre el estado actual de las inundaciones.	Inundación	\$ 38,853.93
Sistema de detección y alerta de huaicos	Esta solución es un conjunto de tecnologías para la detección automática de Huaicos. Está diseñado para alertar a las personas cercanas al cerro, el surgimiento anticipado de un Huaico.	Huaico	\$ 24,894.98
Estación meteorológica autónoma	Esta solución tecnológica consiste en medir la intensidad de las lluvias con el fin de alertar la aparición de precipitaciones intensas; monitorea la velocidad, fuerza y dirección del viento con el fin de determinar aparición de	Lluvias Intensas	\$ 35,244.72

	lluvias y el desplazamiento de las nubes.		
Sistema para la detección de personas en estado de emergencias utilizando datos de Twitter.	Plataforma de Big Data que puede alimentar aplicaciones y servicios de detección y gestión de crisis combinando datos heterogéneos de varias fuentes de datos de Twitter.	Inundación, Huaico y Lluvias intensas	\$ 22,290.30
Sistema para la detección de personas en estado de emergencias utilizando datos de Facebook .	Plataforma de Big Data que puede alimentar aplicaciones y servicios de detección y gestión de crisis combinando datos heterogéneos de varias fuentes de datos de Facebook.	Inundación, Huaico y Lluvias intensas	\$ 22,290.30
Sistema para detección de personas en estado de emergencia utilizando el procesamiento de lenguaje natural en Twitter	Esta solución tecnológica se ha diseñado para el monitoreo de desastres naturales ocasionados por el fenómeno del niño mediante la red social Twitter para brindar información en tiempo real en cuanto al desarrollo de estos desastres naturales.	Inundación, Huaico y Lluvias intensas	\$ 16,030.60
Sistema de conexión a internet utilizando globos aerostáticos	Este sistema es una red inalámbrica inflada en el área del desastre para cubrir refugios o áreas de comunicación interrumpidas, brindando conectividad	Inundación, Huaico y Lluvias intensas	\$ 16,864.99

	inalámbrica LTE asegurando rápidamente la comunicación.		
Sistema de conexión a internet utilizando TV UHF	Proporciona acceso a internet a través de canales de TV no utilizados.	Inundación, Huaico y Lluvias intensas	\$ 24,638.00
Sistema de conexión a internet utilizando drones	Proporciona acceso a internet utilizando drones, para crear una red inalámbrica aérea de velocidad de 4G.	Inundación, Huaico y Lluvias intensas	\$ 23,114.99
Sistema para la detección de personas bajo escombros utilizando FINDER	Es un sistema de sensores microondas de baja potencia para detectar pequeños movimientos, desde la respiración hasta el latido del corazón de una víctima enterrada debajo de escombros.	Inundación, Huaico y Lluvias intensas	\$ 40,089.94

6.2.2 Lista priorizada según impacto del proyecto

PROY1: Estación meteorológica autónoma. (ESTM)

ESTACIÓN METEOROLÓGICA AUTÓNOMA

- ESTA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA CONSISTE EN MEDIR LA INTENSIDAD DE LAS LLUVIAS CON EL FIN DE ALERTAR LA APARICIÓN DE PRECIPITACIONES INTENSAS; MONITOREA LA VELOCIDAD, FUERZA Y DIRECCIÓN DEL VIENTO CON EL FIN DE DETERMINAR APARICIÓN DE LLUVIAS Y EL DESPLAZAMIENTO DE LAS NUBES.

- **CATEGORÍA**

- DETECCIÓN Y ALERTA

- **ALCANCE**

- LLUVIAS INTENSAS

- **COSTO**

- \$ 35,244.72

Figura 53. Estación meteorológica autónoma

PROY2: Sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando sensores de ultrasonido. (RIOSOUND)

SISTEMA DE MONITOREO Y ALERTA DEL NIVEL DE AGUA DEL RÍO UTILIZANDO SENSORES DE ULTRASONIDO

- PARA ESTE SISTEMA, SE UTILIZA EL SENSOR TOUGHSONIC 50, EL CUAL MIDE EL NIVEL DE AGUA DEL RÍO SIN TENER CONTACTO FÍSICO O ESTAR SUMERGIDO DENTRO DEL AGUA..

- **CATEGORÍA**

- DETECCIÓN Y ALERTA

- **ALCANCE**

- INUNDACIONES

- **COSTO**

- \$ 21,606.01

Figura 54. Sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando sensores de ultrasonido

PROY3: Sistema para el monitoreo de inundaciones utilizando drones. (INDRONE)

SISTEMA PARA EL MONITOREO DE INUNDACIONES UTILIZANDO DRONES

- SOLUCIÓN TECNOLÓGICA DISEÑADA PARA MONITOREAR EL ESTADO E IMPACTO DE LAS INUNDACIONES MEDIANTE EL USO DE DRONES AUTÓNOMOS CAPTURANDO IMÁGENES EN TIEMPO REAL SOBRE EL ÁREA INTERESADA..
- **CATEGORÍA**
 - DETECCIÓN Y ALERTA
- **ALCANCE**
 - INUNDACIONES
- **COSTO**
 - \$ 38,853.93

Figura 55. Sistema para el monitoreo de inundaciones utilizando drones

PROY4: Sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río usando sensores de presión. (RIOPRE)

SISTEMA DE MONITOREO Y ALERTA DEL NIVEL DE AGUA DEL RÍO USANDO SENSORES DE PRESIÓN

- ESTA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA SE HA DISEÑADO PARA MONITOREAR LA PRESIÓN DEL CAUDAL DEL RÍO. A DIFERENCIA DE OTRAS SOLUCIONES TECNOLÓGICAS, ESTE SISTEMA UTILIZA UN SENSOR SUMERGIDO EN EL RÍO.
- **CATEGORÍA**
 - DETECCIÓN Y ALERTA
- **ALCANCE**
 - INUNDACIONES
- **COSTO**
 - \$ 22,693.72

Figura 56. Sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río usando sensores de presión

PROY5: Sistema de detección y alerta de huaicos. (HUAICO)

SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALERTA DE HUAICOS

- ESTA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA CONSISTE EN MEDIR LOS PRINCIPALES ASPECTOS DERIVADOS DE UN HUAICO. EL SISTEMA MONITOREA LA HUMEDAD DEL SUELO, DETECTA LA PRESENCIA DE GRIETAS, MIDE EL DESPLAZAMIENTO LINEAL DEL SUELO Y DETECTA LA LLEGADA DE UN HUAICO, CON EL FIN DE MITIGAR LOS RIESGOS DE ESTE TIPO DE DESASTRE NATURAL.
- **CATEGORÍA**
 - DETECCIÓN Y ALERTA
- **ALCANCE**
 - HUAICO
- **COSTO**
 - \$ 24,894.98

Figura 57. Sistema de detección y alerta de huaicos

PROY6: Sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando radares. (RIORAD)

SISTEMA DE MONITOREO Y ALERTA DEL NIVEL DE AGUA DEL RÍO UTILIZANDO RADARES

- ESTA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA HA SIDO DISEÑADA PARA MONITOREAR EN TIEMPO REAL PARÁMETROS DEL NIVEL DE AGUA QUE POSEA EL CAUDAL DE UN RÍO, UTILIZANDO SENSORES DE RADAR.
- **CATEGORÍA**
 - DETECCIÓN Y ALERTA
- **ALCANCE**
 - INUNDACIONES
- **COSTO**
 - \$ 23,641.32

Figura 58. Sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando radares

PROY7: Sistema de conexión a internet utilizando TV UHF. (TVUHF)

SISTEMA DE CONEXIÓN A INTERNET UTILIZANDO TV UHF

- SOLUCIÓN TECNOLÓGICA UTILIZA LOS ESPECTROS EN LAS FRECUENCIAS DE TV UHF VACÍAS (A LAS QUE SE HACE REFERENCIA COMO ESPACIO BLANCO DE TV) PARA OFRECER BANDA ANCHA A LOS USUARIOS EN LUGARES QUE NO TIENEN INTERNET O SU RED SE ENCUENTRE COLAPSADA.

- **CATEGORÍA**

- DISPONIBILIDAD DE LAS COMUNICACIONES

- **ALCANCE**

- INUNDACIÓN, HUAICO Y LLUVIAS INTENSAS

- **COSTO**

- \$ 24,638.00

Figura 59. Sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando radares

PROY8: Sistema para la detección de personas en estado de emergencias utilizando datos de Facebook. (FACEBOOK)

SISTEMA PARA LA DETECCIÓN DE PERSONAS EN ESTADO DE EMERGENCIAS UTILIZANDO DATOS DE FACEBOOK

- ESTA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA ES UNA PLATAFORMA DE BIG DATA QUE PUEDE ALIMENTAR APLICACIONES Y SERVICIOS DE DETECCIÓN Y GESTIÓN DE CRISIS COMBINANDO DATOS HETEROGÉNEOS DE VARIAS FUENTES DE DATOS DE FACEBOOK.

- **CATEGORÍA**

- INFORMACIÓN EN TIEMPO REAL

- **ALCANCE**

- INUNDACIÓN, HUAICO Y LLUVIAS INTENSAS

- **COSTO**

- \$ 22,290.30

Figura 60. Sistema para la detección de personas en estado de emergencias utilizando datos de Facebook

PROY9: Sistema de conexión a internet utilizando drones. (WIFIDRONE)

SISTEMA DE CONEXIÓN A INTERNET UTILIZANDO DRONES

- PROPORCIONA ACCESO A INTERNET UTILIZANDO DRONES, PARA CREAR UNA RED INALÁMBRICA AÉREA DE VELOCIDAD DE 4G.
- **CATEGORÍA**
 - DISPONIBILIDAD DE LAS COMUNICACIONES
- **ALCANCE**
 - INUNDACIÓN, HUAICO Y LLUVIAS INTENSAS
- **COSTO**
 - \$ 23,114.99

Figura 61. Sistema de conexión a internet utilizando drones

PROY10: Sistema para detección de personas en estado de emergencia utilizando el procesamiento de lenguaje natural en Twitter. (TWITTER1)

SISTEMA PARA LA DETECCIÓN DE PERSONAS EN ESTADO DE EMERGENCIAS UTILIZANDO DATOS DE TWITTER

- ESTA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA PLATAFORMA DE BIG DATA QUE PUEDE ALIMENTAR APLICACIONES Y SERVICIOS DE DETECCIÓN Y GESTIÓN DE CRISIS COMBINANDO DATOS HETEROGÉNEOS DE VARIAS FUENTES DE DATOS DE TWITTER.
- **CATEGORÍA**
 - INFORMACIÓN EN TIEMPO REAL
- **ALCANCE**
 - INUNDACIÓN, HUAICO Y LLUVIAS INTENSAS
- **COSTO**
 - \$ 22,290.30

Figura 62. Sistema para la detección de personas en estado de emergencias utilizando datos de Twitter

PROY11: Sistema para la detección de personas en estado de emergencias utilizando datos de Twitter. (TWITTER2)

SISTEMA PARA DETECCIÓN DE PERSONAS EN ESTADO DE EMERGENCIA UTILIZANDO EL PROCESAMIENTO DE LENGUAJE NATURAL EN TWITTER

- ESTA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA SE HA DISEÑADO PARA EL MONITOREO DE DESASTRES NATURALES OCASIONADOS POR EL FENÓMENO DEL NIÑO MEDIANTE LA RED SOCIAL TWITTER UTILIZANDO PROCESAMIENTO DE LENGUAJE NATURAL PARA BRINDAR INFORMACIÓN EN TIEMPO REAL.
- **CATEGORÍA**
 - INFORMACIÓN EN TIEMPO REAL
- **ALCANCE**
 - INUNDACIÓN, HUAICO Y LLUVIAS INTENSAS
- **COSTO**
 - \$ 16,030.60

Figura 63. Sistema para detección de personas en estado de emergencia utilizando el procesamiento de lenguaje natural en Twitter

PROY12: Sistema de conexión a internet utilizando globos aerostáticos. (WIFILOON)

SISTEMA DE CONEXIÓN A INTERNET UTILIZANDO GLOBOS AEROSTÁTICOS

- ESTA SOLUCIÓN TECNOLÓGICA ES UNA RED INALÁMBRICA INFLADA EN EL ÁREA DEL DESASTRE PARA CUBRIR REFUGIOS O ÁREAS DE COMUNICACIÓN INTERRUMPIDAS, BRINDANDO CONECTIVIDAD INALÁMBRICA LTE ASEGURANDO RÁPIDAMENTE LA COMUNICACIÓN.
- **CATEGORÍA**
 - DISPONIBILIDAD DE LAS COMUNICACIONES
- **ALCANCE**
 - INUNDACIÓN, HUAICO Y LLUVIAS INTENSAS
- **COSTO**
 - \$ 16,864.99

Figura 64. Sistema para detección de personas en estado de emergencia utilizando el procesamiento de lenguaje natural en Twitter

PROY13: Sistema para la detección de personas bajo escombros utilizando FINDER. (FINDER)

SISTEMA PARA LA DETECCIÓN DE PERSONAS BAJO ESCOMBROS UTILIZANDO FINDER

- ES UN SISTEMA DE SENSORES MICROONDAS DE BAJA POTENCIA PARA DETECTAR PEQUEÑOS MOVIMIENTOS, DESDE LA RESPIRACIÓN HASTA EL LATIDO DEL CORAZÓN DE UNA VÍCTIMA ENTERRADA DEBAJO DE ESCOMBROS.
- **CATEGORÍA**
 - RESCATE DE PERSONAS
- **ALCANCE**
 - INUNDACIÓN, HUAICO Y LLUVIAS INTENSAS
- **COSTO**
 - \$ 40,089.94

Figura 65. Sistema para detección de personas en estado de emergencia utilizando el procesamiento de lenguaje natural en Twitter

6.2.3 Plan de Implementación

El siguiente diagrama tiene como finalidad presentar los 13 proyectos que comprende el Roadmap de la Implementación de las Soluciones Tecnológicas para la Atención del Fenómeno “El Niño”. Cada proyecto ha sido planificado para su ejecución en los ciclos 2019-01, 2019-02, 2020-01, 2020-02, 2021-01, 2021-02 y 2022-01.

