

Universidad Científica del Perú - UCP
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL



TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

**ANÁLISIS DEL PELIGRO DE INUNDACIÓN DE LA CIUDAD DE
IQUITOS A TRAVÉS DE UN MODELO ESPACIAL UTILIZANDO
DRONES.**

**PARA OPTAR EL GRADO EN BACHILLER DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**

AUTORA: Johanna Raquel Dávila Arévalo

ASESOR: Ing. Gustavo Fernando Gamarra Ramírez MSc

San Juan Bautista – Loreto – Maynas – Perú

2020

DEDICATORIA

A DIOS POR BENDECIRME LA VIDA, POR
GUIARME A LO LARGO DE MI EXISTENCIA, SER
EL APOYO Y FORTALEZA EN ALGUNOS
MOMENTOS DE DIFICULTAD Y DE DEBILIDAD.

AGRADECIMIENTO

AGRADEZCO A LA DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN DE LA UCP EN ESPECIAL AL ING. PAREDES POR LA DEDICACIÓN Y VOLUNTAD EN EL DESARROLLO DE LAS LABORES DE TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS HACIA LOS ESTUDIANTES Y A LA FORMACIÓN DE SEMILLEROS DE PROFESIONALES QUE LOGRARAN EL DESARROLLO DE LORETO.

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

ANÁLISIS DEL PELIGRO DE INUNDACIÓN DE LA CIUDAD DE IQUITOS A
TRAVÉS DE UN MODELO ESPACIAL UTILIZANDO DRONES.

GRADUANDO : JOHANNA RAQUEL DÁVILA ARÉVALO
SECCIÓN : BACHILLER
MENCIÓN : INGENIERÍA AMBIENTAL

MIEMBROS DEL JURADO



Ing. CARMEN PATRICIA CERDENA DEL ÁGUILA, Dra.
PRESIDENTE



MBIgo. ÁLVARO TRESIERRA AYALA, Dr.
MIEMBRO



Ing. MARCO PAREDES RIVEROS, M.Sc.
MIEMBRO



Ing. Gustavo Fernando Gamarra Ramirez, M.Sc.
ASESOR



"Año de la Universalización de la Salud"

**FACULTAD DE
CIENCIAS E
INGENIERÍA**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

ACTA DE EVALUACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Con Resolución Decanal N° 176 -2020 -UCP- FCEI, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado del Trabajo de Investigación a los Señores:

- | | |
|---|-------------------|
| • Ing. Carmen Patricia Cerdeña Del Águila, Dra. | Presidente |
| • MBigo. Álvaro Tresierra Ayala, Dr. | Miembro |
| • Ing. Marco Paredes Riveros, M.Sc. | Miembro |

En la ciudad de Iquitos, siendo el día 20 de julio de 2020, de manera virtual, se constituyó el Jurado para evaluar el Trabajo de Investigación titulado : "Análisis del peligro de inundación de la ciudad de Iquitos a través de un modelo espacial utilizando drones": Presentada por la egresada:

Johanna Raquel Dávila Arévalo

Asesor: Ing. Gustavo Fernando Gamarra Ramírez

Como requisito para optar el Grado Académico de Bachiller en: Ingeniería Ambiental

Luego de evaluar cada uno de los ítems indicados en la ficha de evaluación del trabajo de investigación se llegó a la siguiente puntuación: 68 puntos (Se adjunta ficha de evaluación)

El jurado llegó a la siguiente conclusión:

El Trabajo de Investigación es:

.....APROBADO.....

En fe de lo cual los miembros del jurado firman el acta.



Presidente



"Año de la Universalización de la Salud"

FACULTAD DE
CIENCIAS E
INGENIERÍA



Miembro



Miembro

Calificación:

Valoración	Puntaje
Aprobado	45 - 80
Desaprobado	0 - 44

Contáctanos:

Iquitos – Perú

065 - 26 1088 / 065 - 26 2240
Av. Abelardo Quiñones Km. 2.5

Filial Tarapoto – Perú

42 - 58 5638 / 42 - 58 5640
Leoncio Prado 1070 / Martínez de Compagnon 933

Universidad Científica del Perú
www.ucp.edu.pe



"Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

El Trabajo de Investigación Titulado:

**"ANÁLISIS DEL PELIGRO DE INUNDACIÓN DE LA CIUDAD DE IQUITOS A
TRAVÉS DE UN MODELO ESPACIAL UTILIZANDO DRONES".**

De los alumnos: **JOHANNA RAQUEL DÁVILA ARÉVALO**, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **9% de similitud**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 20 de agosto del 2020.



Dr. César J. Ramal Asayag
Presidente del Comité de Ética - UCP

CJRA/lasda
109 -2020



Av. Abelardo Quiñones Km. 2.5



(065) 261088



www.ucp.edu.pe

ANÁLISIS DEL PELIGRO DE INUNDACIÓN DE LA CIUDAD DE IQUITOS A TRAVÉS DE UN MODELO ESPACIAL UTILIZANDO DRONES

INDICE

DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO	2
INTRODUCCION	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
CAPITULO I	11
1.1 AREA DE ESTUDIO.....	11
1.2 FUNDAMENTOS TEORICOS	13
1.3 FLUJO DE TRABAJO PARA UN LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO CON UN UAV ...	23
1.4 SISTEMA DE REFERENCIA.....	24
1.5 PLANIFICACIÓN DEL VUELO	25
5.1 Consideraciones del Plan de Vuelo	25
1.6 PUNTOS DE APOYO FOTOGRAMÉTRICO	26
1.7 CÁMARAS Y/O SENSORES	26
1.8 SOFTWARE UTILIZADOS.....	31
1.9 PLAN DE VUELO	32
CAPITULO II	36
2. RESULTADOS	36
2.1 Procesado y cálculo	36
2.2 Productos fotogramétricos.....	38
2.3 Información Hidrológica	40
2.4 Elaboración de los mapas de peligro	41
2.5 Propuestas de mitigación ante el proceso de inundación	46
CONCLUSIONES	47
RECOMENDACIONES.....	49

UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERU

ANÁLISIS DEL PELIGRO DE INUNDACIÓN DE LA CIUDAD DE IQUITOS A TRAVÉS DE UN MODELO ESPACIAL UTILIZANDO DRONES

INTRODUCCION

Durante la última década el departamento de Loreto estuvo siendo afectado por el comportamiento anormal de las precipitaciones que ocasionan las grandes oscilaciones de los ríos, es decir, la ocurrencia de inundaciones y sequías que amenazan a las ciudades amazónicas como Iquitos, Nauta, San Lorenzo, Contamana, entre otras más que demandan gastos económicos por parte del estado para mitigar los impactos negativos que recaen sobre la población.

Una de la inundaciones más grandes, se presentó entre el mes de diciembre del año 2011 y el mes de abril del año 2012, con un escenario de alta precipitación, incrementándose el nivel de agua del río Amazonas a 118.59 msnm, sobrepasando de modo significativo el límite histórico en los últimos 20 años. Las consecuencias de tal situación se manifestaron en inundaciones en diferentes áreas en el Perú afectando a un total de 649 526 personas en todo el país y sobre el departamento de Loreto, en donde un aproximado de 222 633 personas se vieron afectados por las inundaciones aproximadamente el 31% de la población damnificada a nivel nacional.

La Universidad Científica del Perú, líder en investigación en el departamento de Loreto, contribuyendo al desarrollo de la región apoya al reordenamiento territorial de las grandes ciudades como Iquitos, para ello, propone realizar estudios integrales de las cuencas aledañas a la ciudad como el Nanay e Itaya, dentro de una primera etapa se utilizó la tecnología de drones aplicada a la geodesia con lo cual se determinará los límites de peligro de inundación en el sector Iquitos. Paralelamente, se viene obteniendo la información de campo para la realización del modelamiento hidráulico de la cuenca del río Nanay para determinar los sectores vulnerables de la ciudad de Iquitos ante el proceso de inundación. Posteriormente, se realizará el modelamiento para los grandes ríos amazónicos.

ANÁLISIS DEL PELIGRO DE INUNDACIÓN DE LA CIUDAD DE IQUITOS A TRAVÉS DE UN MODELO ESPACIAL UTILIZANDO DRONES

RESUMEN

El presente trabajo de Investigación consiste en Analizar el peligro de Inundación de la ciudad de Iquitos utilizando dron para proponer futuras alternativas de mitigación ante el peligro de una inundación.

La Problemática consistió en responder las siguientes interrogantes: Se conoce el área inundable de la ciudad de Iquitos como consecuencia del crecimiento de los ríos Amazónicos? ¿Cuál es el umbral del área inundable de la ciudad de Iquitos como consecuencia del crecimiento de los ríos Amazonas, Nanay e Itaya? ¿Cuáles son las causas de la inundación de los ríos circundantes? Para contestar las preguntas planteadas la metodología de la investigación que se usó fue de tipo experimental y el diseño es descriptivo, las técnicas e instrumentos utilizados para recabar información fueron fuentes secundarias con la revisión de documentos, informes, publicaciones, encuestas a través del cuestionario, mapas, imágenes satelitales proveniente del dron realizada por la Universidad Científica del Perú por medio del proyecto drones. Lo cual fue procesado con el software MAP PLANNING, AGLISOFT y ARCGIS.