Figura 66. Roadmap de las soluciones tecnológicas

6.3 Catálogo de Soluciones

Como resultado del proyecto se obtuvo el catálogo de soluciones tecnológicas para la atención de desastres naturales del Fenómeno El Niño; donde se describe cada solución tecnológica, detallando su funcionalidad, beneficio, funcionamiento, dispositivos asociados, costo de los dispositivos asociados y el costo de implementación de cada solución.

El catálogo tiene como índice:

1. Fenómeno del Niño
2. Motivo de elaboración del catalogo
3. Finalidad del catálogo de soluciones
4. Concepto de las TIC y su utilidad
5. Beneficio de las TIC en la gestión de desastres
6. Listado de las soluciones por ámbito
7. Detalle de las soluciones tecnológicas

CAPÍTULO 7: GESTIÓN DEL PROYECTO

En este capítulo se explica a detalle la gestión del desarrollo del proyecto bajo los lineamientos de la metodología PMBOK. Se describen los planes de gestión, matrices, entre otros documentos necesarios para el desarrollo de este proyecto.

7.1 Registro de Interesados

En este documento se presenta la información de todos los interesados, así como su influencia e impacto en el desarrollo del proyecto. A continuación, se presenta el registro de interesados.

Tabla 55. Registro de interesados

Nombres y Apellidos	Organización	Cargo	Información del contacto	Requerimientos sobre el Producto	Influencia					Influencia sobre el proyecto	Impacto o el proyecto	Tipo de interés
					I	P	E	S	C			
Carlos Uribe Linares	IT Consulting	Jefe de Proyecto	u201315179@upc.edu.pe	Analizar, ejecutar y supervisar el desarrollo del proyecto con el fin de cumplir los objetivos en las fechas indicadas.	☒	☒	☒	☒	☒	Favorable	Alto	Conseguir toda la información requerida para el desarrollo exitoso del proyecto.
Erick Pino Canda	IT Consulting	Jefe de Investigación	u201311805@upc.edu.pe	Analizar, ejecutar y supervisar el desarrollo del proyecto con el fin de cumplir los objetivos en las fechas indicadas.	☒	☒	☒	☒	☒	Favorable	Alto	Conseguir toda la información requerida para el desarrollo exitoso del proyecto.

Nombres y Apellidos	Organización	Cargo	Información del contacto	Requerimientos sobre el Producto	Influencia					Influencia sobre el proyecto	Impacto o el proyecto	Tipo de interés
					I	P	E	S	C			
Rosario Villalta Jimmy Armas Daniel Subauste Pedro Shiguihara	UPC	Comité de Proyectos	rosario.villalta@upc.edu.pe jimmy.armas@upc.edu.pe daniel.subauste@upc.edu.pe pedro.shiguihara@upc.edu.pe	Evaluar el proyecto bajo los estándares establecidos de la EISC de la UPC	☒	☐	☐	☒	☐	Favorable	Alto	Formar profesionales que cumplan los Students Outcomes por el cual se rige la EISC.
Alfredo Barrientos	UPC	Cliente	pcsiabar@upc.edu.pe	Brindar apoyo y asesoría durante el desarrollo del proyecto.	☒	☐	☐	☒	☒	Favorable	Alto	Solución de dudas y asesoramiento durante el desarrollo del proyecto
Ángel Velásquez	IT Consulting	Portfolio Manager	angel.velasquez@upc.edu.pe	Brindar apoyo y asesoría durante el desarrollo del proyecto.	☒	☐	☒	☒	☒	Favorable	Alto	Culminación de todos los proyectos pertenecientes a la empresa virtual IT Consulting.

7.2 Matriz de Trazabilidad de Requerimientos

A continuación, se muestra un análisis de la matriz de trazabilidad de requerimientos, esta matriz vincula los requerimientos del proyecto con los objetivos y entregables a desarrollar.

Tabla 56. Matriz de trazabilidad de requerimientos

ID	Requerimiento	Justificación	Prioridad/ Categoría	Propósitos u Objetivos del proyecto	Código EDT	Método de Revisión	Verificación de Alcance / Validación	Estado Actual	Fecha
01	Realizar un análisis de los principales peligros, e impacto de los desastres naturales del Fenómeno “El Niño” en el Perú	Se necesita tener el conocimiento de los peligros e impacto de los desastres naturales del fenómeno “El Niño” para proponer las soluciones tecnológicas adecuadas que puedan atenderlos.	Alta	OE1: Analizar los principales peligros e impacto de los desastres naturales del fenómeno “El Niño” en el Perú, la aplicación de las TIC en la gestión de desastres naturales y soluciones tecnológicas existentes.	1.3.1	Presencia 1	Cumplido	Activo	15/04/2018
02	Realizar una investigación de las soluciones tecnológicas existentes en el mundo para la atención de desastres	Se necesita identificar y analizar las soluciones tecnológicas existentes en el mundo para la atención de los desastres que se quiere atacar ya que pueden ser tomadas como referencia.	Alta	OE1: Analizar los principales peligros e impacto de los desastres naturales del fenómeno “El Niño” en el Perú, la aplicación de las TIC en la gestión de desastres naturales y soluciones tecnológicas existentes.	1.3.2	Presencia 1	Cumplido	Activo	15/04/2018

	naturales del Fenómeno “El Niño”								
03	Realizar un catálogo de soluciones tecnológicas para la atención de desastres naturales del fenómeno “El Niño”	Se necesita un conjunto de soluciones tecnológicas que puedan contribuir con la atención de desastres naturales del fenómeno “El Niño” y que puedan ser implementadas posteriormente.	Alta	OE2: Diseñar un catálogo de soluciones tecnológicas incluyendo para cada una su arquitectura física y el costo aproximado de implementación.	1.3.3	Presencia 1	Cumplido	Activo	15/04/2018
04	Validar las soluciones tecnológicas a través de un juicio de expertos.	Se necesita validar las soluciones tecnológicas con expertos y recibir un feedback que ayuden a mejorar las soluciones tecnológicas propuestas inicialmente.	Alta	OE3: Validar las soluciones tecnológicas a través de expertos en desastres climatológicos y sus arquitecturas físicas a través de experto en tecnología.	1.3.4	Presencia 1	Cumplido	Activo	15/04/2018
05	Elaborar un roadmap con las soluciones tecnológicas propuestas en el catálogo.	Se necesita realizar un roadmap con las soluciones tecnológicas propuestas para definir en qué orden pueden ser implementadas y justificar su priorización.	Alta	OE4: Definir un Roadmap para las soluciones tecnológicas propuestas.	1.3.5	Presencia 1	Cumplido	Activo	15/04/2018

7.3 Matriz de Asignación de Responsabilidades

A continuación, se presenta la matriz de asignación de responsabilidades de todos los involucrados del proyecto, estas responsabilidades son designadas en función al entregable respectivo.

Función que realiza el rol en el entregable:

- **R** (Es el responsable del entregable)
- **C** (Coordina actividades del entregable)
- **P** (Participa en la construcción/elaboración del entregable)
- **A** (Aprueba entregable)
- **V** (Participa en el control de calidad del entregable)
- **F** (El entregable requiere su firma).

Tabla 57. Matriz de asignación de responsabilidades

Código EDT	Entregable	Comité	Portfolio Manager IT Consulting	Profesor Cliente	Project Manager	Recursos Asignados
1.1	Inicio					
1.1.1	Project Charter	A, V	P, A, V, F	C, P, A, V, F	R, C, P, V, F	-
1.2	Planificación					
1.2.1	Diccionario EDT	V	P, A, V, F	-	R, C, P, V, F	P, V
1.2.2	Matriz de trazabilidad de requerimientos	V	P, A, V, F	-	R, C, P, V, F	P, V
1.2.3	Gestión de RRHH	V	P, A, V, F	-	R, C, P, V, F	P, V
1.2.4	Descripción de roles y responsabilidades	V	P, A, V, F	-	R, C, P, V, F	P, V
1.2.5	Matriz RAM	V	P, A, V, F	-	R, C, P, V, F	P, V
1.2.6	Matriz de Riesgos	V	P, A, V, F	-	R, C, P, V, F	P, V
1.2.7	Matriz de Comunicaciones	V	P, A, V, F	-	R, C, P, V, F	P, V

1.2.4	Descripción de roles y responsabilidades	V	P, A, V, F	-	R, C, P, V, F	P, V
1.2.1	Diccionario EDT	V	P, A, V, F	-	R, C, P, V, F	P, V
1.2.2	Matriz de trazabilidad de requerimientos	V	P, A, V, F	-	R, C, P, V, F	P, V
1.2.3	Gestión de RRHH	V	P, A, V, F	-	R, C, P, V, F	P, V
1.2.4	Descripción de roles y responsabilidades	V	P, A, V, F	-	R, C, P, V, F	P, V
1.2.5	Matriz RAM	V	P, A, V, F	-	R, C, P, V, F	P, V
1.2.6	Matriz de Riesgos	V	P, A, V	-	R, C, P, V, F	P, V
1.2.7	Matriz de Comunicaciones	V	P, A, V	-	R, C, P, V, F	P, V
1.3	Ejecución					
1.3.1	Documentación del análisis de los peligros e impacto de los desastres naturales del fenómeno "El Niño"	V	V	C, P, A, V	R, C, P, V	P, V
1.3.2	Documentación del análisis de soluciones tecnológicas existentes para la atención de desastres naturales del fenómeno "El Niño"	V	V	C, P, A, V	R, C, P, V	P, V
1.3.3	Catálogo de soluciones tecnológicas para la atención de desastres naturales del fenómeno "El Niño"	V	V	C, P, A, V	R, C, P, V	P, V
1.3.4	Documentación del feedback por validación de expertos	V	V	C, P, A, V	R, C, P, V	P, V
1.3.5	Roadmap de las soluciones tecnológicas propuestas	V	V	C, P, A, V	R, C, P, V	P, V
1.4	Cierre					

7.4 Plan de Gestión de Calidad

Se estableció un Plan de Gestión de Calidad para asegurar la calidad del proyecto durante todas sus fases, a continuación, se detallan algunos puntos descritos en el plan.

7.4.1 Roles y Responsabilidades

Comité de Proyectos

- Aprobar proyectos profesionales
- Evaluar el avance del proyecto
- Decidir continuidad de proyectos

Cliente

- Evaluar y dar seguimiento a los avances del proyecto
- Aprobar los resultados del proyecto
- Asesorar a los jefes de proyecto

Gerente Profesor IT Consulting

- Dar seguimiento a los proyectos de la empresa
- Facilitar comunicación entre las empresas virtuales involucradas
- Aprobar los documentos de gestión

Jefe de Proyecto

- Gestionar el proyecto
- Gestionar los recursos
- Definir el alcance del proyecto
- Coordinar con las autoridades involucradas en el proyecto

Jefe de Investigación

- Encargado de las investigaciones realizadas a lo largo del proyecto.
- Investigación y verificación de los avances del proyecto.

- Generación de información en base a las referencias encontradas.

7.4.2 Procedimientos

1. Procedimiento para la Planificación de la Calidad

- Definir aquellos entregables que deberán pasar por el control de calidad, los responsables de este control y como se realizara dicho proceso.
- Definir aquellos certificados con los que deberá contar el proyecto para validar que ha pasado por un proceso de control de calidad.
- Definir los recursos necesarios para las pruebas de control de calidad.
- Definir las fechas en el cronograma de cuando se realizarán estas pruebas de calidad.

2. Procedimiento para Aseguramiento de la Calidad

- Se realizará un monitoreo semanal de las fechas establecidas en el cronograma para asegurar el cumplimiento de las actividades.
- Asegurar la asignación de recursos de diversas carreras de la universidad que puedan apoyar con el logro de los objetivos del proyecto y así lograr el aseguramiento de la calidad de los entregables.
- Evaluar el impacto de algún cambio dentro del proyecto (alcance, objetivos, tiempos, etc.) con respecto a la calidad.

3. Procedimiento para el Control de la Calidad

- El control de calidad se iniciará revisando los entregables y la matriz de incidencias encontradas por el Analista de QS.
- Se analizan las mejoras y acciones correctivas para los entregables del proyecto.

7.5 Plan de Gestión de Riesgos

A continuación, se presenta un cuadro resumen de los riesgos establecidos para el proyecto y su análisis en relación con la probabilidad e impacto en el desarrollo del proyecto.

Tabla 58. Matriz de gestión de riesgos

Identificación					Análisis				
Cód. Riesgo	Fecha de registro	Categoría - Origen	Descripción del Riesgo	Disparador	Probabilidad	Impacto (HH)	Impacto	Exp al Riesgo (Horas)	Exp al Riesgo (Costo S/.)
MPDT-R001	15/04/2018	Int - Equipo de trabajo	Incumplimiento de las actividades asignadas a los recursos de las empresas virtuales de la EISC	Asignación de actividades a los recursos de las empresas virtuales	50% Media	12	3 Media	6.00	6
MPDT-R002	15/04/2018	Int - El producto	Demora en la elaboración y presentación de los entregables del proyecto	Inicio tardío en la elaboración de los entregables	50% Media	20	4 Alta	10.00	10
MPDT-R003	15/04/2018	Int - El proyecto	Cambio del alcance del proyecto	Reunión con el Comité/Cliente/ Profesor Gerente	30% Baja	20	4 Alta	6.00	6
MPDT-R004	15/04/2018	Int - La tecnología	Falta de información relacionada al tema de investigación	Investigación de soluciones tecnológicas para la prevención de desastres naturales ocasionados por el Fenómeno del Niño	30% Baja	12	3 Media	3.60	3.6
MPDT-R005	15/04/2018	Int - El proceso	Falta de validación del avance del proyecto por parte del cliente y comité	Reunión con el Comité/Cliente/ Profesor Gerente	30% Baja	20	4 Alta	6.00	6

CONCLUSIONES

- Existen diversos componentes físicos y lógicos para el desarrollo de soluciones tecnológicas orientados al monitoreo y atención de los desastres naturales efecto del fenómeno “El Niño”, con una gran variedad de precios y compatibilidad entre los mismos componentes. Por consecuencia, es posible realizar proyectos que requieran un alto o bajo presupuesto.
- Las soluciones tecnológicas propuestas permitieron concientizar al área encargada de la atención de desastres del fenómeno “El Niño” del Senamhi en la utilización de nuevas tecnologías para la alertar, monitorear y atender los desastres naturales efecto del fenómeno “El Niño”, disminuyendo el déficit de conocimiento digital de las entidades localizadas en las provincias del litoral peruano en la gestión de desastres naturales.
- El diseño de las soluciones tecnológicas propuestas, presenta las bases para implementar cada solución, incluyendo su arquitectura física y costos de implementación; sin embargo, la implementación exacta del sistema será determinado por el alcance definido por la persona o entidad encargada de realizar el proyecto.

RECOMENDACIONES

- Los especialistas en gestión de desastres recomendaron considerar detenidamente las condiciones climatológicas para la implementación de los sistemas propuestos, ya que, la infraestructura de los sistemas que están expuestos al impacto de mismos desastres naturales que monitorean, podría afectar el óptimo funcionamiento.
- Concientizar a las entidades encargadas de la gestión de desastres en el Perú, principalmente las que se encuentran en provincias del litoral peruano, a la utilización de las tendencias tecnológicas que existen hoy en día. A consecuencia de que, existe un gran porcentaje de rechazo a la utilización de nuevas tecnologías.
- Considerar el poco presupuesto que actualmente el estado invierte en la gestión de desastres para el diseño de nuevos sistemas, dado que, la mayoría de los especialistas en gestión de desastres entrevistados, manifestaron que existe poca inversión en la implementación de nuevas tecnologías.
- Analizar detenidamente los aspectos técnicos que ofrece cada servicio del proveedor de servicios en la nube de su elección, ya que, debe de existir compatibilidad entre los componentes, para reducir el riesgo de falsos positivos al momento de poner los sistemas en funcionamiento.
- Indagar detenidamente los requerimientos técnicos que necesita cada servicio a contratar, ya que, se debe de optimizar los recursos necesarios para la operatividad de los sistemas.
- Considerar la Norma Técnica Complementaria (NTC 001-2015), para la conducción de drones utilizados en el “Sistema de monitoreo de inundaciones utilizando drones” y el “Sistema de conexión a internet utilizando drones”. La norma mencionada, especifica los requisitos necesarios para las operaciones de Sistemas de Aeronaves Pilotadas a Distancia.

BIBLIOGRAFÍA

- INDECI (2018). Compendio Estadístico del INDECI 2017 Gestión Reactiva.
- CENEPRED (2014) Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres PLANAGERD 2014 – 2021.
- CENEPRED (2014) Guía Metodológica para elaborar el Plan de Prevención y Reducción de Riesgo de Desastres en los tres niveles de gobierno
- Hijar, G., Bonilla, C., Munayco, C. V., Gutierrez, E. L., & Ramos, W. (2016). Fenómeno el niño y desastres naturales: intervenciones en salud pública para la preparación y respuesta. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 33, 300-310.
- Carracedo, J. (2009). Las TIC en la prevención de desastres naturales. In II Congreso de Computación para el Desarrollo. Departamento de Automática, Universidad de Alcalá de Henares.
- Cheng, J. W., Mitomo, H., Otsuka, T., & Jeon, S. Y. (2015). The effects of ICT and mass media in post-disaster recovery—a two model case study of the Great East Japan Earthquake. *Telecommunications Policy*, 39(6), 515-532.
- Wex, F., Schryen, G., Feuerriegel, S., & Neumann, D. (2014). Emergency response in natural disaster management: Allocation and scheduling of rescue units. *European Journal of Operational Research*, 235(3), 697-708.
- Zhou, L., Wu, X., Xu, Z., & Fujita, H. (2017). Emergency decision making for natural disasters: An overview. *International journal of disaster risk reduction*.
- Van Khoa, V., & Takayama, S. (2018). Wireless sensor network in landslide monitoring system with remote data management. *Measurement*, 118, 214-229.
- Erdelj, M., Król, M., & Natalizio, E. (2017). Wireless sensor networks and multi-UAV systems for natural disaster management. *Computer Networks*, 124, 72-86.
- Harley, P., & Samanta, S. (2018). Modeling of inland flood vulnerability zones through remote sensing and GIS techniques in the highland region of Papua New Guinea. *Applied Geomatics*, 10(2), 159-171.
- Kang, W., Xiang, Y., Wang, F., Wan, L., & You, H. (2018). Flood Detection in Gaofen-3 SAR Images via Fully Convolutional Networks. *Sensors*, 18(9), 2915.

- Acosta-Coll, M., Ballester-Merelo, F., Martinez-Peiró, M., & la Hoz-Franco, D. (2018). Real-Time Early Warning System Design for Pluvial Flash Floods—A Review. *Sensors*, 18(7), 2255.
- Lam, R. P. K., Leung, L. P., Balsari, S., Hsiao, K. H., Newnham, E., Patrick, K., ... & Leaning, J. (2017). Urban disaster preparedness of Hong Kong residents: a territory-wide survey. *International journal of disaster risk reduction*, 23, 62-69.
- Wang, B., & Zhuang, J. (2017). Crisis information distribution on Twitter: a content analysis of tweets during Hurricane Sandy. *Natural Hazards*, 89(1), 161-181.
- Rudra, K., Ganguly, N., Goyal, P., & Ghosh, S. (2018). Extracting and Summarizing Situational Information from the Twitter Social Media during Disasters. *ACM Transactions on the Web (TWEB)*, 12(3), 17.
- He, Y., Zhang, D., & Fang, Y. (2017). Development of a mobile post-disaster management system using free and open source technologies. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 25, 101-110.
- Kim, J., & Hastak, M. (2018). Social network analysis: Characteristics of online social networks after a disaster. *International Journal of Information Management*, 38(1), 86-96.
- Toya, H., & Skidmore, M. (2018). Cellular Telephones and Natural Disaster Vulnerability. *Sustainability*, 10(9), 2970.
- Ali, S., & Gupta, P. C. Study on Google „s Loon Project.
- Kumar, A., & Asha, G. H. (2016). Aquila (The Solar Powered Drone). *IJIEEE*, 4, 36-43.
- Shibata, Y., Sato, Y., Ogasawara, N., Chiba, G., & Takahata, K. (2009, May). A new ballooned wireless mesh network system for disaster use. In *Advanced Information Networking and Applications*, 2009. AINA'09. International Conference on (pp. 816-821). IEEE.
- Mikeka, C., Mlatho, J. S., Thodi, M., Pinifolo, J., Kondwani, D., Momba, L.,... & Pietrosevoli, E. (2014). Preliminary performance assessment of TV white spaces technology for broadband communication in Malawi. *Procedia Engineering*, 78, 149-154.

- Altintas, O., Seki, K., Kremo, H., Matsumoto, M., Onishi, R., & Tanaka, H. (2014). Vehicles as information hubs during disasters: glueing Wi-Fi to TV white space to cellular networks. *IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine*, 6(1), 68-71.
- Bloch, T., Sacks, R., & Rabinovitch, O. (2016). Interior models of earthquake damaged buildings for search and rescue. *Advanced Engineering Informatics*, 30(1), 65-76.
- Mochalski, P., Unterkofler, K., Teschl, G., & Amann, A. (2015). Potential of volatile organic compounds as markers of entrapped humans for use in urban search-and-rescue operations. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 68, 88-106.
- Liang, X., Zhang, H., Ye, S., Fang, G., & Gulliver, T. A. (2018). Improved denoising method for through-wall vital sign detection using UWB impulse radar. *Digital Signal Processing*, 74, 72-93.
- Rauchecker, G., & Schryen, G. (2019). An exact branch-and-price algorithm for scheduling rescue units during disaster response. *European Journal of Operational Research*, 272(1), 352-363.
- Xie, Y., Long, J., Zhao, P., Chen, J., Luo, J., Zhang, Z.,... & Lu, M. (2018). A self-powered radio frequency (RF) transmission system based on the combination of triboelectric nanogenerator (TENG) and piezoelectric element for disaster rescue/relief. *Nano Energy*.

ANEXOS

Anexo A – Costos y Presupuestos

Para realizar el proyecto de investigación se tuvo la importante participación del Project Manager y el Jefe de Investigación encargados de la investigación acerca del impacto de los desastres naturales ocasionados por el Fenómeno El Niño y las soluciones tecnológicas existentes para atenderlas, el diseño del catálogo de soluciones tecnológicas, la validación del catálogo y finalmente todos los entregables necesarios para presentar el proyecto.

Además, para la investigación del impacto y los principales peligros de los desastres naturales ocasionados por el FEN, se requirió la ayuda de 2 recursos de investigación del Taller de Desempeño Profesional. Para realizar los costos de implementación de cada solución tecnológicas que se propone se necesitó el apoyo de un ingeniero civil y un recurso de ingeniería civil con quienes trabajamos en conjunto. Finalmente, se necesitó la ayuda de un recurso de diseño gráfico y un recurso de periodismo para el diseño del poster del proyecto y la redacción del paper respectivamente.

A continuación, se muestra el costo de cada uno de los recursos involucrados en la realización del proyecto:

Tabla 59. Costo de desarrollo del proyecto de investigación

		Cantidad	Costo por Hora	Número de horas	Precio Total
Desarrollo del Proyecto de Investigación					
1.	Personal del Proyecto				
	Project Manager	1	S/ 25.00	800	S/ 20,000.00
	Jefe de Investigación	1	S/ 25.00	800	S/ 20,000.00
	Recursos de Investigación	2	S/ 15.00	20	S/ 600.00
	Ingeniero Civil	1	S/ 25.00	20	S/ 500.00
	Recurso de Ingeniería Civil	1	S/ 15.00	40	S/ 600.00
	Recurso de Diseño Gráfico	1	S/ 15.00	20	S/ 300.00
	Recurso de Periodismo	1	S/ 15.00	10	S/ 150.00

2.	Costos Adicionales				
	Viaje a Ica				S/ 100.00
Costo total de Proyecto					S/ 42,250.00

Anexo B – Estación Meteorológica Autónoma

Arquitectura Física

Figura 67. Arquitectura física de la Estación Meteorológica Autónoma

Costos de los Dispositivos

Tabla 60. Costo de los dispositivos y servicios cloud de la Estación Meteorológica Autónoma

Costo de los dispositivos y servicios cloud de la Estación Meteorológica Autónoma				
Dispositivos y Servicios		Unidades	Precio	Precio Total
1.				

	IoT Hub	1	Unidad	\$ 10.00	\$ 10.00
	Stream Analytics	1	Unidad	\$ 80.30	\$ 80.30
	Cosmos DB	1	Unidad	\$ 17.52	\$ 17.52
	Blob Storage	1	Unidad	\$ 3.49	\$ 3.49
	Service Bus Queue	1	Unidad	\$ 0.05	\$ 0.05
	Azure Functions	2	Unidad	\$ 13.60	\$ 27.20
	Logic Apps	1	Unidad	\$ 300.15	\$ 300.15
	Power BI	2	Unidad	\$ 9.99	\$ 19.98
	Subtotal				\$ 458.69
2.					
	Meshlium	1	Unidad	\$ 1,750.00	\$ 1,750.00
	Waspote lora 4.5 dbi - 900 MHz	1	Unidad	\$ 204.83	\$ 204.83
	Proto Sensor 2.0	1	Unidad	\$ 40.84	\$ 40.84
	Young 52202 Sensor	1	Unidad	\$ 638.00	\$ 638.00
	Anemómetro Lambrecht NAVAL 24513	1	Unidad	\$ 4,257.77	\$ 4,257.77
	Ambient Control	1	Unidad	\$ 744.00	\$ 744.00
	SolarWorld SWA 285 - Panel Solar	1	Unidad	\$ 259.00	\$ 259.00
	Subtotal				\$ 2,739.67
Total					\$ 3,198.36

Plano de construcción

Se diseñó una estación que contendrá todos los dispositivos del sistema propuesto. Además, se diseñó un gabinete compacto que contiene a los instrumentos necesarios para el envío de información de los sensores. Está construida de madera y pintada de blanco, debido a que todas las ondas de luz son reflejadas en este color y no existe ingreso de energía. Se utiliza una torreta de tres metros de altura que contiene a los dispositivos Ambient Control y al Anemómetro. Se ubican en la torre para que no tengan obstáculos que distorsionen la captura de datos de los sensores. El diseño cumple las normas que especifica el SENAMHI.

A continuación, se muestra el detalle de los materiales y el plano de construcción:

- Cálculo de Áreas:

Tabla 61. Cálculo de áreas de la Estación Meteorológica Autónoma

LARGO (m)	ANCHO (m)	AREA (m ²)
10	15	150

- Metrado de Cimentación

Tabla 62. Metrado de cimentación de la Estación Meteorológica Autónoma

LARGO (m)	PROFUNDIAD (m)	ANCHO (m)	VOLUMEN (m3)
50	0.7	0.6	21

- Metrado de Pared

Tabla 63. Metrado de pared de la Estación Meteorológica Autónoma

LARGO (m)	ALTURA(m)	AREA (m2)	PUERTA (m2)	AREA NETA (m2)
50	2.3	115	2.3	112.7

- Metrado de Columna

Tabla 64. Metrado de columna de la Estación Meteorológica Autónoma

Nº DE COLUMNAS	AREA SECCION	ALTURA SECCION	VOLUMEN SECCION
10	0.2	0.2	3
			1.2

- Total de Materiales

Tabla 65. Materiales de la Estación Meteorológica Autónoma

MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD
Cemento	22.2	Bolsas
Arena Gruesa	6.10	m3
Piedra Chancada	60.90	m3
Agua	1659	Lt
Ladrillo King Kong	0.2	Unidades
Vigas de fierro	15.83	m3

Figura 68. Plano de construcción de la Estación Meteorológica Autónoma

Costo de Implementación

Para la implementación de esta solución tecnológica se necesitará el servicio de programadores expertos en servicios cloud de Microsoft Azure y contar con el apoyo de testers que tengan una vasta experiencia en realizar las pruebas correspondientes para este tipo de soluciones tecnológicas. Además, se debe de contar con un Jefe de Proyecto, cuya función es responsable de la planificación, el diseño y la implementación coordinada de los servicios cloud de esta solución, asegurando que el entorno sea compatible, resiliente y escalable. El desarrollo del sistema tendrá un tiempo estimado de 2 meses.