Como Resultado de la Investigación el área delimitada de peligro de inundación nula o baja de la ciudad de Iquitos es de 4407.16 Has, Dicho límite permite lograr una mejor gestión del riesgo por parte del SINAGERD y todas las instituciones que lo conforman que tiene como finalidad la identificación y reducción de los riesgos asociados a peligros o minimizar sus efectos, así como evitar la generación de nuevos riesgos, y preparación y atención ante situaciones de desastre mediante el establecimiento de principios, lineamientos de política, componentes, procesos e instrumentos de la Gestión del Riesgo de Desastres.

PALABRAS CLAVES: Delimitación de la Inundación, Dron, Mitigación de Riesgos.

ANALYSIS OF THE FLOOD HAZARD OF THE CITY OF IQUITOS THROUGH A SPACE MODEL USING DRONES

ABSTRACT

The present work of Investigation consists in Analyzing the danger of Flood of the city of Iquitos using drone to propose future mitigation alternatives before the danger of a flood.

The problem was to answer the following questions: Is the flood area of the city of Iquitos known as a result of the growth of the Amazonian rivers? What is the threshold of the flood area of the city of Iquitos as a result of the growth of the Amazon, Nanay and Itaya rivers? What are the causes of flooding of the surrounding rivers? To answer the questions raised, the research methodology that was used was experimental and the design is descriptive, the techniques and instruments used to gather information were secondary sources with the review of documents, reports, publications, surveys through the questionnaire, maps, satellite images from the drone made by the Scientific University of Peru through the drones project. Which was processed with the MAP PLANNING, AGLISOFT and ARCGIS software.

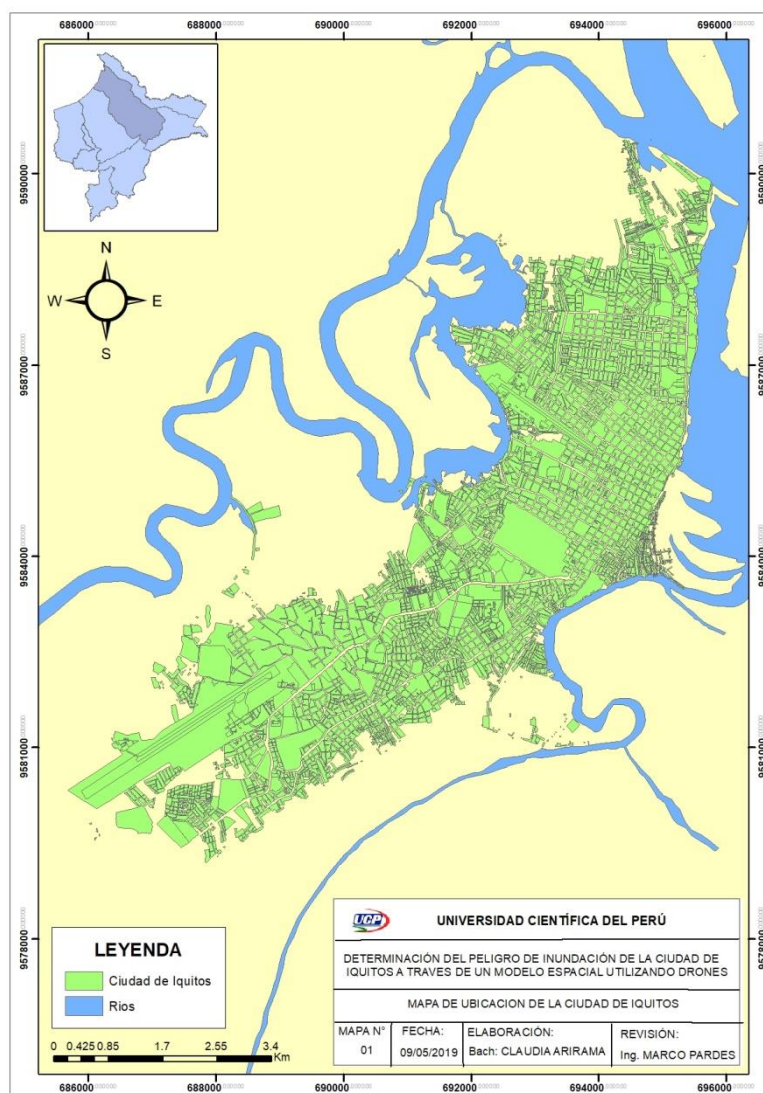
As a Result of the Investigation the delimited area of danger of zero or low flooding of the city of Iquitos is 4407.16 Has, This limit allows to achieve a better risk management by the SINAGERD and all the institutions that conform it that has as its purpose the Identification and reduction of risks associated with hazards or minimizing their effects, as well as avoiding the generation of new risks, and preparation and attention to disaster situations through the establishment of principles, policy guidelines, components, processes and instruments of Management Disaster Risk.

KEY WORDS: Flood Delimitation, Drone, Risk Mitigation

CAPITULO I

1.1 AREA DE ESTUDIO

El área de estudio está determinada por la ciudad de Iquitos que abarca cuatro distritos: Iquitos, Punchana, Belén y San Juan Bautista, todos pertenecientes a la provincia de Maynas. Es la metrópoli más grande de la Amazonía Peruana, y es la séptima ciudad más poblada del Perú según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (1); con una población de 479 866 habitantes además, es conocida como la capital de la Amazonia Peruana. Está establecida en la Gran Planicie y rodeada por los ríos Amazonas, Nanay e Itaya y el Lago Moronacocho.



Mapa N°01.- Área de Estudio: ciudad de Iquitos, provincia de Maynas, Loreto, Perú.

Cuadro No.1

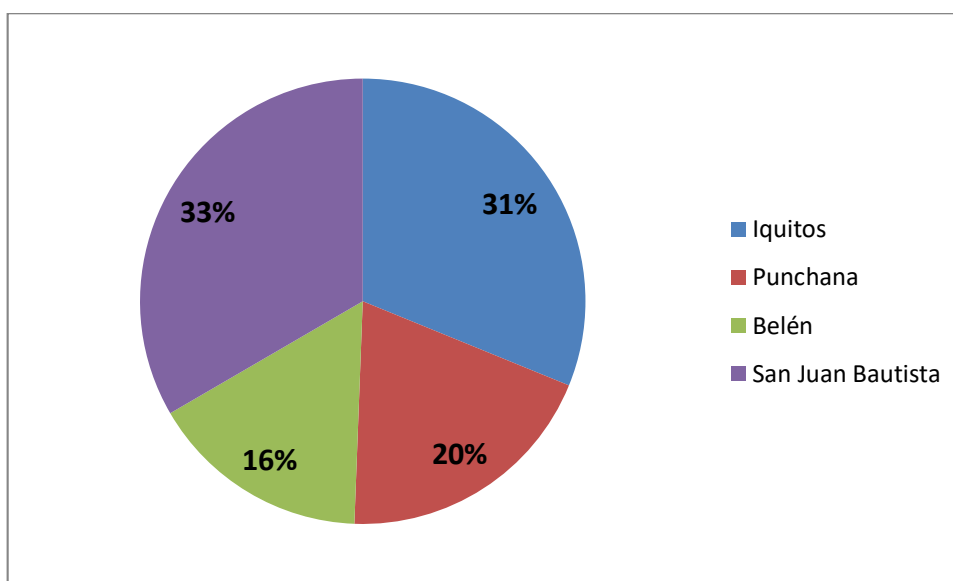
POBLACIÓN TOTAL PROYECTADA POR DISTRITOS DE LA CIUDAD DE IQUITOS AL AÑO 2017

Provincia y Distrito	Población Total Proyectada al 30/06/2017	Capital Legal				
		Nombre	Categoría	Ubicación Geográfica		
				Altitud (msnm.)	Latitud Sur	Longitud Oeste
Maynas	480,564					
Iquitos	149,773	Iquitos	Ciudad	91	03°44'59"	73°15'43"
Punchana	93,391	Punchana	Villa	97	03°43'44"	73°14'41"
Belén	76,973	Belén	Villa	86	03°45'52"	73°14'40"
San Juan Bautista	160,427	San Juan	Villa	96	03°46'27"	73°17'11"

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática.

- Dirección Nacional de Censos y Encuestas.
- Dirección Técnica de Demografía e Indicadores Sociales.

La población de Iquitos proyectada al año 2017, según el último censo del INEI es de 480,564 habitantes, ver cuadro NO 1, teniendo el distrito de San Juan Bautista como el de mayor población con un 33%, seguido de Iquitos , Punchana y Belén con 31%, 20% y 16% respectivamente, ver grafico No xxx.