En la construcción de la infraestructura se debe contar con dos operarios, encargado de la utilización de las máquinas de construcción. Además, de ocho peones, cuya función es la construcción del cimiento de la torreta, para que se encuentre firme y estable durante su funcionamiento. Finalmente, deben ser supervisados en todo momento por un Capataz, responsable del diseño y la implementación coordinada de la edificación, asegurando su

óptimo funcionamiento. El tiempo estimado de construcción, tiene una duración de 20 días. A continuación, se muestra el detalle del costo de implementación:

Tabla 66. Costo de implementación de la Estación Meteorológica Autónoma

Desarrollo de la Solución			Unidades		Precio	Precio Total
1.	Servicios Cloud					
	IoT Hub	1	Unidad	\$	10.00	\$ 10.00
	Stream Analytics	1	Unidad	\$	80.30	\$ 80.30
	Cosmos DB	1	Unidad	\$	736.29	\$ 736.29
	Blob Storage	1	Unidad	\$	54.75	\$ 54.75
	Service Bus Queue	1	Unidad	\$	0.05	\$ 0.05
	Azure Functions	2	Unidad	\$	13.60	\$ 13.60
	Logic Apps	1	Unidad	\$	300.15	\$ 300.15
	Power BI	2	Unidad	\$	9.99	\$ 19.98
	Subtotal					\$ 458.69
2.	Dispositivos					
	Meshlium	1	Unidad	\$	1,750.00	\$ 1,750.00
	Waspnote lora 4.5 dbi - 900 MHz	1	Unidad	\$	204.83	\$ 204.83
	Proto Sensor 2.0	1	Unidad	\$	40.84	\$ 40.84
	Young 52202 Sensor	1	Unidad	\$	638.00	\$ 638.00
	Anemómetro Lambrecht NAVAL 24513	1	Unidad	\$	4,257.77	\$ 4,257.77
	Ambient Control	1	Unidad	\$	744.00	\$ 744.00
	SolarWorld SWA 285 - Panel Solar	1	Unidad	\$	259.00	\$ 259.00
	Subtotal					\$ 7,635.44
3.	Materiales de Obra					
	3.1 Cimiento					
	Cemento	151.2	Bolsa	S/	22.20	S/ 3,356.64
	Arena gruesa	9.24	m3	S/	6.10	S/ 56.36
	Piedra chancada	18.9	m3	S/	60.90	S/ 1,151.01
	3.2 Pared					
	Cemento	23	Bolsa	S/	22.20	S/ 500.39
	Arena gruesa	3	m3	S/	6.10	S/ 20.62
	Ladrillo King Kong	4,057	Unidad	S/	0.20	S/ 811.44
	3.3 Columna					
	Cemento	9	Bolsa	S/	22.20	S/ 191.81
	Arena gruesa	1	m3	S/	6.10	S/ 3.22
	Piedra chancada	1	m3	S/	60.90	S/ 65.77
	3.4 Gabinete Compacto					
	Clavos	150	Gramos	S/	4.50	S/ 675.00

		Imprimante	1	Bolsa	S/	86.00	S/	86.00
		Pintura esmalte blanca	1	Galón	S/	12.90	S/	12.90
		Thinner	1	Galón	S/	14.90	S/	14.90
		Bisagras	4	Unidad	S/	34.90	S/	139.60
		Aldaba	1	Unidad	S/	3.90	S/	3.90
		Madera Pino Radiata (cuadrado)	2	Unidad	S/	27.41	S/	54.82
		Tabla Madera Pino Radiata	4	Unidad	S/	57.90	S/	231.60
	3.5	Torre						
		Torre 180 G.C. 3m (Ømáx. mástil 46mm)	1	Unidad	S/	977.83	S/	977.83
		Base Fija Torre 180 G.C	1	Unidad	S/	260.68	S/	260.68
		Subtotal SOLES					S/	8,614.50
		Subtotal					\$	2,586.94
4.	Personal de Obra							
		Operario	2	Unidad	\$	5.19	\$	1,660.80
		Peón	8	Unidad	\$	4.66	\$	5,964.80
		Capataz	1	Unidad	\$	7.51	\$	1,201.60
		Subtotal					\$	8,827.20
5.	Personal Desarrollo							
		Jefe del Proyecto	1	Unidad	\$	4,000.00	\$	4,000.00
		Desarrollador	2	Unidad	\$	3,500.00	\$	7,000.00
		Tester	2	Unidad	\$	2,000.00	\$	4,000.00
		Subtotal					\$	15,000.00
Costo total de Desarrollo							\$	34,508.27

Anexo C – Sistema integrado de detección y alerta de Huaicos

Arquitectura Física

Figura 69. Arquitectura física del sistema integrado de detección y alerta Huaicos

Costos de los Dispositivos

Tabla 67. Costo de los dispositivos y servicios del sistema integrado de detección y alerta Huaicos

Costo de los dispositivos y servicios cloud del sistema integrado de detección y alerta Huaicos					
Dispositivos y Servicios			Unidades	Precio	Precio Total
1.					
	IoT Hub	1	Unidad	\$ 10.00	\$ 10.00
	Stream Analytics	1	Unidad	\$ 80.30	\$ 80.30
	Cosmos DB	1	Unidad	\$ 17.52	\$ 17.52
	Blob Storage	1	Unidad	\$ 3.49	\$ 3.49
	Service Bus Queue	1	Unidad	\$ 0.05	\$ 0.05
	Azure Functions	2	Unidad	\$ 13.60	\$ 27.20

	Logic Apps	1	Unidad	\$ 300.15	\$ 300.15
	Power BI	2	Unidad	\$ 9.99	\$ 19.98
	Subtotal				\$ 458.69
2.					
	Meshlium	1	Unidad	\$ 1,750.00	\$ 1,750.00
	Waspote lora 4.5 dbi - 900 MHz	1	Unidad	\$ 204.83	\$ 204.83
	Proto Sensor 2.0	1	Unidad	\$ 40.84	\$ 40.84
	Sensor SL095	1	Unidad	\$ 225.00	\$ 225.00
	Vishay Crack Detection Sensor	1	Unidad	\$ 50.97	\$ 50.97
	Radar Revolution 360	1	Unidad	\$ 3,000.00	\$ 5,000.00
	Soil Moisture Sensor SEN0114	1	Unidad	\$ 225.00	\$ 225.00
	SolarWorld SWA 285 - Panel Solar	1	Unidad	\$ 259.00	\$ 259.00
	Subtotal				\$ 2,739.67
Total					\$ 3,198.36

Plano de construcción

Se diseñó una torreta de 12 metros de altura, de Acero Galvanizado. Esta torreta se ubicará a una distancia específica frente al cerro para monitorearlo. Los dispositivos de transmisión de datos este sistema se ubicará en la cima de la torreta junto con el radar Revolution 360, por prevención a robos o exposición de los dispositivos a cualquier desastre. A continuación, se muestra el detalle de los materiales y el plano de construcción:

Tabla 68. Materiales del sistema integrado de detección y alerta Huaicos

Materiales	Medida
Tubo Galvanizado Rectangular	6m
Poste Acero Galvanizado	12m

Figura 70. Plano de construcción del sistema integrado de detección y alerta Huaicos

Costo de Implementación

Para la implementación de esta solución tecnológica se necesitará el servicio de programadores expertos en servicios cloud de Microsoft Azure y contar con el apoyo de testers que tengan una vasta experiencia en realizar las pruebas correspondientes para este tipo de soluciones tecnológicas. Además, se debe de contar con un Jefe de Proyecto, cuya función es responsable de la planificación, el diseño y la implementación coordinada de los servicios cloud de esta solución, asegurando que el entorno sea compatible, resiliente y escalable.

Para la construcción de la infraestructura se debe contar con un soldador, encargado de la construcción de la torreta de acero. Además, de un peón, cuya función es la construcción del cimiento de la torreta, para que se encuentre firme y estable durante su funcionamiento. Finalmente, deben ser supervisados en todo momento por un Operario, responsable del

diseño y la implementación coordinada de la edificación, asegurando su óptimo funcionamiento. A continuación, se muestra el detalle del costo de implementación:

Tabla 69. Costo de implementación del sistema integrado de detección y alerta Huaicos

		Unidades		Precio	Precio Total
Desarrollo de la Solución					
1	Servicios Cloud				
	IoT Hub	1	Unidad	\$ 10.00	\$ 10.00
	Stream Analytics	1	Unidad	\$ 80.30	\$ 80.30
	Cosmos DB	1	Unidad	\$ 736.29	\$ 736.29
	Blob Storage	1	Unidad	\$ 54.75	\$ 54.75
	Service Bus Queue	1	Unidad	\$ 0.05	\$ 0.05
	Azure Functions	2	Unidad	\$ 13.60	\$ 13.60
	Logic Apps	1	Unidad	\$ 300.15	\$ 300.15
	Power BI	2	Unidad	\$ 9.99	\$ 19.98
	Subtotal				\$ 458.69
2	Dispositivos				
	Meshlium	1	Unidad	\$ 1,750.00	\$ 1,750.00
	Wasmote lora 4.5 dbi - 900 MHz	1	Unidad	\$ 204.83	\$ 204.83
	Proto Sensor 2.0	1	Unidad	\$ 40.84	\$ 40.84
	Sensor SL095	1	Unidad	\$ 225.00	\$ 225.00
	Vishay Crack Detection Sensor	1	Unidad	\$ 50.97	\$ 50.97
	Radar Revolution 360	1	Unidad	\$ 3,000.00	\$ 5,000.00
	Soil Moisture Sensor SEN0114	1	Unidad	\$ 225.00	\$ 225.00
	SolarWorld SWA 285 - Panel Solar	1	Unidad	\$ 259.00	\$ 259.00
	Sub Total				\$ 7,496.64
3	Personal de Obra				
	Operario	2	Unidad	\$ 5.19	\$ 830.40
	Peón	1	Unidad	\$ 4.66	\$ 372.80
	Sub Total				\$ 1,203.20
4	Personal Desarrollo				
	Jefe del Proyecto	1	Meses	\$ 4,000.00	\$ 4,000.00
	Programador	2	Meses	\$ 3,500.00	\$ 7,000.00
	Tester	2	Meses	\$ 2,000.00	\$ 4,000.00
	Sub Total				\$ 15,000.00
Costo total de Desarrollo					\$ 24,158.53

Anexo D – Checklist de validación de Experto en FEN

Acta de Conformidad del Documento de OBJETIVO 3 SOLUCIONES TECNOLÓGICAS PARA LA ATENCIÓN DE DESASTRES NATURALES DEL FENÓMENO “EL NIÑO”

Fecha de entrega del acta:

En la fecha **DOS DE OCTUBRE DEL AÑO 2018** se tiene constatado que el documento de **OBJETIVO 3: VALIDACIÓN DE DEL ALCANCE DE LAS SOLUCIONES TECNOLÓGICAS** correspondiente al proyecto **SOLUCIONES TECNOLÓGICAS PARA LA ATENCIÓN DE DESASTRES NATURALES DEL FENÓMENO “EL NIÑO”** ha sido aceptado y aprobado por el experto cumpliéndose con los términos de referencia en el alcance del proyecto y las especificaciones dentro del proyecto, por lo tanto se EMITE ESTA ACTA DE CONFORMIDAD DEL DOCUMENTO.

	Nombre	Firma
Experto	<i>Dario Fierro Capata</i> DNE 09321135
Representante del Proyecto	Carlos Uribe
Representante del Proyecto	Erick Pino

Figura 71. Acta de conformidad del objetivo 3 del experto I

1. Soluciones Tecnológicas

Cada desastre natural requiere una solución TIC diferente en función de su estado actual con relación a las TIC y su estrategia de uso de estas. Para ello, el catálogo dispone de cuatro ámbitos que proporcionan diferentes soluciones TIC para la atención de desastres naturales del Fenómeno “El Niño”. A continuación, se muestra la estructura:

A. Soluciones tecnológicas para la detección y alerta de la población

Las tecnologías de monitoreo en tiempo en tiempo real y alerta temprana son reconocidas en todo el mundo como instrumentos indispensables en la reducción del impacto de los desastres naturales.

Comunicar a la población luego de una detección temprana de un desastre natural es indispensable. En este sentido, las tecnologías de comunicación resultan esenciales en la planificación de la respuesta ante un riesgo de desastre.

B. Soluciones tecnológicas para proporcionar información en tiempo real

Luego de conocerse la existencia de una emergencia (desastre natural), las personas necesitan un medio por cual deben de mantenerse informadas. El concepto de la información en tiempo real implica tener la certeza de contar con todos los datos estructurados y no estructurados, que sea relevante y actual al momento de mostrarlo hacia las personas; ya que esta información guiará y dará certidumbre al ciudadano de lo que está pasando.

C. Soluciones tecnológicas para la disponibilidad de las comunicaciones

Muchos desastres naturales dañan las infraestructuras terrestres de telecomunicaciones y dejan a las zonas afectadas incomunicadas en los primeros momentos y hacen tardar las operaciones de rescate. En este sentido, existen tecnologías que responden de forma decisiva en los momentos más críticos de una catástrofe, fundamentalmente en aquellas áreas geográficas carentes de redes de telecomunicaciones terrestres operativas.

D. Soluciones tecnológicas para el rescate de la población

Luego de un desastre natural y recopilar información exacta de las áreas afectadas, se necesitan tecnologías que puedan aportar en las tareas de rescate y reconstrucción.

A continuación, se presentan las soluciones tecnológicas diseñadas:

Nombre de la solución	
Sistema de Monitoreo y Alerta del Nivel del Rio usando Radares	
Arquitectura Física	
Descripción	
<p>Esta solución tecnológica es un sistema de alerta temprana diseñada para monitorear el nivel de agua del río. Entre los requerimientos de esta solución están a ser integrada a una red de sensores inalámbricos, estar soportada por tecnología cloud y ser autónoma.</p>	
Funcionalidad	Beneficio
<ul style="list-style-type: none"> Permite monitorear en tiempo real el nivel de agua del río donde se encuentre implementado. 	<ul style="list-style-type: none"> Con este sistema se puede conocer en todo momento el estado del nivel del río.

<ul style="list-style-type: none"> • Permite analizar de manera rápida la información proporcionada por los sensores para generar las acciones de control pertinentes. • Envía por SMS un aviso de alerta cuando el río esté a punto de desbordarse a la población de la localidad cercana al río. 	<ul style="list-style-type: none"> • Permite alertar de manera rápida a la población cercana al río, cuando el agua del río esté en peligro de desbordarse.
Costo de Dispositivos Asociados	
\$ 6,101.29	
Grupo	Desastre Natural
Detección y alerta	Inundaciones

Preguntas:

1. ¿Qué opinión tiene sobre la solución tecnológica planteada?