1.2 FUNDAMENTOS TEORICOS

a) PELIGRO

El peligro, es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o inducido por la actividad del hombre, potencialmente dañino, de una magnitud dada, en una zona o localidad conocida, que puede afectar un área poblada, infraestructura física y/o el medio ambiente.

Es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o tecnológico potencialmente dañino, para un periodo específico y una localidad o zona conocidas. Se identifica, en la mayoría de los casos, con el apoyo de la ciencia y tecnología.

b) PELIGRO INMINENTE

Se define como Peligro Inminente a la situación creada por un fenómeno de origen natural u ocasionado por la acción del hombre, que haya generado, en un lugar determinado, un nivel de deterioro acumulativo debido a su desarrollo y evolución, o cuya potencial ocurrencia es altamente probable en el corto plazo, desencadenando un impacto de consecuencias significativas en la población y su entorno socio-económico.

c) DESASTRES

Es una interrupción severa del funcionamiento de una comunidad causada por un peligro, de origen natural o inducido por la actividad del hombre, ocasionando pérdidas de vidas humanas, considerables pérdidas de bienes materiales, daños a los medios de producción, al ambiente y a los bienes culturales. La comunidad afectada no puede dar una respuesta adecuada con sus propios medios a los efectos del desastre, siendo necesaria la ayuda externa ya sea a nivel nacional y/o internacional. Un peligro natural, es generado por un fenómeno natural, como terremoto, maremoto, inundación, deslizamiento, aluviones y sequía entre otros: mientras que un peligro tecnológico es generado por la actividad humana, tales como incendios urbanos o forestales, explosión y contaminación ambiental, entre otros.

d) INUNDACION

Es el desborde lateral del agua de los ríos, lagos, mares y/o represas, cubriendo temporalmente los terrenos bajos, adyacentes a sus riberas, llamadas zonas inundables. Suelen ocurrir en épocas de grandes precipitaciones, marejadas y maremotos (tsunami).

d.1 Tipos de inundación

Las inundaciones pueden clasificarse: Por su duración y origen.

d.1.1 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, a estas áreas se les denomina llanuras de inundación.

d.1.2 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).

Zonas inundables (o llanuras de inundación)

Estadísticamente, los ríos igualarán o excederán la inundación media anual, cada 2,33 años (Leopold et. al. 1984). Las inundaciones son el resultado de lluvias fuertes o continuas que sobrepasan la capacidad de absorción del suelo y la capacidad de carga de los ríos, riachuelos y áreas costeras. El desarrollo de actividades urbanas en zonas inadecuadas ocasiona el aumento de la altura y la extensión de las llanuras de inundación

e) Vulnerabilidad

Es el grado de debilidad o exposición de un elemento o conjunto de elementos frente a la ocurrencia de un peligro natural o antrópico de una magnitud dada. Es la facilidad como un elemento (infraestructura, vivienda, actividades productivas, grado de organización, sistemas de alerta y desarrollo político-institucional, entre otros), pueda sufrir daños humanos y materiales. Se expresa en términos de probabilidad, en porcentaje de 0 a 100. La vulnerabilidad, es entonces una condición previa que se manifiesta durante el desastre, cuando no se ha invertido lo suficiente en obras o acciones de prevención y mitigación y se ha aceptado un nivel de riesgo demasiado alto. Para su análisis, la vulnerabilidad debe promover la identificación y caracterización de los elementos que se encuentran expuestos, en una determinada área geográfica, a los efectos desfavorables de un peligro adverso. La vulnerabilidad de un centro poblado, es el reflejo del estado individual y colectivo de sus elementos o tipos de orden ambiental y ecológico, físico, económico, social, y científico y tecnológico, entre otros; los mismos que son dinámicos, es decir cambian continuamente con el tiempo, según su nivel de preparación, actitud, comportamiento, normas, condiciones socio-económicas y políticas en los individuos, familias, comunidades, instituciones y países.

f) MITIGACIÓN

Reducción de los efectos de un desastre, principalmente disminuyendo la vulnerabilidad. Las medidas de prevención que se toman a nivel de ingeniería, dictado de normas legales, la planificación y otros, están orientadas a la protección de vidas humanas, de bienes materiales y de producción contra desastres de origen natural, biológicos y tecnológicos.

g) MONITOREO

Proceso de observación y seguimiento del desarrollo y variaciones de un fenómeno, ya sea instrumental o visualmente, y que podría generar un desastre.

h) GESTIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES

Es el conjunto de conocimientos, medidas, acciones y procedimientos que, conjuntamente con el uso racional de recursos humanos y materiales, se orientan hacia la planificación de programas y actividades para evitar o reducir los efectos de los desastres. La Gestión de Desastres, sinónimo de la Prevención y Atención de Desastres, proporciona además todos los pasos necesarios que permitan a la población afectada recuperar su nivel de funcionamiento, después un impacto. Podemos resumir y señalar, al mismo tiempo, que una planificación estratégica de la prevención y atención de desastres tiene dos objetivos generales: por un lado, minimizar los desastres, y por otro recuperar las condiciones de normalidad o condiciones pre desastre; los mismos que se lograrán mediante el planeamiento, organización, dirección y control de las actividades y acciones relacionadas con las fases siguientes:

- La Prevención (Antes): la Estimación del Riesgo y la Reducción del Riesgo;
- La Respuesta (Durante): ante las Emergencias (incluye la atención propiamente dicha, la evaluación de daños y la rehabilitación); y
- La Reconstrucción (Después).

i) ESTIMACIÓN DEL RIESGO

La Estimación del Riesgo en Defensa Civil, es el conjunto de acciones y procedimientos que se realizan en un determinado centro poblado o área geográfica, a fin de levantar información sobre la identificación de los peligros naturales y/o tecnológicos y el análisis de las condiciones de vulnerabilidad, para determinar o calcular el riesgo esperado (probabilidades de daños: pérdidas de vida e infraestructura).

Complementariamente, como producto de dicho proceso, recomendar las medidas de prevención (de carácter estructural y no estructural) adecuadas, con la finalidad de mitigar o reducir los efectos de los desastres, ante la ocurrencia de un peligro o peligros previamente identificados. Se estima el riesgo antes de que ocurra el desastre. En este caso se plantea un peligro hipotético basado principalmente, en su periodo de recurrencia. En tal sentido, sólo se puede hablar de riesgo (R) cuando el correspondiente escenario se ha evaluado en función del peligro (P) y la vulnerabilidad (V), que puede expresarse en forma probabilística, a través de la fórmula siguiente:

$$R = (P \times V)$$

Se considera la estimación del riesgo en aquellos casos relacionados con la elaboración de un proyecto de desarrollo y de esa manera se proporciona un factor de seguridad a la inversión de un proyecto. También se evalúa el riesgo, después de ocurrido un desastre. La evaluación de daños, pérdidas y víctimas, se realiza en forma directa sin emplear la ecuación indicada. Para cuantificar la gravedad y probabilidad del riesgo, es necesario realizar diversas pruebas, investigaciones y cálculos, alguna de las cuales se detallarán en los capítulos siguientes (Manual Básico para la Estimación del Riesgo, INDECI, 2006).

j) PREVENCIÓN

El conjunto de actividades y medidas diseñadas para proporcionar protección permanente contra los efectos de un desastre. Incluye entre otras, medidas de ingeniería (construcciones sismorresistentes, protección ribereña y otras) y de legislación (uso adecuado de tierras, del agua, de ordenamiento urbano y otras).

k) RIESGO

Estimación o evaluación matemática de probables pérdidas de vidas, de daños a los bienes materiales, a la propiedad y la economía, para un periodo específico y área conocidos, de un evento específico de emergencia. Se evalúa en función del peligro y la vulnerabilidad.

l) VULNERABILIDAD

Grado de resistencia y/o exposición de un elemento o conjunto de elementos frente a la ocurrencia de un peligro. Puede ser física, social, cultural, económica, institucional y otros.

m) TOPOGRAFÍA

Se define la topografía (del griego: *topos*, lugar y *graphein*, describir) como la ciencia que trata de los principios y métodos empleados para determinar las posiciones relativas de los puntos de la superficie terrestre, por medio de medidas, y usando los tres elementos del espacio. Estos elementos pueden ser: dos distancias y una elevación, o una distancia, una dirección y una elevación.

La topografía, en general, es una aplicación de la geometría y, por tanto, sin el conocimiento de esta ciencia, sería imposible que aquella llenara el cometido que tiene asignado.

n) GEODESIA

Ciencia que tiene por objeto el estudio y la determinación de la forma, dimensiones y campo de la gravedad de la Tierra y de los cuerpos celestes cercanos a ella. Previamente a la realización del mapa topográfico de un país son necesarios los trabajos de geodesia. Permite obtener datos para fijar con exactitud los puntos de control de la triangulación y la nivelación.

Es el tipo de topografía que tiene presente la verdadera forma del planeta se denomina geodesia, los levantamientos que emplean los principios de la geodesia son de alta precisión y por lo general cubren grandes extensiones.

Cuando el área incluida no es muy grande, como puede ser el caso de un estado, la precisión puede obtenerse si se supone que la tierra es una esfera perfecta.

En caso que el área sea muy grande, como puede ser un país, se debe considerar la verdadera forma esferoidal de la tierra.

La información de diferentes levantamientos geodésicos es de gran importancia, ya que permite determinar puntos de referencias precisos a los cuales se ligan a levantamientos de menor precisión.

Esta ciencia tiene finalidades muy similares a la topografía; pero en la geodesia se tiene en cuenta la curvatura terrestre (la forma geométrica a la cual se asemeja la forma de la tierra es una elipse en revolución girando sobre su semieje menor “elipsoide”), por lo anterior el grado de precisión de la geodesia es mayor que el de topografía.

o) FORMA DE LA TIERRA

Como la tierra es una figura amorfa (geométricamente) el hombre la ha asemejado a diferentes figuras geométricas para su estudio. En la antigüedad se creía que la tierra era una esfera, debido a que podía representarse fácilmente, siendo esta forma la que en el espacio a gran distancia se observa; pero con base en mediciones posteriores, se ha establecido, que la tierra tiene una forma aproximada a una esfera achatada o elipsoide, cuya la longitud del eje polar es ligeramente menor que la del eje ecuatorial (43 Km. aproximadamente).

Estudios más recientes han demostrado que en realidad la figura exacta de la tierra, se asemeja a un elipsoide de revolución llamado *geoide* (superficie compleja formada por el nivel de los mares supuestos prolongados por debajo de los continentes). A finales de la década de los 80 se ha postulado la teoría de que la tierra más bien se parece a

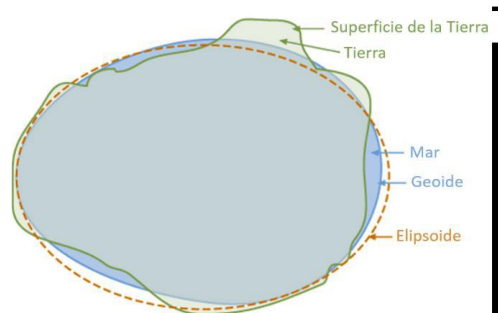
un cardioide, entendiéndose como un cuerpo que posee más masa hacia el norte que hacia el sur.

La geodesia matemática estudia la figura de la tierra mediante la determinación de coordenadas de puntos situados sobre la superficie terrestre, bajo un sistema de referencia fijo y validado para toda la tierra.

Cuando se realizan cálculos de posición, distancias, etc. sobre puntos de la tierra, se requiere que esos cálculos matemáticos se efectúen sobre una superficie que responda a unas leyes matemáticas.

El geoide no cumple con este requisito, con lo que se adopta una superficie matemática arbitraria que se adapte lo más posible a la forma del geoide.

El Elipsoide es el cuerpo geométrico más simple que se ajusta a la forma real de la tierra y sobre él sí se pueden efectuar cálculos angulares, de posición y de distancia. Un elipsoide de revolución es un elipsoide al que se le hace girar sobre su eje menor y generar un cuerpo con superficie.



Se pueden distinguir dos tipos de elipsoides en geodesia:

Elipsoides Globales: Son aquellos que se aproximan a la forma de toda la tierra. Se fuerzan para que coincidan con los ejes de inercia de la Tierra.

También se denominan elipsoides geocéntricos.

Elipsoides Locales: Se ajustan a una zona concreta de la tierra. Se utilizan sólo en esa porción de superficie terrestre.

Los parámetros de un elipsoide de revolución global serían los mostrados en la figura xx y se definen de la siguiente manera:

a: Semieje mayor (Ecuatorial): es la longitud desde el centro de masas de la tierra hasta la superficie terrestre medida por el ecuador

b: Semieje menor (Polar): es la longitud desde el centro de masas de la tierra hasta uno de los polos.

f: Factor de aplanamiento: es la relación que existe entre la magnitud del eje mayor y el menor:

$$f = 1 - \frac{b}{a}$$

Ec 1. Factor de aplanamiento

Como este valor suele ser demasiado pequeño, se suele dar el valor inverso:

$$a = \frac{1}{f}$$

Ec 2. Inversa del factor de aplanamiento

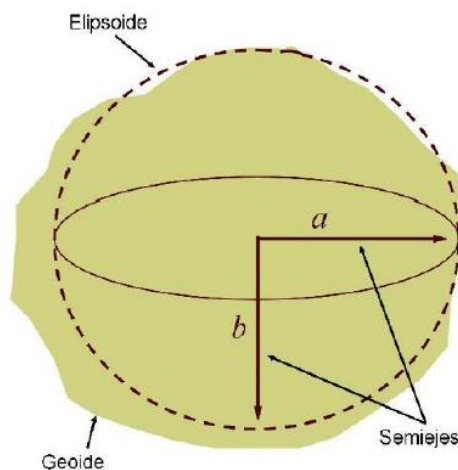


Figura 2. Parámetros de un elipsoide.

WGS 84, es el elipsoide global que utiliza el sistema WGS84. Es el elipsoide con el que trabajan los sistemas GPS. Este elipsoide se utiliza a nivel global sobre toda la superficie de la tierra. Este sistema es utilizado actualmente en Perú para la elaboración para la elaboración de cartografía básica.

p) VANT ó DRONE

Vehículo aéreo no tripulado (VANT), UAV (del inglés *unmanned aerial vehicle*) o comúnmente **drone** es una aeronave que vuela sin tripulación. Un VANT es un vehículo sin tripulación reutilizable, capaz de mantener de manera autónoma un nivel de vuelo controlado y sostenido, y propulsado por un motor de explosión, eléctrico o de reacción.

Un dron es cualquier plataforma tanto aérea, terrestre y marina que no está tripulada y está controlada remotamente. En este caso en particular nos centraremos en los drones aéreos (2).

Dentro de las plataformas aéreas radio controladas hay de dos tipos:

El primer grupo es el más común y el que lleva más años en el mercado son aparatos a radio control. Son aquellos que aun siendo sin piloto están dirigidos desde tierra por un piloto. Pueden ser controlados tanto a simple vista o para distancias largas con FPV (visión en primera persona), se equipa la aeronave con una cámara que retransmite en tiempo real las imágenes.

El segundo grupo es el más reciente. Es la propia aeronave la que sigue la ruta de vuelo gracias a un sistema de GPS con brújula que lleva integrado, son los denominados UAV (Unmanned Aerial Vehicle). Este sistema respecto al anterior permite unos vuelos más precisos y estables. Ideales para fotogrametría y teledetección. (Fotogrametría usando plataforma aérea UAV (Unmanned Aerial Vehicle, Daniel Santos Clavero, junio 2014).

Dentro de las plataformas aéreas radio controladas hay de dos tipos:

El primer grupo es el más común y el que lleva más años en el mercado son aparatos a radio control. Son aquellos que aun siendo sin piloto están dirigidos desde tierra por un piloto. Pueden ser controlados tanto a simple vista o para distancias largas con FPV (visión en primera persona), se equipa la aeronave con una cámara que retransmite en tiempo real las imágenes.

El segundo grupo es el más reciente. Es la propia aeronave la que sigue la ruta de vuelo gracias a un sistema de GPS con brújula que lleva integrado, son los denominados UAV (Unmanned Aerial Vehicle). Este sistema respecto al anterior permite unos vuelos más precisos y estables. Ideales para fotogrametría y teledetección (Santos, 2014).

Los VANT son aeronaves pilotadas por medio de un control remoto o cuarto de control a distancia. Su tamaño puede ser muy variable, pues existen aparatos que caben en la palma de la mano, así como aquellos con dimensiones similares al de una avioneta

comercial, como los Predator del ejército de EE.UU. (Gertler, J. 2012). Su sistema de propulsión principal es por medio de hélices, impulsadas por motores eléctricos que a su vez son alimentados por baterías internas. Por lo general, presentan cuatro hélices, pero existen aparatos con mayor número de éstas.

Popularmente son conocidos como drones, debido al singular sonido que emiten cuando son utilizados. Sin embargo, el término correcto VANT por Vehículo Aéreo No Tripulado se ha establecido en la actualidad para distinguirlos de otros aparatos: incluso, existe el término VANTDC para distinguir a aparatos bélicos (Vera, 2013).

A manera de resumen, se indican las ventajas de este tipo de tecnología. Son herramientas versátiles que pueden ser configuradas para desempeñar diferentes actividades.

Permiten dar seguimientos históricos con un costo relativamente bajo en comparación con los vuelos tradicionales en avioneta o helicópteros cuando se trata de áreas pequeñas (5 km²).