Es una alternativa de solución que actualmente se podría implementar en la red de estaciones hidrométricas automáticas (EHA) del SENAMHI, la cual cuenta con 88 EHA distribuidas a nivel nacional sería cuestión de configurar y adaptar el sistema de comunicación satelital y por GPRS.

2. ¿Esta solución tecnológica está diseñada para contribuir con la reducción del impacto de los desastres del Fenómeno El Niño y beneficiar a la población?

En efecto es una solución efectiva y eficiente la misma que se podría implantar a corto plazo.

3. ¿El estado peruano cuenta con los recursos económicos necesarios para implementar este sistema?

Complementar una red justificado por temporada de emergencia como el caso del presupuesto asignado en el 2018 por la reconstrucción con cambios.

4. ¿Desea agregar alguna observación y/o recomendación?

Podría precisar el tiempo que montaje, instalación y operatividad del sistema. Podría precisar el costo de mantenimiento anual.

Nombre de la solución	
Sistema de monitoreo y alerta del nivel del río usando sensores de ultrasonido	
Arquitectura Física	
Descripción	
<p>Esta solución tecnológica se ha diseñado para la monitorización del nivel de agua del río. La diferencia con el sistema de monitoreo y alerta del nivel del río usando radares, es que esta solución utiliza un sensor de ultrasonido, lo cual es más económico pero su medición puede tener errores por el comportamiento del agua del río</p>	
Funcionalidad	Beneficio
<ul style="list-style-type: none"> • Permite monitorear en tiempo real el nivel de agua en el río. • Permite analizar de manera rápida la información proporcionada por los sensores para generar las acciones de control pertinentes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Con este sistema se puede conocer en todo momento el estado del nivel del río. • Permite alertar de manera rápida a la población cercana al río, cuando el agua del río esté en peligro de desbordarse.

<ul style="list-style-type: none"> Envía por SMS un aviso de alerta cuando el río esté a punto de desbordarse a la población de la localidad cercana al río. 	
Costo de Dispositivos Asociados	
\$ 4,065.98	
Grupo	Desastre Natural
Detección y alerta	Inundaciones

Preguntas:

1. ¿Qué opinión tiene sobre la solución tecnológica planteada?

Es una alternativa de solución más económica que la del sistema con radar sin embargo se menciona que podría contar con algunas deficiencias en la lectura del nivel del río bajo ciertas condiciones.

2. ¿Esta solución tecnológica está diseñada para contribuir con la reducción del impacto de los desastres del Fenómeno El Niño y beneficiar a la población?

En efecto es una solución efectiva la misma que se podría implantar en algunos puntos de la red bajo ciertas condiciones para su mejor lectura.

3. ¿El estado peruano cuenta con los recursos económicos necesarios para implementar este sistema?

No se cuenta con un presupuesto disponible actualmente. Sin embargo puede ser justificado como estado de emergencia como el caso del presupuesto asignado en el 2018 por la reconstrucción con cambios ante fenómenos tipo niño.

4. ¿Desea agregar alguna observación y/o recomendación?

Podría precisar el tiempo que montaje, instalación y operatividad del sistema. Podría precisar el costo de mantenimiento anual. Especificar las condiciones adversas para una buena medición.

<ul style="list-style-type: none"> • Los drones despegan según el mensaje de alerta de la población. • Cuando los drones posean baja energía en su batería, regresan a su estación para cargar su energía. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ayuda a las entidades de apoyo a llegar mejor preparados, eligiendo los mejores vehículos y herramientas necesarias para atender la situación y, por lo tanto, optimizar sus recursos (lo que conduce a un beneficio económico).
Costo de Dispositivos Asociados	
\$ 35,452.97	
Grupo	Desastre Natural
Detección y alerta	Inundaciones

Preguntas:

1. ¿Qué opinión tiene sobre la solución tecnológica planteada?

Es una alternativa de solución innovadora, sin embargo el uso del dron dependerá del factor humano disponible ante la ocurrencia de estos eventos extremos.

2. ¿Esta solución tecnológica está diseñada para contribuir con la reducción del impacto de los desastres del Fenómeno El Niño y beneficiar a la población?

En efecto es una solución efectiva pero no aseguro la eficiencia de la misma ya que depende del factor humano disponible.

3. ¿El estado peruano cuenta con los recursos económicos necesarios para implementar este sistema?

Se podría implementar esta tecnología justificada por temporada de emergencia como el caso del presupuesto asignado en el 2018 por la reconstrucción con cambios.

4. ¿Desea agregar alguna observación y/o recomendación?

Podría precisar el tiempo que montaje e instalación y operatividad del sistema. Podría precisar el costo de mantenimiento anual.

Nombre de la solución

Sistema de monitoreo de ríos y alerta de inundaciones utilizando sensores de presión

Arquitectura Física

Descripción

Esta solución tecnológica se ha diseñado para monitorear la presión del caudal del río y alertar a la población en caso éste alcance valores irregulares con el fin de mitigar riesgos ante posibles inundaciones producto de desbordamiento de ríos. Entre los requerimientos de esta solución están el ser integrada a una red de sensores inalámbricos y ser autónoma.

Funcionalidad	Beneficio
<ul style="list-style-type: none"> Permite monitorear la presión del caudal del río y alertar ante valores irregulares. Permite analizar de manera rápida la información proporcionada por los sensores para generar las acciones de control pertinentes. Envía por SMS un aviso de alerta a la población cercana cuando se detecte valores irregulares en la presión del caudal del río que puedan provocar su 	<ul style="list-style-type: none"> Con el sistema propuesto se puede monitorear en tiempo real la presión del caudal del río y ante un valor irregular alertar a la población mediante un SMS y mitigar los riesgos ante un desborde del río que pueda causar una inundación. Sensores y captura de datos en un mismo instrumento.

desbordamiento y por consecuencia una posible inundación.	<ul style="list-style-type: none"> El sensor posee una robusta carcasa de titanio que protege el sensor en ambientes duros
Costo de Dispositivos Asociados	
\$ 3,566.98	
Grupo	Desastre Natural
Detección y alerta	Inundaciones

Preguntas:

1. ¿Qué opinión tiene sobre la solución tecnológica planteada?

Es una alternativa de solución que actualmente se podría implementar en la red de estaciones hidrométricas automáticas (EHA) del SENAMHI en lugares de difícil acceso y amplia longitud desde la caseta de la EHA al punto de monitoreo, se podría implementar la duplicidad de comunicación de configurar y adaptar el sistema de comunicación satelital y por GPRS.

2. ¿Esta solución tecnológica está diseñada para contribuir con la reducción del impacto de los desastres del Fenómeno El Niño y beneficiar a la población?

En efecto es una solución efectiva y eficiente la misma que se podría implantar a corto plazo en algunas circunstancias en particular.

3. ¿El estado peruano cuenta con los recursos económicos necesarios para implementar este sistema?

Se podría implementar este tipo de sensores justificando su eficiencia en lugares particulares y ser financiado ante la temporada de emergencia como el caso del presupuesto asignado en el 2018 por la reconstrucción con cambios.

4. ¿Desea agregar alguna observación y/o recomendación?

Podría precisar el tiempo que montaje e instalación y operatividad del sistema. Podría precisar el costo de mantenimiento anual.

Nombre de la solución	
Sistema de monitoreo y alerta de lluvias	
Arquitectura Física	
Descripción	
<p>Esta solución tecnológica ha sido diseñada para medir la cantidad que precipitan por las lluvias con el fin de alertar la aparición de lluvias intensas que están involucradas con la prevención del riesgo a inundaciones. Entre los requerimientos de esta solución están el ser integrada a una red de sensores inalámbricos y ser autónoma.</p>	
Funcionalidad	Beneficio
<ul style="list-style-type: none"> La solución tecnológica se compone de diversos dispositivos físicos, softwares y aplicaciones asociadas. Permite monitorear en tiempo real la intensidad de las lluvias. Permite analizar de manera rápida la información proporcionada por los 	<ul style="list-style-type: none"> Con este sistema se puede conocer en todo momento el estado de la intensidad de las lluvias. Permite alertar de manera rápida a la población afectada, cuando las lluvias tengan el nivel para generar desastres asociados.

sensores para generar las acciones de control pertinentes. • Envía por SMS un aviso de alerta cuando el río esté a punto de desbordarse a la población de la localidad cercana al río.	• Permite el análisis de factores que permita determinar el desbordamiento de un río.
Costo de Dispositivos Asociados	
\$ 4,124.98	
Grupo	Desastre Natural
Detección y alerta	Lluvias Intensas

Preguntas:

1. ¿Qué opinión tiene sobre la solución tecnológica planteada?

Es una alternativa de solución que actualmente se implementa en la red de estaciones hidrométricas automáticas (EHA) del SENAMHI, se podría incrementar la red de monitoreo y sumado a ello se podría implementar la duplicidad de comunicación de configurar y adaptar el sistema de comunicación satelital y por GPRS.

2. ¿Esta solución tecnológica está diseñada para contribuir con la reducción del impacto de los desastres del Fenómeno El Niño y beneficiar a la población?

En efecto es una solución efectiva y eficiente la misma que se podría implantar a corto plazo.

3. ¿El estado peruano cuenta con los recursos económicos necesarios para implementar este sistema?

Adicionar estaciones de monitoreo a nuestra red podría ser justificado ante temporada de emergencia como el caso del presupuesto asignado en el 2018 por la reconstrucción con cambios.

4. ¿Desea agregar alguna observación y/o recomendación?

Podría precisar el tiempo que montaje e instalación y operatividad del sistema. Podría precisar el costo de mantenimiento anual. Precisar la frecuencia o intervalos de medición (hora, minutos, etc.) como el tipo de sistema y capacidad de almacenamiento de información.

Nombre de la solución	
Sistema de monitoreo y alerta de Viento	
Arquitectura Física

Descripción	
<p>Esta solución tecnológica se ha diseñado para monitorear la velocidad, fuerza y dirección del viento con el fin de determinar aparición de lluvias, desplazamiento de las nubes.</p>	
Funcionalidad	Beneficio
<ul style="list-style-type: none"> • Permite monitorear en tiempo real la velocidad fuerza y dirección del viento. • Permite analizar de manera rápida la información proporcionada por los sensores para generar las acciones de control pertinentes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Con este sistema se puede conocer en todo momento el estado del viento en el ambiente. • Permite el análisis de factores que permita determinar la aparición de lluvias intensas.

<ul style="list-style-type: none"> Envía por SMS un aviso de alerta cuando exista un punto anómalo que genere peligro a los pobladores. 	
Costo de Dispositivos Asociados	
\$ 7,836.98	
Grupo	Desastre Natural
Detección y alerta	Lluvias Intensas

Preguntas:

1. ¿Qué opinión tiene sobre la solución tecnológica planteada?

Es una alternativa de solución que actualmente se implementa en la red de estaciones hidrométricas automáticas (EHA) del SENAMHI, se podría incrementar la red de monitoreo y sumado a ello se podría implementar la duplicidad de comunicación de configurar y adaptar el sistema de comunicación satelital y por GPRS.

2. ¿Esta solución tecnológica está diseñada para contribuir con la reducción del impacto de los desastres del Fenómeno El Niño y beneficiar a la población?

En efecto es una solución efectiva y eficiente la misma que se podría implantar a corto plazo.

3. ¿El estado peruano cuenta con los recursos económicos necesarios para implementar este sistema?

Adicionar estaciones de monitoreo a nuestra red podría ser justificado ante temporada de emergencia como el caso del presupuesto asignado en el 2018 por la reconstrucción con cambios.

4. ¿Desea agregar alguna observación y/o recomendación?

Podría precisar el tiempo que montaje e instalación y operatividad del sistema. Podría precisar el costo de mantenimiento anual.

Nombre de la solución	
Sistema de monitoreo y alerta Ambiental	
Arquitectura Física	
<p>El diagrama ilustra la arquitectura física del sistema. En la parte superior, el 'Servicio Cloud' (Azure) contiene componentes como Stream Analytics, Service Bus Queue, Azure Function - SMS Alert, Logic App - Twilio, Azure Database SQL y Azure Web App. Estos se conectan a Internet. En la parte inferior izquierda, el 'Gateway' incluye un IoT Hub y un Field Gateway, que se conectan a Internet. En la parte inferior derecha, el 'Usuario' incluye un Celular y un PC, que se conectan a Internet. En la parte inferior, el 'Nodo' incluye un Ambient Control y un SolarWorld SWA 285, que se conectan al Gateway. La conexión entre el Gateway y el Usuario se realiza a través de un Carrier (Antena) con 3G.</p>	
Descripción	
<p>Esta solución tecnológica se ha diseñado para la monitorización de los principales elementos climatológicos con el fin de determinar el nivel de intensidad de las lluvias por medio de la evaporización de las aguas. Entre los requerimientos de esta solución están el ser integrada a una red de sensores inalámbricos y ser autónoma.</p>	
Funcionalidad	Beneficio
<ul style="list-style-type: none"> • Permite monitorear en tiempo real los principales componentes climatológicos. • Permite analizar de manera rápida la información proporcionada por los sensores para generar las acciones de control pertinentes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Con este sistema se puede conocer en todo momento el estado del clima. • Permite el análisis de factores que permita determinar la aparición de lluvias intensas.

<ul style="list-style-type: none"> • Envía por SMS un aviso de alerta cuando el río esté a punto de desbordarse a la población de la localidad cercana al río. 	
Costo de Dispositivos Asociados	
\$ 2,231.14	
Grupo	Desastre Natural
Detección y alerta	Lluvias Intensas

Preguntas:

1. ¿Qué opinión tiene sobre la solución tecnológica planteada?

Es una alternativa de solución que actualmente se implementa en la red de estaciones hidrométricas automáticas (EHA) del SENAMHI, se podría incrementar la red de monitoreo y sumado a ello se podría implementar la duplicidad de comunicación de configurar y adaptar el sistema de comunicación satelital y por GPRS.

2. ¿Esta solución tecnológica está diseñada para contribuir con la reducción del impacto de los desastres del Fenómeno El Niño y beneficiar a la población?

En efecto es una solución efectiva y eficiente la misma que se podría implantar a corto plazo.

3. ¿El estado peruano cuenta con los recursos económicos necesarios para implementar este sistema?

Adicionar estaciones de monitoreo a nuestra red podría ser justificado ante temporada de emergencia como el caso del presupuesto asignado en el 2018 por la reconstrucción con cambios.