- Reducción del riesgo al que se enfrenta el personal durante sus inspecciones en campo.
- Proporcionan la capacidad de recolectar evidencia fotográfica y datos actuales de cualquier lugar que sea necesario.
- Permiten la generación de curvas de nivel que sirven como parte de los estudios básicos para cualquier proyecto de infraestructura vial.
- Creación de cartografía actualizada y el procesamiento fotogramétrico mediante el software, permite la creación de los modelos 3D que facilitan el análisis de estructuras y terrenos.
- La información levantada con los VANT es compatible con los Sistemas de Información Geográfica, que en conjunto son de gran utilidad para la toma de decisiones.

1.3 FLUJO DE TRABAJO PARA UN LEVANTAMIENTO FOTOGRAMÉTRICO CON UN UAV

En gabinete

- Identificación de la zona en Google Earth (en este paso se definirá que modelo de UAV se utilizará y si es viable o no, en función a la escala requerida y a la geomorfología del lugar)
- Especificaciones del proyecto
- Qué tipo de proyecto es (corredor o área)
- Cuál es el marco de referencia horizontal (datum)
- Cuál es el marco de referencia vertical (datum vertical)
- Cuál es el GSD de la ortofoto (Ground Sampling Distance)¹
- Cuál es la precisión horizontal de la ortofoto
- Cuáles son los requerimientos del MDS
- Cuál es la precisión vertical del MDS
- Planificación de la misión

Crear mapa de fondo y añadir capas opcionales

Definir zona de la misión y de zonas a evitar

Definir GSD, la altura y la superposición

- En la oficina o en el campo

Planificación del vuelo

Calcular y planificar varios vuelos para una misión

En campo

- Distribución y georreferenciación de los puntos de apoyo fotogramétrico (GCP) antes del vuelo
- Definir la dirección del viento, la ubicación del despegue, y la ubicación del despegue y aterrizaje

¹ Definición: El GSD (Ground Sampling Distance) es la distancia entre dos centros de píxeles consecutivos medidos en el suelo. Cuanto mayor sea el valor de GSD de la imagen, menor será la resolución espacial de la imagen y los detalles menos visibles. Fuente: <https://support.pix4d.com>

La resolución, es directamente proporcional al número de píxeles que posee por cada fotografía. Nuestra cámara/sensor tiene una resolución de 24,3 MegaPíxeles, lo que quiere decir que tiene 24,3 millones de píxeles por cada imagen que toma. Las fotografías capturadas por nuestro sensor tienen una resolución de 6000 píxeles ancho y 4000 píxeles de alto.

- Monitoreo del vuelo
- Supervisar el vuelo
- Activar acciones de emergencia
- Fin del vuelo
- Comprobación de la integridad de los datos
- Revisar los eventos, las imágenes y el archivo (Revisa que no falten imágenes)

Post procesamiento

Software de fotogrametría

Imágenes

Orientación externa

GCP

Parámetros de la cámara

Resultados

Modelo Digital de Superficie MDS

Nubes de Puntos

Curvas de nivel

Orto fotos

Informe sobre de calidad del proyecto

Es importante conocer las características climáticas, debido a que esto influenciará puntualmente en la precisión del trabajo, sin olvidar la configuración de nuestro UAV, es decir la programación de la ruta de vuelo, el intervalo de tiempo para tomar las fotos, la altura de vuelo con respecto al suelo.

1.4 SISTEMA DE REFERENCIA.

Se usara el Datum WGS 84 (World Geodetic System 1984) con proyección UTM (Universal Transverse Mercator) zona 18S.

Escala de la fotografía

La escala de la fotografía va a depender de la escala del dibujo (plano), es decir definiendo el área de terreno (en campo), y la escala del dibujo, podemos definir la resolución que debe tener nuestra cámara digital, ya que la escala de una fotografía aérea (EF) está dada por la siguiente relación:

$$E_F = \frac{1}{m_b} = \frac{f_c}{H}$$

f_c = distancia principal o distancia focal de la cámara.

H = altura de vuelo sobre el terreno.

m_b = Escala de la fotografía.

1.5 PLANIFICACIÓN DEL VUELO

La planificación de un vuelo se hace en función a las exigencias de escala, finalidad del trabajo y de acuerdo al equipo disponible para tal fin, ya sea un UAV de ala fija o un multirrotor.

El programa calcula el tiempo de vuelo necesario para sobrevolar toda el área de trabajo, a través de sencillas relaciones geométricas se realiza el cálculo de los elementos que conforman el plan de vuelo.

Cantidad de líneas de vuelo (Pasadas) y el número de fotografías que se requieren en cada uno de estas.

Porcentaje de recubrimiento lateral y transversal.

Distancias entre el centro de las fotos.

Resolución de las imágenes y o altura de vuelo del UAV.

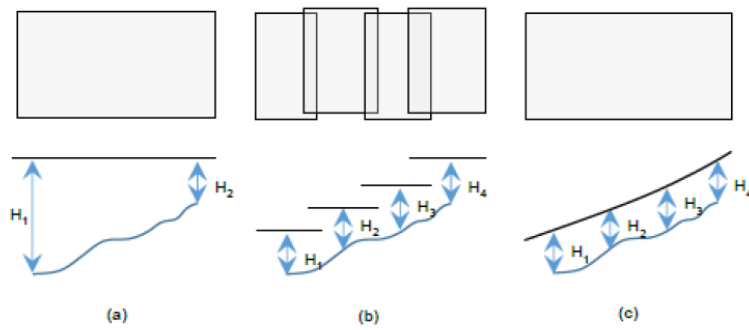
5.1 Consideraciones del Plan de Vuelo

Hay varias formas de realizar un plan de vuelo y va depender a las variaciones de altura según el relieve del terreno.

Vemos en la figura (a), en un terreno inclinado a una altura constante, en este caso tendríamos que variar en todo monto la distancia vertical para no alterar la topografía.

En la figura (b), lo que hacemos es hacer varios vuelos a diferentes alturas para no distorsionar el relieve.

Y en la figura (c), vemos lo que debería ser lo óptimo, una altura constante de acuerdo a la inclinación del terreno.



1.6 PUNTOS DE APOYO FOTOGRAMÉTRICO

Los puntos de control o (GCP) son marcas foto identificables pre establecidos antes del vuelo, y distribuidos estratégicamente, tomando como base el punto de control de orden, utilizando receptores GNSS diferenciales de doble frecuencia, usando la técnica de Levantamiento Cinemático en Tiempo Real.

1.7 CÁMARAS Y/O SENSORES

Cámara térmica con una **multiespectral de cinco bandas**, produciendo imágenes RGB de alta resolución, térmicas y multiespectrales en un solo vuelo.

Cámaras térmicas

Hasta hace poco tiempo, la termografía aérea estaba reservada a unos pocos. La situación está cambiando desde que existen cámaras termográficas asequibles y ligeras que además pueden ser montadas en un RPA ó drone.

Los usos más habituales suelen encontrarse en la inspección de infraestructuras, diagnóstico de paneles solares y tendidos eléctricos, detección de fugas térmicas en edificios, aunque también los ingenieros agrícolas son capaces de detectar situaciones de estrés hídrico midiendo la temperatura de los cultivos.

¿Cómo funciona una cámara térmica?

Todos los objetos emiten radiación infrarroja (calor), y esta emisión es mayor cuanto más calientes se encuentren. La longitud de onda de esta energía oscila entre unas pocas micras a miles de micras, es decir, son mucho más largas y están completamente fuera del rango visible al ojo humano (450-750 nanómetros). Las cámaras térmicas son capaces de captar estas radiaciones, en concreto las utilizadas en drones suelen estar calibradas para trabajar con el infrarrojo térmico, entre las 8 y 14 micras.

Estos mismos sensores son capaces de captar diferencias de décimas de grado centígrado, con lo que la precisión es importante. El procesado de imágenes termográficas es algo más complejo que las de espectro visible. Si bien las cámaras RGB llegan a tener sensores de más de 20 Megapixels, en el caso de las térmicas lo habitual es que no superen el megapixel. Resoluciones máximas de 640x512 suele ser una resolución habitual.

¿Solo un megapíxel?

Si consideramos que para generar una ortofotografía es fundamental la existencia de solapes entre imágenes, podéis imaginar que las condiciones de captura serán algo más exigentes: para la misma resolución (GSD), menores alturas de vuelo; para el mismo solape, disparos mucho más frecuentes. El resultado final es que si con una cámara RGB necesitaremos cientos de imágenes para cubrir decenas de hectáreas, en el caso de las térmicas será necesario disponer de varios miles de ellas.

Existen un par de familias de cámaras que suelen ser las más comunes dentro de los proveedores de servicios con UAV. Entre ellas, las FLIR de la gama Vue Pro y aquellas que utilizan el sensor Tau2. Dentro de estas últimas, la ThermoMap que utilizan los equipos SenseFly o las WorksWell WIRIS. Además también soportamos la serie XT de Zemuse.

Diferencia entre térmica y termográfica

La mayoría de fabricantes disponen de una versión térmica y una versión termográfica de sus dispositivos. La diferencia es sutil, pero tremendamente importante, no solo por la diferencia de coste entre un tipo u otro. Ambas son capaces de detectar radiación infraroja térmica, pero solo en el caso de las termográficas, son capaces de medir la temperatura absoluta en cada pixel. Esto es fundamental, no tanto a la hora de detectar cambios de temperatura en una superficie, sino, cuando además de detectar el cambio, es necesario clasificarlo de acuerdo al rango de temperaturas medidas. En casos como el diagnóstico de paneles solares o determinados trabajos de agricultura de precisión, es fundamental disponer de la versión termográfica del sensor.

Precauciones a la hora de programar vuelos

Es importante resaltar que en los vuelos programados con cámara térmica para construir un ortomapa se debe de tener en cuenta lo siguiente:

- El solape debe de ser superior al 90%, lo que supone un 20-30% más que con cámaras de espectro visible.
- Deben ser imágenes lo más nítidas posibles, con lo que deberemos sacrificar algo de velocidad de vuelo a favor de generar imágenes menos difuminadas.
- Las imágenes han de estar geolocalizadas, ya que solo el contenido de las imágenes no suele ser suficiente para conseguir completar el procesado.
- Aquellas cámaras con resoluciones menores suelen plantear bastantes problemas. La preferencia es trabajar con sensores que tengan una resolución algo más elevada (al menos 640 pixeles de ancho).

Aplicaciones de las cámaras termográficas en drones

La utilización de cámaras térmicas en drones profesionales ha abierto un gran abanico de posibilidades para la inspección aérea. Las más comunes son:

Inspección de paneles solares.

Los paneles solares están compuestos por un gran número de celdas. Estas celdas se fabrican a partir de diferentes materiales y todos ellos capaces de generar electricidad a partir de la radiación solar. Los procesos de fabricación, la exposición a la intemperie, un mal montaje o simplemente la vida útil de los materiales puede hacer que estas celdas fallen. También los cableados y la circuitería que las acompaña pueden acabar en malas condiciones.

Unas pocas celdas con un mal funcionamiento pueden hacer que el panel completo funcione a un régimen degradado, lo que hace que la producción de electricidad disminuya drásticamente. Por lo tanto existe la necesidad de detectar dónde y de qué forma están fallando estas celdas. Las ventajas de las inspecciones con drones son claras: es posible analizar grandes extensiones de paneles, de forma semiautomática, con precisiones muy elevadas, en poco tiempo y con costes menores a los procesos manuales. Poneros en contacto con nosotros y os contaremos de qué somos capaces (info@aerial-insights.co).

Agricultura de precisión.

Aunque las cámaras que tienen mayor éxito dentro de la agricultura de precisión son las cámaras multiespectrales, las cámaras termográficas también tienen su

importancia. La temperatura foliar es un indicador capaz de medir de forma indirecta el nivel de estrés hídrico que sufre una planta. Algunas plagas de insectos hacen que la temperatura aumente decenas de grados. Estos son solo un par de ejemplos que en la actualidad están siendo utilizados.

Inspección Industrial.

A través de los sensores térmicos se puede verificar en tiempo real el estado de diversas infraestructuras. Destaca sobre todo la inspección de líneas eléctricas. Un piloto entrenado puede detectar zonas de importancia, a pocos metros de distancia y desde la comodidad de una posición segura en el suelo. En este caso, los aumentos bruscos de temperaturas en cables, aislantes, etc. son muestras claras de que en ese punto existe un elemento que es necesario resolver.

Seguridad y salvamento.

Los sensores térmicos permiten la detección de personas o animales de forma rápida en sitios de difícil acceso. Su precisión es suficiente para identificar puntos de interés, incluso cuando la diferencia entre el entorno y la persona sea de solo unos pocos grados. La termografía con drone también ayudan mucho en caso de incendios ya que se pueden tomar buenas decisiones en situaciones realmente críticas.

Phantom 4 RTK

El nuevo Phantom 4 RTK es el primer modelo de DJI pensado y diseñado teniendo en cuenta los requisitos del mercado de topografía y mapeo brindando una solución compacta con una cámara de alta resolución y la capacidad de capturar datos RTK/PPK con precisión de centímetros.

Precisión centimétrica

El receptor GNSS diferencial integrado directamente en el Phantom 4 RTK, proporciona datos de posicionamiento preciso para mejorar la precisión absoluta de las imágenes **evitando la necesidad de utilizar puntos de apoyo fotogramétrico (PAF) en tierra.**

El Phantom 4 RTK puede trabajar con los siguientes métodos de corrección diferencial:

- **RTK (en Tiempo Real Cinemático)** conectado a la base GNSS DJI modelo D-RTK 2 o mediante el servicio NTRIP (transporte de red de RTCM a través del protocolo de Internet) usando un dongle 4G o punto de acceso WiFi.
- **PPK (PostProceso Cinemático)** utilizando los datos almacenados en el drone y la base GNSS.

El Phantom 4 RTK puede trabajar con los siguientes métodos de corrección diferencial:

- **RTK (en Tiempo Real Cinemático)** conectado a la base GNSS DJI modelo D-RTK 2 o mediante el servicio NTRIP (transporte de red de RTCM a través del protocolo de Internet) usando un dongle 4G o punto de acceso WIFI.
- **PPK (PostProceso Cinemático)** utilizando los datos almacenados en el dron y la base GNSS.



1cm + 1ppm
Precisión en horizontal RTK

1,5 cm + 1 ppm
Precisión eb vertical RTK

5 cm
Precisión horizontal absoluta
de modelos fotogramétricos

1.8 SOFTWARE UTILIZADOS

En la actualidad existe una variedad de softwares tanto libres como de pago, aplicados al tipo de datos que analizan, como datos vectoriales o datos ráster. En el presente estudio, los siguientes softwares serán utilizados por las diversas ventajas que poseen:

AGISOFT.- Es un potente software aplicado al análisis y procesamiento e interpretación de imágenes fotográficas. Posee valiosas herramientas para procesos de Orthorectificación y georreferenciación, así como el manejo de imágenes fotográficas de alta resolución. Para el presente estudio, fue utilizado para llevar a cabo los procesos de Orthorectificación de las imágenes.

ArcGIS 10.5.- Es un software aplicado al manejo y análisis de información geográfica. Es la herramienta más potente que existe actualmente en el mercado, además de ser ampliamente utilizada en instituciones del estado, privadas, organismos internacionales, universidades, entre otros. Cuenta con cuatro aplicaciones: ArcCatalog, ArcMap, ArcScene y ArcGlobe. De las cuatro aplicaciones, las más utilizadas son ArcMap y ArcCatalog, permitiendo visualizar, editar, explorar, analizar y realizar composiciones cartográficas, así como generación de metadata y creación o conexión hacia servidores externos.

Global Mapper 16. - Es un potente software que tiene aplicaciones de manejo y análisis de datos vectoriales y ráster, es desarrollado por la firma Blue Marble Geographics de los Estados Unidos y tiene compatibilidad con la mayoría de sistemas operativos de Windows, IOS y Linux., destaca entre sus aplicaciones la capacidad de lectura de múltiples formatos de almacenamiento de información vectorial y ráster, facilitando la conversión entre ellos.

Cabe destacar que es viable trabajar con software libre, considerando la capacidad tanto técnica como económica para la adquisición del software ya mencionado.

Software libre como Spring, GvSIG, Quantum GIS u otros pueden ser utilizados tomando en cuenta las garantías de soporte y aplicación que posean.

1.9 PLAN DE VUELO

El diseño del vuelo se hace en función de la resolución o de la escala que se pretenda obtener, del tipo de terreno, su ubicación, sus detalles, la extensión a relevar y condiciones meteorológicas imperantes, fundamentalmente la velocidad del viento y las lluvias.

Para este trabajo se realizaron 05 vuelos sucesivos sobre la ciudad de Iquitos (imagen 1) que involucran los cuatro distritos mencionado anteriormente en la provincia de Maynas, departamento de Loreto y se programaron varias misiones en el mismo que fueron limitadas por las condiciones climáticas variando según los parámetros arriba mencionados en función de la mejor cobertura que se pudiera obtener y se totalizaron 13853 imágenes tomadas a una altura de 80 metros con un 60% de superposición, con un tiempo de obturación de 1/200 s a una velocidad de 6 m/s.

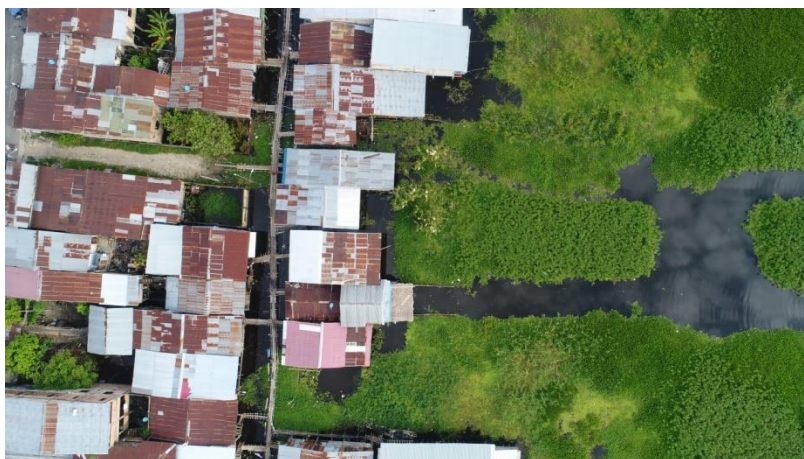


Imagen 1.- características de la toma obtenida por el VANT (Dron)
En líneas generales, se realiza un plan de vuelo definiendo recorridos con waypoints que constituyen la ruta que seguirá el dron capturando imágenes (imagen 2).