4. ¿Desea agregar alguna observación y/o recomendación?

Podría precisar el tiempo que montaje e instalación y operatividad del sistema. Podría precisar el costo de mantenimiento anual. Precisar las variables climáticas.

Anexo E – Matriz de validación de experto en Fenómeno “El Niño”

Criterios de evaluación

Tabla 70. Criterios de evaluación del experto en fenómeno “El Niño”

		Logrado	En progreso	Insuficiente
Criterio	Peso	1	0.5	0
Funcionamiento	0.2	Se consideran todas las funciones a las que está orientada el sistema diseñado.	Se considera al menos una función del sistema diseñado.	No sé a establecido el funcionamiento del sistema diseñado.
Escenarios	0.15	El sistema está pensado puede ser implementado en una o más áreas específicas.	El sistema está pensado solo a ser implementado a un área específica.	No se ha planificado implementarse en un área específica.
Participantes	0.15	Están considerados correctamente establecidos los actores del sistema.	No se considera la totalidad de actores o se están incluyendo actores que no deberían de pertenecer al sistema.	No se establecen actores en el funcionamiento del sistema.
Alcance	0.2	El sistema diseñado considera las Inundaciones, lluvias Intensas y Huaicos como condicionantes para el diseño de la misma.	El sistema diseñado considera las Inundaciones, lluvias Intensas o Huaycos como condicionantes para el diseño de la misma.	El sistema no está orientado a los desastres naturales del Fenómeno El niño

Integración	0.15	El intercambio de información del sistema comparte un alto nivel de participación y apropiación por los múltiples actores, especialmente los representantes de las poblaciones afectadas.	El intercambio de información del sistema comparte un alto nivel de participación y apropiación por los múltiples actores, pero no se comparten a los representantes de las poblaciones afectadas.	No existe un intercambio de información del sistema.
Viabilidad Financiera	0.05	Existen fondos estatales para invertir en este sistema.	Existen fondos estatales, pero se requiere evaluación para invertir en este tipo de sistema.	No Existen fondos estatales para invertir en este tipo de sistema.
Innovación	0.1	El sistema integra en su totalidad tecnológicas que no han utilizado las entidades encargadas de la atención de desastres.	El sistema está parcialmente compuesto por tecnológicas que no han utilizado las entidades encargadas de la atención de desastres.	El sistema está compuesto por tecnológicas conocidas que utilizan las entidades encargadas de la atención de desastres.
TOTAL	1			

Resultados de la Validación

Tabla 71. Resultados de la validación del experto en fenómeno “El Niño”

Experto en Fenómeno "El Niño"								
Sistema	Competencia							TOTAL
	Funcionamiento	Escenarios	Participantes	Alcance	Integración	Viabilidad Financiera	Innovación	
Sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando radares.	1	1	0.5	0.5	1	1	1	0.83
Sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando sensores de ultrasonido.	1	1	0.5	0.5	1	1	1	0.83
Sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río usando sensores de presión.	1	1	0.5	0.5	1	1	1	0.83
Sistema para el monitoreo de inundaciones utilizando drones.	1	1	1	0.5	1	0	1	0.85
Sistema para la detección y alerta de huaicos utilizando	1	1	0.5	0.5	1	1	1	0.83

sensores de desplazamiento lineal.								
Sistema para la detección y alerta de huaicos utilizando sensores de humedad de suelo.	1	1	0.5	0.5	1	1	1	0.83
Sistema para la detección y alerta de huaicos utilizando sensores de detección de grietas	1	1	0.5	0.5	1	1	1	0.83
Sistema para la detección y alerta de Huaicos utilizando radares.	1	1	0.5	0.5	1	0	1	0.78
Sistema de monitoreo y alerta de lluvias	1	1	0.5	0.5	1	1	1	0.83
Monitoreo y alerta de viento	1	1	0.5	0.5	1	1	1	0.83
Sistema para el monitoreo y alerta ambiental	1	1	0.5	0.5	1	1	1	0.83
Sistema para la detección de personas en estado de emergencias utilizando datos de Twitter.	1	1	1	1	1	0	1	0.95

Sistema para la detección de personas en estado de emergencias utilizando datos de Facebook.	1	1	1	1	1	0	1	0.95
Sistema para detección de personas en estado de emergencia utilizando el procesamiento de lenguaje natural en Twitter	1	1	1	1	1	0	1	0.95
Sistema de conexión a internet utilizando globos aerostáticos	1	1	1	1	1	0	1	0.95
Sistema de conexión a internet utilizando TV UHF	1	1	1	1	1	0	1	0.95
Sistema de conexión a internet utilizando drones	1	1	1	1	1	0	1	0.95
Sistema para la detección de personas bajo escombros utilizando FINDER	1	1	1	1	1	0	1	0.95

Anexo F – Matriz de validación de experto en Investigación Tecnológica

Criterios de evaluación

Tabla 72. Criterios de evaluación del experto en investigación tecnológica

Aspectos a evaluar		Peso		1	0.5	0
Funcionalidad	Aplicabilidad	0.41	0.254	El sistema provee un conjunto apropiado de funciones para las tareas y objetivos orientados en la atención del desastre natural.	El sistema provee solo algunas funciones para las tareas y objetivos orientados en la atención del desastre natural.	El sistema no provee un conjunto apropiado de funciones para las tareas y objetivos orientados en la atención del desastre natural.
	Precisión	0.38		El sistema diseñado está orientado a proveer datos en tiempo real y preciso.	El sistema diseñado está orientado a proveer datos precisos, pero con cierta demora de envío.	El sistema diseñado está orientado a proveer datos con cierto grado de precisión y demora de envío.
	Interoperabilidad	0.09		El sistema diseñado y sus componentes están orientados a interactuar con uno o más sistemas	El sistema diseñado y sus componentes están orientados a interactuar parcialmente con uno o	El sistema diseñado y sus componentes están orientados a no interactuar con otros sistemas o componentes.

				especificados y/o componentes.	más sistemas especificados y/o componentes.	
	Conformidad de la funcionalidad	0.12		El sistema diseñado se adhiere a los estándares o regulaciones legales.	El sistema diseñado cumple parcialmente con los estándares o regulaciones legales.	El sistema diseñado no cumple con los estándares o regulaciones legales.
Usabilidad	Entendibilidad	0.315	0.194	La arquitectura diseñada es aplicable y utilizable para las tareas y las condiciones particulares de la aplicación.	La arquitectura diseñada es parcialmente aplicable y utilizable para las tareas y las condiciones particulares de la aplicación.	La arquitectura diseñada no es aplicable ni utilizable para las tareas y las condiciones particulares de la aplicación.
	Facilidad de Aprendizaje	0.255		La arquitectura del sistema diseñado permite entender su aplicación.	La arquitectura del sistema diseñado permite entender parcialmente su aplicación.	La arquitectura del sistema diseñado no permite entender su aplicación.
	Operabilidad	0.295		El sistema diseñado permite facilidad de su operación y control.	El sistema diseñado necesita una capacitación intensa para operar y controlarlo.	El sistema diseñado es difícil de operar y controlar.
	Atractividad	0.135		La arquitectura del sistema diseñada es atractiva.	La arquitectura del sistema diseñado necesita algunas	La arquitectura del sistema diseñado es atractivo.

					modificaciones para ser atractivo.	
Eficiencia	Comportamiento en el tiempo	0.53	0.224	El sistema diseñado tiene la capacidad de proveer tiempos apropiados de respuesta y procesamiento, y ratios de rendimiento cuando realiza su durante condiciones normales y extremas.	El sistema diseñado tiene la capacidad de proveer tiempos apropiados de respuesta y procesamiento, y ratios de rendimiento cuando realiza su durante condiciones normales, pero no extremas.	El sistema diseñado no tiene la capacidad de proveer tiempos apropiados de respuesta y procesamiento, y ratios de rendimiento cuando realiza su durante condiciones normales y extremas.
	Utilización de recursos	0.47		El sistema diseñado está orientado a utilizar bajo recursos de energía.	El sistema diseñado está orientado a utilizar parcialmente bajo recursos de energía.	El sistema no está diseñado está orientado a utilizar bajo recursos de energía.
Mantenibilidad	Analizabilidad	0.49	0.20	El sistema diseñado es fácil de ser diagnosticado por deficiencias o causas de fallas en los dispositivos o la identificación de las partes a ser modificadas.	El sistema diseñado es difícil de ser diagnosticado por deficiencias o causas de fallas en los dispositivos o la identificación de las partes a ser modificadas.	El sistema diseñado no tiene la capacidad de ser diagnosticado por deficiencias o causas de fallas en los dispositivos o

						la identificación de las partes a ser modificadas.
	Cambiabilidad	0.51		Los dispositivos del sistema tienen la capacidad de ser adaptables al cambio de otros dispositivos en el sistema.	Algunos dispositivos del sistema tienen la capacidad de ser adaptables al cambio de otros dispositivos en el sistema.	Los dispositivos del sistema no tienen la capacidad de ser adaptables al cambio de otros dispositivos en el sistema.
Portabilidad	Adaptabilidad	0.34	0.124	El sistema tiene la capacidad de ser implementado en diferentes escenarios.	El sistema tiene la capacidad de ser implementado a solo un escenario.	El sistema no tiene la capacidad de ser implementado en escenarios reales.
	Instalabilidad	0.33		El sistema diseñado es fácil de instalar en diferentes entornos.	El sistema diseñado puede instalarse en al menos un entorno.	El sistema diseñado no puede instalarse en ningún entorno.
	Co existencia	0.33		Los dispositivos del sistema tienen la capacidad de coexistir con otros productos compartiendo recursos comunes.	Los dispositivos del sistema tienen la capacidad de coexistir solo con productos del mismo fabricante.	Los dispositivos del sistema no tienen la capacidad de coexistir con otros productos compartiendo recursos comunes.

Resultados de la validación

Tabla 73. Resultados de la validación del experto en investigación tecnológica

Experto en Investigación Tecnológica																
Sistema	Competencia															TO TA L
	Funcionalidad				Usabilidad				Eficiencia		Mantenibilidad		Portabilidad			
	Aplica bilidad	Preci sión	Interoper abilidad	Confor midad de la funcion alidad	Entendi bilidad	Facilid ad de Apre ndizaje	Operab ilidad	Atracti vidad	Comport amiento en el tiempo	Utiliz ación de recur sos	Analiza bilidad	Cambia bilidad	Adapta bilidad	Instala bilidad	Co existen cia	
Sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando radares.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.5	1	1	0.98
Sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río utilizando sensores de	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.5	1	1	0.98

ultrasonido.																
Sistema de monitoreo y alerta del nivel de agua del río usando sensores de presión.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.5	1	1	0.98
Sistema para el monitoreo de inundaciones utilizando drones.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.5	1	1	0.98
Sistema para la detección y alerta de huaicos utilizando sensores de desplazamiento lineal.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.5	1	1	0.98

Sistema para la detección y alerta de huaicos utilizando sensores de humedad de suelo.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.5	1	1	0.98
Sistema para la detección y alerta de huaicos utilizando sensores de detección de grietas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.5	1	1	0.98
Sistema para la detección y alerta de Huaicos utilizando radares.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.5	1	1	0.98
Sistema de monitor	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.5	1	1	0.98

eo y alerta de lluvias																
Monitor eo y alerta de viento	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.5	1	1	0.98
Sistema para el monitor eo y alerta ambiental	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0.5	1	1	0.95
Sistema para la detección de personas en estado de emergencias utilizando datos de Twitter.	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.97
Sistema para la detección de personas en estado de emergen	1	1	0.5	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.96

cias utilizand o datos de Faceboo k.																
Sistema para detecció n de personas en estado de emergen cia utilizand o el procesa miento de lenguaje natural en Twitter	1	1	0.5	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.96
Sistema de conexión a internet utilizand o globos aerostáti cos	1	1	0.5	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.96
Sistema de conexión a	1	1	0.5	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.96

internet utilizand o TV UHF																
Sistema de conexión a internet utilizand o drones	1	1	0.5	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.96
Sistema para la detecció n de personas bajo escombr os utilizand o FINDE R	1	1	0.5	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.96

Anexo G – Checklist de validación de Experto en Investigación Tecnológicas

Acta de Conformidad del Documento de OBJETIVO 3 SOLUCIONES TECNOLÓGICAS PARA LA ATENCIÓN DE DESASTRES NATURALES DEL FENÓMENO “EL NIÑO”

Fecha de entrega del acta:

En la fecha DOS DE OCTUBRE DEL AÑO 2018 se tiene constatado que el documento de OBJETIVO 3: VALIDACIÓN DE LAS ARQUITECTURAS FÍSICAS DE LAS SOLUCIONES TECNOLÓGICAS correspondiente al proyecto SOLUCIONES TECNOLÓGICAS PARA LA ATENCIÓN DE DESASTRES NATURALES DEL FENÓMENO “EL NIÑO” ha sido aceptado y aprobado por el cliente cumpliéndose con los términos de referencia en el alcance del proyecto y las especificaciones dentro del Chárter del proyecto, por lo tanto se EMITE ESTA ACTA DE CONFORMIDAD DEL DOCUMENTO.

Firmas		
Experto	Alfredo Barrientos
Representante del Proyecto	Carlos Uribe	10/05/2018
Representante del Proyecto	Erick Pino	406441026

Figura 72. Acta de conformidad del objetivo 3

2. Soluciones Tecnológicas

Cada desastre natural requiere una solución TIC diferente en función de su estado actual con relación a las TIC y su estrategia de uso de estas. Para ello, el catálogo dispone de cuatro ámbitos que proporcionan diferentes soluciones TIC para la atención de desastres naturales del Fenómeno “El Niño”. A continuación, se muestra la estructura:

A. Soluciones tecnológicas para la detección y alerta de la población

Las tecnologías de monitoreo en tiempo real y alerta temprana son reconocidas en todo el mundo como instrumentos indispensables en la reducción del impacto de los desastres naturales.

Comunicar a la población luego de una detección temprana de un desastre natural es indispensable. En este sentido, las tecnologías de comunicación resultan esenciales en la planificación de la respuesta ante un riesgo de desastre.

B. Soluciones tecnológicas para proporcionar información en tiempo real

Luego de conocerse la existencia de una emergencia (desastre natural), las personas necesitan un medio por el cual deben de mantenerse informadas. El concepto de la información en tiempo real implica tener la certeza de contar con toda la datos estructurados y no estructurados, que sea relevante y actual al momento de mostrarlo hacia las personas; ya que esta información guiará y dará certidumbre al ciudadano de lo que está pasando.