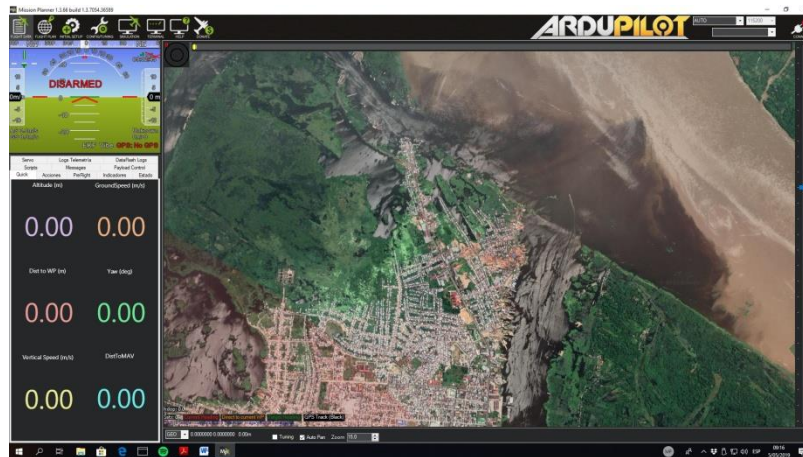


Imagen 2.- Proceso de preparación de la ruta que seguirá el dron – sector Bellavista Nanay, distrito de Punchana

Cada misión y sus valores asociados se guardan en la memoria del piloto automático para la realización del vuelo y para su posterior utilización en posproceso



Imagen 3.- Proceso de configuración de la ruta que seguirá el dron – sector Bellavista Nanay, distrito de Punchana

Para la delimitación de la zona de vuelo se utilizó en este caso una imagen georreferenciada obtenida desde el Google Earth que fue exportada al programa Mission Planner desde el cual se planificaron las diferentes misiones.

En dicho software se programan los recorridos ingresando parámetros tales como distancia entre tomas, porcentaje de superposición entre las imágenes consecutivas, altura de vuelo, tiempo de obturación de la cámara, velocidad de ascenso o desplazamiento del aparato; además se marcan los waypoints sobre los que se producirán los registros fotográficos (imagen 7).



Imagen 4.- Ejemplo de la ruta programada del dron – sector Bellavista Nanay, distrito de Punchana

Apoyo topográfico

Para el apoyo topográfico se trabajó con el punto geodésico del Servicio de Hidrografía y Navegación de la Amazonía – SEHINAV, se optó por la búsqueda de la referencias en toda la superficie a fotografiar para la obtención de los puntos de apoyo con coordenadas Geoides. Este punto servirá para transformar el modelo fotogramétrico en modelo del terreno.

Toma fotográfica

Las imágenes se obtienen según el plan de vuelo planificado, entonces se registra una imagen en cada punto waypoint programado. Mientras esto ocurre se puede visualizar en tiempo real toda la información de telemetría, estado del dispositivo y posición del mismo así como también se puede hacer un seguimiento en tiempo real del dron a través de la cámara de video que lleva a bordo.

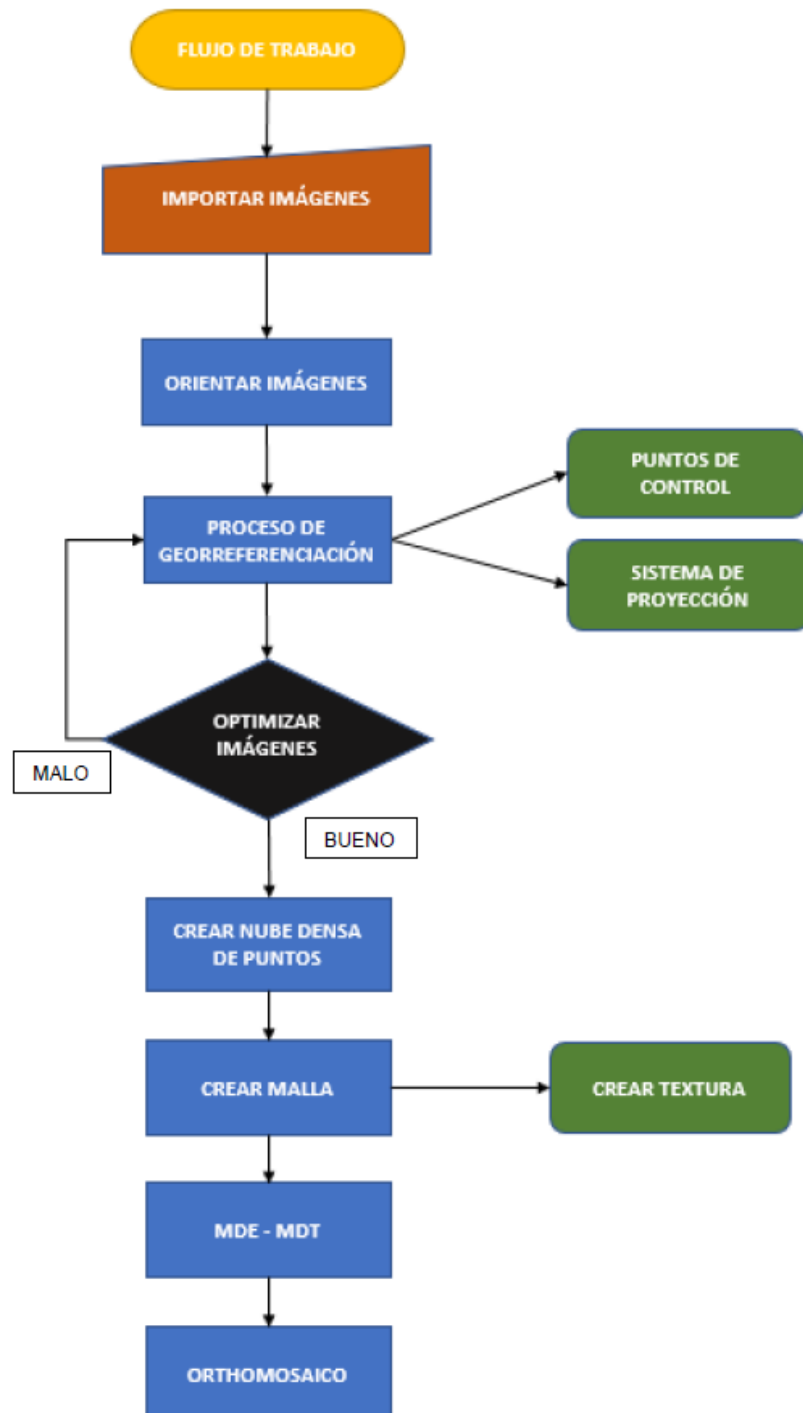


Diagrama de Flujo del procesamiento de las imágenes fotográficas proveniente del Dron

CAPITULO II

2. RESULTADOS

2.1 Procesado y cálculo

Una vez tomadas las fotografías con sus parámetros asociados que aparecen en la telemetría descargada (imagen 10) y que será utilizada para corregir la perspectiva de cada imagen y obtenidas las coordenadas de los puntos de apoyo, se realiza el cálculo de los parámetros de orientación externa de cada una de las fotografías.

Los datos asociados a cada imagen son:

Coordenadas GPS (Latitud y Longitud).

Actitud del drone (*yaw*, *pitch* y *roll*, la rotación del avión en los tres ejes de navegación).

Altura de vuelo

Distancia Focal de la cámara.