C. Soluciones tecnológicas para la disponibilidad de las comunicaciones

Muchos desastres naturales dañan las infraestructuras terrestres de telecomunicaciones y dejan a las zonas afectadas incomunicadas en los primeros momentos y hacen tardar las operaciones de rescate. En este sentido, existen tecnologías que responden de forma decisiva en los momentos más críticos de una catástrofe, fundamentalmente en aquellas áreas geográficas carentes de redes de telecomunicaciones terrestres operativas.

D. Soluciones tecnológicas para el rescate de la población

Luego de un desastre natural y recopilar información exacta de las áreas afectadas, se necesitan tecnologías que puedan aportar en las tareas de rescate y reconstrucción.

A continuación, se presentan las soluciones tecnológicas diseñadas:

Nombre de la solución	
Sistema de Monitoreo y Alerta del Nivel del Rio usando Radares	
Arquitectura Física	
Descripción	
<p>Esta solución tecnológica es un sistema de alerta temprana diseñada para monitorear el nivel de agua del río. Entre los requerimientos de esta solución están a ser integrada a una red de sensores inalámbricos, estar soportada por tecnología cloud y ser autónoma.</p>	
Funcionalidad	Beneficio
<ul style="list-style-type: none"> • Permite monitorear en tiempo real el nivel de agua del río donde se encuentre implementado. • Permite analizar de manera rápida la información proporcionada por los 	<ul style="list-style-type: none"> • Con este sistema se puede conocer en todo momento el estado del nivel del río. • Permite alertar de manera rápida a la población cercana al río, cuando el agua del río esté en peligro de desbordarse.

<p>sensores para generar las acciones de control pertinentes.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Envía por SMS un aviso de alerta cuando el río esté a punto de desbordarse a la población de la localidad cercana al río. 	
Costo de Dispositivos Asociados	
\$ 6,101.29	
Grupo	Desastre Natural
Detección y alerta	Inundaciones

Preguntas:

1. ¿Están definidos los componentes de hardware requeridos para las soluciones tecnológicas?

Sí, claro.

2. ¿El estilo de presentación y detalle de las arquitecturas son las adecuadas?

Principalmente la presentación utilizando una notación única, pero es difícil ya que los pines (pines) son diferentes.

Deben incluir todos los procesos de conexión.

3. ¿Desea agregar alguna observación y/o recomendación?

Ninguna.

Nombre de la solución

Sistema de monitoreo y alerta del nivel del río usando sensores de ultrasonido

Arquitectura Física

Descripción

Esta solución tecnológica se ha diseñado para la monitorización del nivel de agua del río. La diferencia con el sistema de Sistema de monitoreo y alerta del nivel del río usando radares, es que esta solución utiliza un sensor de ultrasonido, lo cual es más económico pero su medición puede tener errores por el comportamiento del agua del río

Funcionalidad	Beneficio
<ul style="list-style-type: none"> Permite monitorear en tiempo real el nivel de agua en el río. Permite analizar de manera rápida la información proporcionada por los sensores para generar las acciones de control pertinentes. 	<ul style="list-style-type: none"> Con este sistema se puede conocer en todo momento el estado del nivel del río. Permite alertar de manera rápida a la población cercana al río, cuando el agua del río esté en peligro de desbordarse.

<ul style="list-style-type: none"> Envía por SMS un aviso de alerta cuando el río esté a punto de desbordarse a la población de la localidad cercana al río. 	
Costo de Dispositivos Asociados	
\$ 4,065.98	
Grupo	Desastre Natural
Detección y alerta	Inundaciones

Preguntas:

1. ¿Están definidos los componentes de hardware requeridos para las soluciones tecnológicas?

SÍ, CORTADO.

2. ¿El estilo de presentación y detalle de las arquitecturas son las adecuadas?

NECESITA LA ADICIÓN DE LOS COMPONENTES.

3. ¿Desea agregar alguna observación y/o recomendación?

NINGUNA.

Nombre de la solución

Sistema de alerta de inundaciones utilizando drones

Arquitectura Física

Descripción

Esta solución tecnológica se ha diseñado para monitorear el estado de los ríos emergencia de desbordamiento y las inundaciones, con el fin de mitigar riesgos ante posibles inundaciones producto de desbordamiento de ríos o informar a las entidades pertinentes y población sobre el estado actual de las inundaciones.

Funcionalidad

- Permite monitorear el estado actual de una inundación y alertar su expansión.
- Permite analizar de manera rápida la información proporcionada por los sensores para generar las acciones de control pertinentes.

Beneficio

- Con el sistema propuesto se puede monitorear en tiempo real el estado actual de una inundación y alertar de manera inmediata a la población mediante un SMS.
- Ayuda a las entidades de apoyo a llegar mejor preparados, eligiendo los mejores

<ul style="list-style-type: none"> • Los drones despegan según el mensaje de alerta de la población. • Cuando los drones posean baja energía en su batería, regresan a su estación para cargar su energía. 	vehículos y herramientas necesarias para atender la situación y, por lo tanto, optimizar sus recursos (lo que conduce a un beneficio económico).
Costo de Dispositivos Asociados	
\$ 35,452.97	
Grupo	Desastre Natural
Detección y alerta	Inundaciones

Preguntas:

1. ¿Están definidos los componentes de hardware requeridos para las soluciones tecnológicas?

SI. CONCRETO

2. ¿El estilo de presentación y detalle de las arquitecturas son las adecuadas?

MEJORAR LA ADORNACIÓN.

3. ¿Desea agregar alguna observación y/o recomendación?

NINGUNA.

Nombre de la solución

Sistema de monitoreo de ríos y alerta de inundaciones utilizando sensores de presión

Arquitectura Física

Descripción

Esta solución tecnológica se ha diseñado para monitorear la presión del caudal del río y alertar a la población en caso éste alcance valores irregulares con el fin de mitigar riesgos ante posibles inundaciones producto de desbordamiento de ríos. Entre los requerimientos de esta solución están el ser integrada a una red de sensores inalámbricos y ser autónoma.

Funcionalidad	Beneficio
<ul style="list-style-type: none"> Permite monitorear la presión del caudal del río y alertar ante valores irregulares. Permite analizar de manera rápida la información proporcionada por los sensores para generar las acciones de control pertinentes. Envía por SMS un aviso de alerta a la población cercana cuando se detecte valores irregulares en la presión del caudal del río que puedan provocar su 	<ul style="list-style-type: none"> Con el sistema propuesto se puede monitorear en tiempo real la presión del caudal del río y ante un valor irregular alertar a la población mediante un SMS y mitigar los riesgos ante un desborde del río que pueda causar una inundación. Sensores y captura de datos en un mismo instrumento.

desbordamiento y por consecuencia una posible inundación.	<ul style="list-style-type: none"> El sensor posee una robusta carcasa de titanio que protege el sensor en ambientes duros
Costo de Dispositivos Asociados	
\$ 3,566.98	
Grupo	Desastre Natural
Detección y alerta	Inundaciones

Preguntas:

1. ¿Están definidos los componentes de hardware requeridos para las soluciones tecnológicas?

SI. CONVENIENTE.

2. ¿El estilo de presentación y detalle de las arquitecturas son las adecuadas?

MEJOR ADECUACION

3. ¿Desea agregar alguna observación y/o recomendación?

NINGUNA.

Nombre de la solución	
Sistema de monitoreo y alerta de deslizamientos de tierra utilizando sensores de desplazamiento lineal	
Arquitectura Física	
<p>El diagrama ilustra la arquitectura física del sistema. En la parte superior, el 'Servicio Cloud' incluye Stream Analytics, Service Bus Queue, Azure SQL, SMS Alert Azure Function, Logic App - Twilio y Azure Web App Dashboard. Estos componentes están conectados a un 'Gateway' que utiliza un 'LoRa' y un 'Meshium'. Los 'Dispositivos' consisten en un 'Nodo' con un 'LoRa 900 MHz', un 'Vespene' y un 'Pista Sensor 2.0'. Los 'Sensores' incluyen un 'Sensor de desplazamiento lineal'. El sistema se conecta a un 'Carrier' y una 'Antena' a través de la 'Internet'. Los usuarios ('Usuario') reciben alertas a través de un 'Smartphone' y una 'PC'.</p>	
Descripción	
<p>Esta solución tecnológica se ha diseñado para monitorear el desplazamiento lineal del suelo y alertar en caso este alcance valores irregulares con el fin de mitigar riesgos ante deslizamientos de tierra o huaicos.</p>	
Funcionalidad	Beneficio
<ul style="list-style-type: none"> Permite monitorear el desplazamiento lineal del suelo y alertar ante situaciones irregulares. Permite analizar de manera rápida la información proporcionada por los sensores para generar las acciones de control pertinentes. 	<ul style="list-style-type: none"> Con el sistema propuesto se puede monitorear en tiempo real el desplazamiento lineal del suelo y ante un valor irregular alertar a la población mediante un SMS y mitigar los riesgos ante un posible huaico o deslizamiento de tierra

<ul style="list-style-type: none"> Envía por SMS un aviso de alerta a la población cercana cuando se detecte valores irregulares en la humedad del suelo que puedan provocar un deslizamiento de tierra o huaico. 	
Costo de Dispositivos Asociados	
\$ 3,711.98	
Grupo	Desastre Natural
Detección y alerta	Huaicos

Preguntas:

1. ¿Están definidos los componentes de hardware requeridos para las soluciones tecnológicas?

Sí, Computadores.

2. ¿El estilo de presentación y detalle de las arquitecturas son las adecuadas?

Reservar en la oficina y Atención

Desarrollar nuevas las plataformas de computación entre dispositivos

3. ¿Desea agregar alguna observación y/o recomendación?

Ninguna.

Nombre de la solución

Sistema de monitoreo y alerta de deslizamientos de tierra utilizando sensores de humedad de suelo

Arquitectura Física

Descripción

Esta solución tecnológica se ha diseñado para monitorear la humedad del suelo y alertar en caso este alcance valores irregulares con el fin de mitigar riesgos ante deslizamientos de tierra o huaicos. Entre los requerimientos de esta solución están el ser integrada a una red de sensores inalámbricos y ser autónoma.

Funcionalidad	Beneficio
<ul style="list-style-type: none"> Permite monitorear la humedad del suelo y alertar ante situaciones irregulares. Permite analizar de manera rápida la información proporcionada por los sensores para generar las acciones de control pertinentes. 	<ul style="list-style-type: none"> Con el sistema propuesto se puede monitorear en tiempo real la humedad que posee el suelo y ante un valor irregular alertar a la población mediante un SMS y mitigar los riesgos ante un posible huaico o deslizamiento de tierra.

<ul style="list-style-type: none"> Envía por SMS un aviso de alerta a la población cercana cuando se detecte valores irregulares en la humedad del suelo que puedan provocar un deslizamiento de tierra o huaico. 	
Costo de Dispositivos Asociados	
\$ 3,507.48	
Grupo	Desastre Natural
Detección y alerta	Huaicos

Preguntas:

1. ¿Están definidos los componentes de hardware requeridos para las soluciones tecnológicas?

SI, con detalle

2. ¿El estilo de presentación y detalle de las arquitecturas son las adecuadas?

Hay que a la Asociación

Hay que los protocolos de comunicación

3. ¿Desea agregar alguna observación y/o recomendación?

ninguna

Nombre de la solución

Sistema de monitoreo y alerta de deslizamientos de tierra utilizando sensores de detección de grietas

Arquitectura Física

Descripción

Esta solución tecnológica se ha diseñado para la detección de presencia de grietas en el suelo con el fin de mitigar riesgos ante deslizamientos de tierra o huaicos. Entre los requerimientos de esta solución están el ser integrada a una red de sensores inalámbricos y ser autónoma.

Funcionalidad	Beneficio
<ul style="list-style-type: none"> Permite detectar la presencia de grietas en el suelo. Permite analizar de manera rápida la información proporcionada por los sensores para generar las acciones de control pertinentes. 	<ul style="list-style-type: none"> Con el sistema propuesta pueden detectarse gran número de grietas en el suelo que puedan generar deslizamientos de tierra. Permite alertar de manera rápida a la población cercana al posible

<ul style="list-style-type: none"> Envía por SMS un aviso de alerta a la población cercana cuando se detecte una gran cantidad de grietas en el suelo que suponga un posible deslizamiento de tierra o huaico. 	deslizamiento de tierra producto de la cantidad de grietas en el suelo.
Costo de Dispositivos Asociados	
\$ 3,537.95	
Grupo	Desastre Natural
Detección y alerta	Huaicos

Preguntas:

1. ¿Están definidos los componentes de hardware requeridos para las soluciones tecnológicas?

Sí, concuerda

2. ¿El estilo de presentación y detalle de las arquitecturas son las adecuadas?

*Mejorar la arquitectura.
Incluir los procesos de comunicación.*

3. ¿Desea agregar alguna observación y/o recomendación?

Ninguna.

Nombre de la solución

Sistema de detección y alerta de Huaicos usando sensor radar

Arquitectura Física

Descripción

Esta solución tecnológica se ha diseñado para la detección de huaicos que caen de los cerros.

Funcionalidad

- Permite detectar la aparición de huaicos
- Permite analizar de manera rápida la información proporcionada por los sensores para generar las acciones de control pertinentes.
- Envía por SMS un aviso de alerta a la población cercana cuando se detecte el deslizamiento de tierra o huaico.

Beneficio

- Con el sistema propuesto se pueden detectar la aparición de huaicos antes de que afecte a la población.
- Permite alertar de manera rápida a la población cercana el posible deslizamiento de tierra producto de la cantidad de grietas en el suelo.

Costo de Dispositivos Asociados	
\$ 25,000.95	
Grupo	Desastre Natural
Detección y alerta	Huaicos

Preguntas:

1. ¿Están definidos los componentes de hardware requeridos para las soluciones tecnológicas?

Sí, consiguieron

2. ¿El estilo de presentación y detalle de las arquitecturas son las adecuadas?

Respecto a la advertencia.
Incluir los protocolos de comunicación y
Vínculos

3. ¿Desea agregar alguna observación y/o recomendación?

Ninguna.

Nombre de la solución

Sistema de monitoreo y alerta de lluvias

Arquitectura Física

Descripción

Esta solución tecnológica ha sido diseñada para medir la cantidad que precipitan por las lluvias con el fin de alertar la aparición de lluvias intensas que están involucradas con la prevención del riesgo a inundaciones. Entre los requerimientos de esta solución están el ser integrada a una red de sensores inalámbricos y ser autónoma.

Funcionalidad	Beneficio
<ul style="list-style-type: none"> La solución tecnológica se compone de diversos dispositivos físicos, softwares y aplicaciones asociadas. Permite monitorear en tiempo real la intensidad de las lluvias. Permite analizar de manera rápida la información proporcionada por los 	<ul style="list-style-type: none"> Con este sistema se puede conocer en todo momento el estado de la intensidad de las lluvias. Permite alertar de manera rápida a la población afectada, cuando las lluvias tengan el nivel para generar desastres asociados.

<p>sensores para generar las acciones de control pertinentes.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Envía por SMS un aviso de alerta cuando el río esté a punto de desbordarse a la población de la localidad cercana al río. 	<ul style="list-style-type: none"> • Permite el análisis de factores que permita determinar el desbordamiento de un río.
Costo de Dispositivos Asociados	
\$ 4,124.98	
Grupo	Desastre Natural
Detección y alerta	Lluvias Intensas

Preguntas:

1. ¿Están definidos los componentes de hardware requeridos para las soluciones tecnológicas?

SI, CORRECTO.

2. ¿El estilo de presentación y detalle de las arquitecturas son las adecuadas?

Mejore la Animación.
Incluir los procesos de Copiación y Ventas

3. ¿Desea agregar alguna observación y/o recomendación?

Ninguna.

Nombre de la solución

Sistema de monitoreo y alerta de Viento

Arquitectura Física

Descripción

Esta solución tecnológica se ha diseñado para monitorear la velocidad, fuerza y dirección del viento con el fin de determinar aparición de lluvias, desplazamiento de las nubes.

Funcionalidad	Beneficio
<ul style="list-style-type: none"> Permite monitorear en tiempo real la velocidad fuerza y dirección del viento. Permite analizar de manera rápida la información proporcionada por los sensores para generar las acciones de control pertinentes. Envía por SMS un aviso de alerta cuando exista un punto anómalo que genere peligro a los pobladores. 	<ul style="list-style-type: none"> Con este sistema se puede conocer en todo momento el estado del viento en el ambiente. Permite el análisis de factores que permita determinar la aparición de lluvias intensas.

Costo de Dispositivos Asociados	
\$ 7,836.98	
Grupo	Desastre Natural
Detección y alerta	Lluvias Intensas

Preguntas:

1. ¿Están definidos los componentes de hardware requeridos para las soluciones tecnológicas?

Sí. Cables

2. ¿El estilo de presentación y detalle de las arquitecturas son las adecuadas?

No. No se da información

hacer los procesos de Cpu + Memoria

3. ¿Desea agregar alguna observación y/o recomendación?

No.

Nombre de la solución

<ul style="list-style-type: none"> Envía por SMS un aviso de alerta cuando el río esté a punto de desbordarse a la población de la localidad cercana al río. 	
Costo de Dispositivos Asociados	
\$ 2,231.14	
Grupo	Desastre Natural
Detección y alerta	Lluvias Intensas

• Extracción semiautomática de la actividad de un usuario durante la crisis en forma de blog.	
Costo de Dispositivos Asociados	
\$ 2,290.30	
Grupo	Desastre Natural
Información en Tiempo Real	Cualquier Desastre Natural

Preguntas:

1. ¿Están definidos los componentes de hardware requeridos para las soluciones tecnológicas?

SI, Componentes

2. ¿El estilo de presentación y detalle de las arquitecturas son las adecuadas?

*No, se la Asociación
hacer con presencia de Comunicación y Ventas*

3. ¿Desea agregar alguna observación y/o recomendación?

Ninguna

Nombre de la solución	
Sistema para la detección y gestión de emergencias usando datos de Twitter	
Arquitectura Física	
Descripción	
<p>Esta solución es una plataforma basada en servicios de Azure que puede servir como backend para aplicaciones y servicios relacionados con la detección y gestión de crisis mediante la extracción de varias fuentes de datos de Twitter. El sistema se centra en la escalabilidad y se basa en una combinación de marcos de Big Data de última generación.</p>	
Funcionalidad	Beneficio
<ul style="list-style-type: none"> Permite obtener información en tiempo real de los desastres naturales ocasionados por el fenómeno del niño que se están manifestando, haciendo uso de la red social Twitter y luego brindarla a los usuarios usando este mismo medio. Búsqueda mejorada de información relacionada con la crisis basada en criterios 	<p>Con el sistema propuesto se puede aprovechar enorme cantidad de información de desastres naturales que se encuentra en la red social Twitter y partir de ello haciendo uso del procesamiento de los datos detectar y gestionar los riesgos de desastres naturales.</p>

<p>tales como ubicación, tiempo, sentimiento o una combinación de los anteriores.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descubrimiento automático de nuevos puntos de interés y eventos que podrían indicar una crisis emergente de cualquier magnitud, pequeña o grande, que abarcan los desastres naturales del fenómeno “El Niño”. • Inferencia de la trayectoria semántica del usuario durante y después de la emergencia a través de la combinación de sus puntos de GPS con información de fondo, como mapas, registros, comentarios de los usuarios, etc. • Extracción semiautomática de la actividad de un usuario durante la crisis en forma de blog. 	
Costo de Dispositivos Asociados	
\$ 2 ,290.30	
Grupo	Desastre Natural
Información en Tiempo Real	Cualquier Desastre Natural

Preguntas:

1. ¿Están definidos los componentes de hardware requeridos para las soluciones tecnológicas?

Sí, con los

2. ¿El estilo de presentación y detalle de las arquitecturas son las adecuadas?

Respecto a la presentación

para los procesos de Comunicación y Vigilancia

3. ¿Desea agregar alguna observación y/o recomendación?

Ninguna

Nombre de la solución	
Sistema para la detección y gestión de emergencias usando datos de Facebook	
Arquitectura Física	
Descripción	
<p>Esta solución es una plataforma basada en servicios de Azure que puede servir como backend para aplicaciones y servicios relacionados con la detección y gestión de crisis mediante la extracción de varias fuentes de datos de Facebook. El sistema se centra en la escalabilidad y se basa en una combinación de marcos de Big Data de última generación.</p>	
Funcionalidad	Beneficio
<ul style="list-style-type: none"> • Permite obtener información en tiempo real de los desastres naturales ocasionados por el fenómeno del niño que se están manifestando, haciendo uso de la red social Twitter y luego brindarla a los usuarios usando este mismo medio. • Búsqueda mejorada de información relacionada con la crisis basada en criterios 	<p>Con el sistema propuesto se puede aprovechar enorme cantidad de información de desastres naturales que se encuentra en la red social Twitter y partir de ello haciendo uso del procesamiento de los datos detectar y gestionar los riesgos de desastres naturales.</p>

<p>tales como ubicación, tiempo, sentimiento o una combinación de los anteriores.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descubrimiento automático de nuevos puntos de interés y eventos que podrían indicar una crisis emergente de cualquier magnitud, pequeña o grande, que abarcan los desastres naturales del fenómeno “El Niño”. • Inferencia de la trayectoria semántica del usuario durante y después de la emergencia a través de la combinación de sus puntos de GPS con información de fondo, como mapas, registros, comentarios de los usuarios, etc. • Extracción semiautomática de la actividad de un usuario durante la crisis en forma de blog. 	
Costo de Dispositivos Asociados	
\$ 2 ,290.30	
Grupo	Desastre Natural
Información en Tiempo Real	Cualquier Desastre Natural

Preguntas:

1. ¿Están definidos los componentes de hardware requeridos para las soluciones tecnológicas?

Si, correcto.

2. ¿El estilo de presentación y detalle de las arquitecturas son los adecuados?

Resalte los procesos de comunicación y Voz para
Mover la Información

3. ¿Desea agregar alguna observación y/o recomendación?

Ninguna.

Nombre de la solución

Sistema de monitoreo de desastres Naturales utilizando el Procesamiento del Lenguaje Natural en la Red Social Twitter

Arquitectura Física

Descripción

Esta solución tecnológica se ha diseñado para el monitoreo de desastres naturales ocasionados por el fenómeno del niño mediante la red social Twitter para brindar información en tiempo real en cuanto al desarrollo de estos desastres naturales. Entre los requerimientos de esta solución están el de utilizar la API de Twitter y el procesamiento de lenguaje natural.

Funcionalidad	Beneficio
<ul style="list-style-type: none"> La solución tecnológica se compone de diversos dispositivos físicos, softwares y aplicaciones asociadas. Permite obtener información en tiempo real de los desastres naturales ocasionados por el fenómeno del niño que se están manifestando, haciendo uso de la red social Twitter y luego brindarla a los usuarios usando este mismo medio. Permite hacer un filtro de tweets relacionados a los desastres naturales obteniendo los más importantes y que brinden una mayor cantidad de información 	<p>Con el sistema propuesto se puede aprovechar la enorme cantidad de información de desastres naturales que circulan en la red social Twitter, extrayendo tweets de usuarios y haciendo uso del procesamiento del lenguaje natural realizar un filtro identificando los tweets con información relevante de los desastres naturales, para así lograr la importante tarea de mantener informada en tiempo real a la población.</p>

<p>concreta y veraz en cuanto a los desastres naturales que se están manifestando.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Envía información en tiempo real a la población haciendo uso de la misma red social una vez realizado el proceso de filtrado. 	
Costo de Dispositivos Asociados	
\$ 5 ,880.29	
Grupo	Desastre Natural
Información en Tiempo Real	Cualquier Desastre Natural

Preguntas:

1. ¿Están definidos los componentes de hardware requeridos para las soluciones tecnológicas?

Si, Componentes

2. ¿El estilo de presentación y detalle de las arquitecturas son las adecuadas?

Hay que a la conversión
hacer las figuras en color y vozales

3. ¿Desea agregar alguna observación y/o recomendación?

Ninguna.

Nombre de la solución

Sistema de conexión a internet mediante globos aerostáticos

Arquitectura Física

Descripción

Este sistema es una red inalámbrica inflada en el área del desastre para cubrir refugios o áreas de comunicación interrumpidas, brindando conectividad inalámbrica LTE asegurando rápidamente la comunicación.

Funcionalidad	Beneficio
<ul style="list-style-type: none"> La solución tecnológica se compone de diversos dispositivos físicos. Permite proveer internet a un radio de 2000 m². Provee Conectividad inalámbrica LTE. 	<ul style="list-style-type: none"> Con este sistema se puede brindar cobertura 4G LTE a zonas donde la conectividad se encuentre colapsada.
Costo de Dispositivos Asociados	
\$ 5,364.99	
Grupo	Desastre Natural

Preguntas:

1. ¿Están definidos los componentes de hardware requeridos para las soluciones tecnológicas?

Si, Consistent

2. ¿El estilo de presentación y detalle de las arquitecturas son las adecuadas?

Mejore la Animación
Añadir los factores de Coproducción y Unidades

3. ¿Desea agregar alguna observación y/o recomendación?

Ninguna

Nombre de la solución	
Sistema de conexión a internet mediante TV UHF	
Arquitectura Física	
<div>Dispositivo</div>	
Descripción	
<p>Solución tecnológica utiliza los espectros en las frecuencias de TV UHF vacías (a las que se hace referencia como espacio blanco de TV) para ofrecer banda ancha a los usuarios en lugares que no tienen internet o su red se encuentre colapsada.</p>	
Funcionalidad	Beneficio
<ul style="list-style-type: none"> La solución tecnológica se compone de diversos dispositivos físicos. Permite proveer internet hasta una distancia aproximada de 20 km. La señal puede cubrir 100 veces el área de la tecnología Wi-Fi típica sin 	<p>Brindar acceso a internet a la población que se encuentre en lugares alejados donde no llegue la conexión a internet o donde la cobertura se haya perdido.</p>

disminuir la fuerza debido a los escombros.	
Costo de Dispositivos Asociados	
\$ 9,542.00	
Grupo	Desastre Natural
Disponibilidad de la Comunicación	Cualquier Desastre Natural

Preguntas:

1. ¿Están definidos los componentes de hardware requeridos para las soluciones tecnológicas?

Si, correcto.

2. ¿El estilo de presentación y detalle de las arquitecturas son las adecuadas?

Hay que la Asociación.
tiene las fortalezas en Organización y Ventas

3. ¿Desea agregar alguna observación y/o recomendación?

Ninguna.

Nombre de la solución

Sistema de conexión a internet mediante Drones

Arquitectura Física

Descripción

Solución tecnológica conformada por una red inalámbrica de drones en el área del desastre para cubrir refugios o áreas de comunicación interrumpidas, brindando conectividad inalámbrica LTE asegurando rápidamente la comunicación.

Funcionalidad	Beneficio
<ul style="list-style-type: none"> La solución tecnológica se compone de diversos dispositivos físicos. Permite proveer internet a un radio de 2000 m². Provee Conectividad inalámbrica LTE. 	Con este sistema se puede brindar cobertura 4G LTE a zonas donde la conectividad se encuentre colapsada.
Costo de Dispositivos Asociados	
\$ 6,614.99	
Grupo	Desastre Natural
Disponibilidad de la Comunicación	Cualquier Desastre Natural

Preguntas:

1. ¿Están definidos los componentes de hardware requeridos para las soluciones tecnológicas?

Si claro.

2. ¿El estilo de presentación y detalle de las arquitecturas son las adecuadas?

*Mejorar la Arquitectura.
Añadir los procesos de capacitación y Vigilancia*

3. ¿Debería agregar alguna observación y/o recomendación?

Ninguna

Nombre de la solución

causados por la respiración y los latidos del corazón de las víctimas atrapadas.	
Costo de Dispositivos Asociados	
\$ 30 ,647.95	
Grupo	Desastre Natural
Rescate de Personas	Cualquier Desastre Natural

Preguntas:

1. ¿Están definidos los componentes de hardware requeridos para las soluciones tecnológicas?

Si, conmutador

2. ¿El estilo de presentación y detalle de las arquitecturas son las adecuadas?

tienen protocolos de copias de seguridad y de backup

3. ¿Desea agregar alguna observación y/o recomendación?

Ninguna