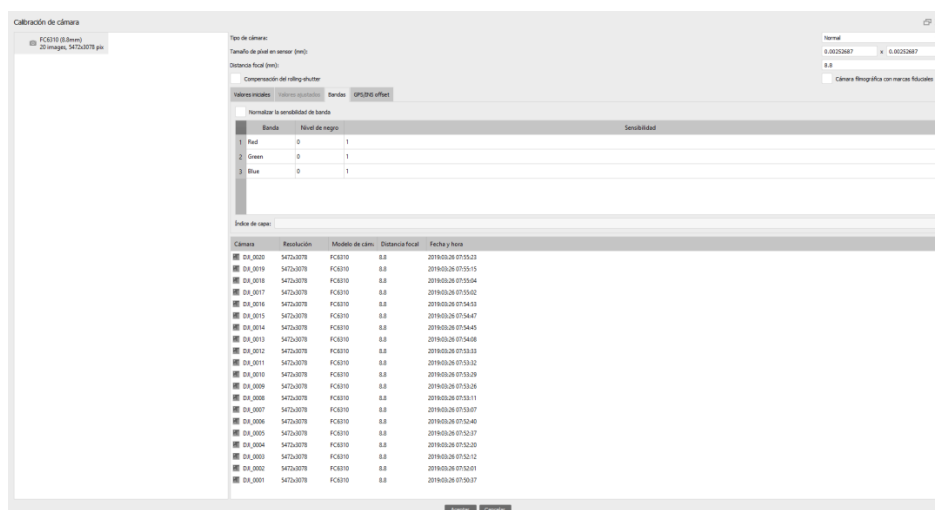


Imagen 5.- Características de la toma fotográfica: georeferenciación, altura de vuelo y distancia focal.

Para el presente trabajo, el procesamiento de las imágenes se realizó con el programa Agisoft methashape profesional que es un software destinado a crear modelos 3D de alta calidad a partir de imágenes tomadas desde puntos de vista de cámaras conocidos, basado en la tecnología de reconstrucción 3D Multivisión.

Este software soluciona los parámetros de orientación interna y externa de la cámara y posteriormente, a través de un algoritmo propio, encuentra las ubicaciones de las cámaras aproximadamente y las ajusta utilizando otro algoritmo de ajuste tipo 'haz'.

a) Método suave y lento que genera mapas de profundidad para formar la malla del objeto.

b) Método rápido que utiliza un enfoque de múltiples-vistas para realizar la geometría del objeto.

Por último, el Agisoft methashape profesional parametriza la superficie del modelo asignándole a cada parte de la malla un trozo de la imagen, creando así un mapa de textura (imagen 11).

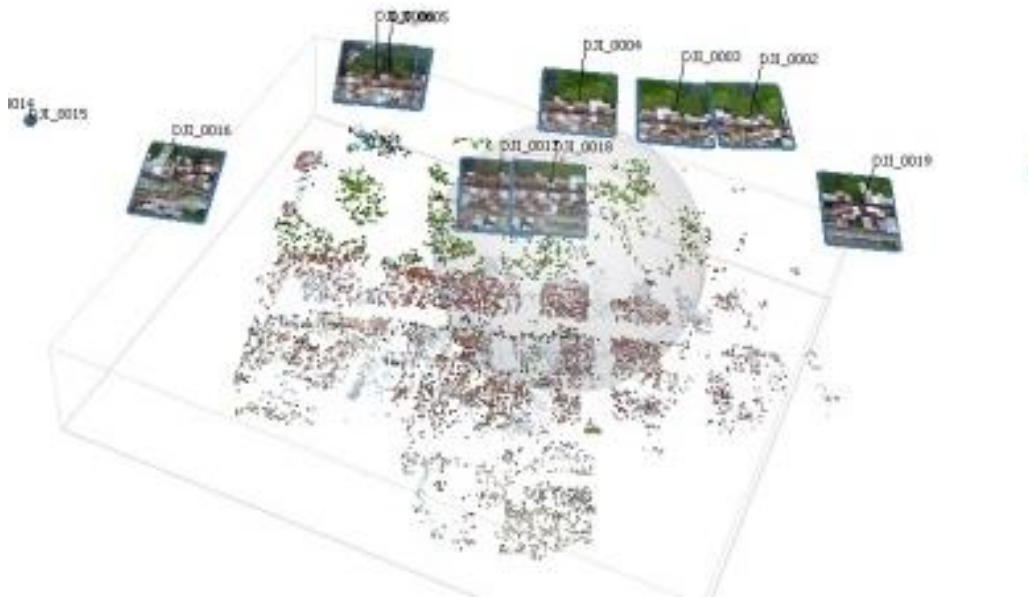
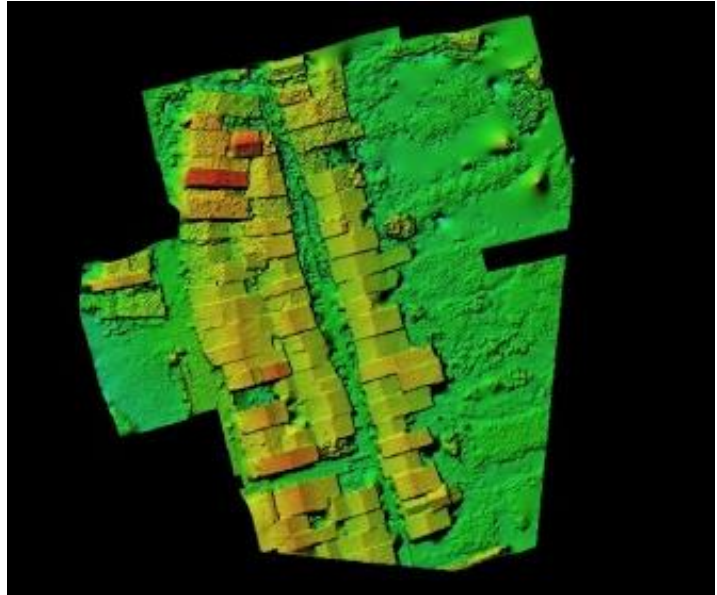


Imagen 6.- Reconstrucción de la posición de las cámaras y malla del objeto fotografiado.

2.2 Productos fotogramétricos

A partir de este procesamiento se obtuvieron los siguientes productos fotogramétricos:

Modelos digitales de superficie (MDS): El primer producto que se obtiene es un Modelo Digital de Superficie que contiene toda la información geométrica de la zona de estudio, así como de sus texturas y acabados. Sirve como base para muchos análisis geográficos entre ellos la generación de curvas de nivel o bien a partir de los puntos georreferenciados insertados en el terreno y con el modelo escalado es posible extraer mediciones con una precisión de hasta 2 cm (imagen 7).



Ortomosaico: se realiza una composición de imágenes a la que se le han corregido los errores geométricos para que cada punto en el terreno sea observado desde una perspectiva perpendicular. La imagen resultante tiene una resolución que varía entre los 1 a 20 cm/pixel dependiendo de la altura de vuelo y la escala (imagen 8).



Imagen 9.- Modelo de creación de las curvas de nivel del área de estudio.

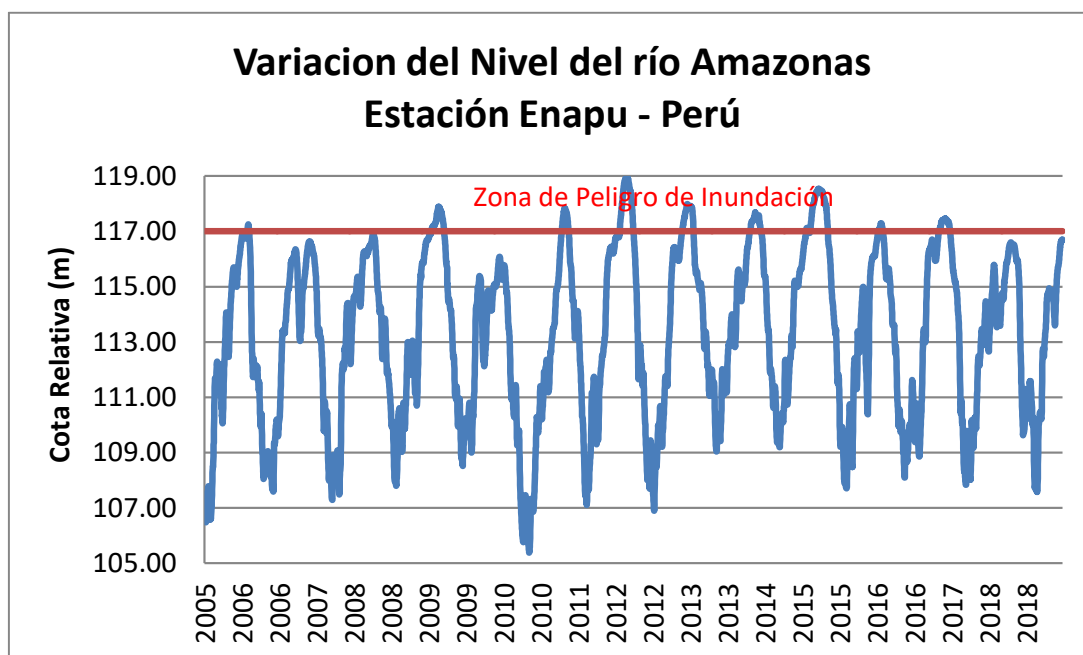
Las imágenes se guardan en la memoria de almacenamiento de la cámara y tras finalizar el vuelo se realizará en gabinete la descarga de datos de telemetría de vuelo e imágenes para el posterior procesamiento de dicha información asociando los datos de vuelo al momento de toma de cada imagen.



Imagen 10.- Discretización del nivel de peligro por inundación en base a las curvas de nivel, sector inundado – sector seco.

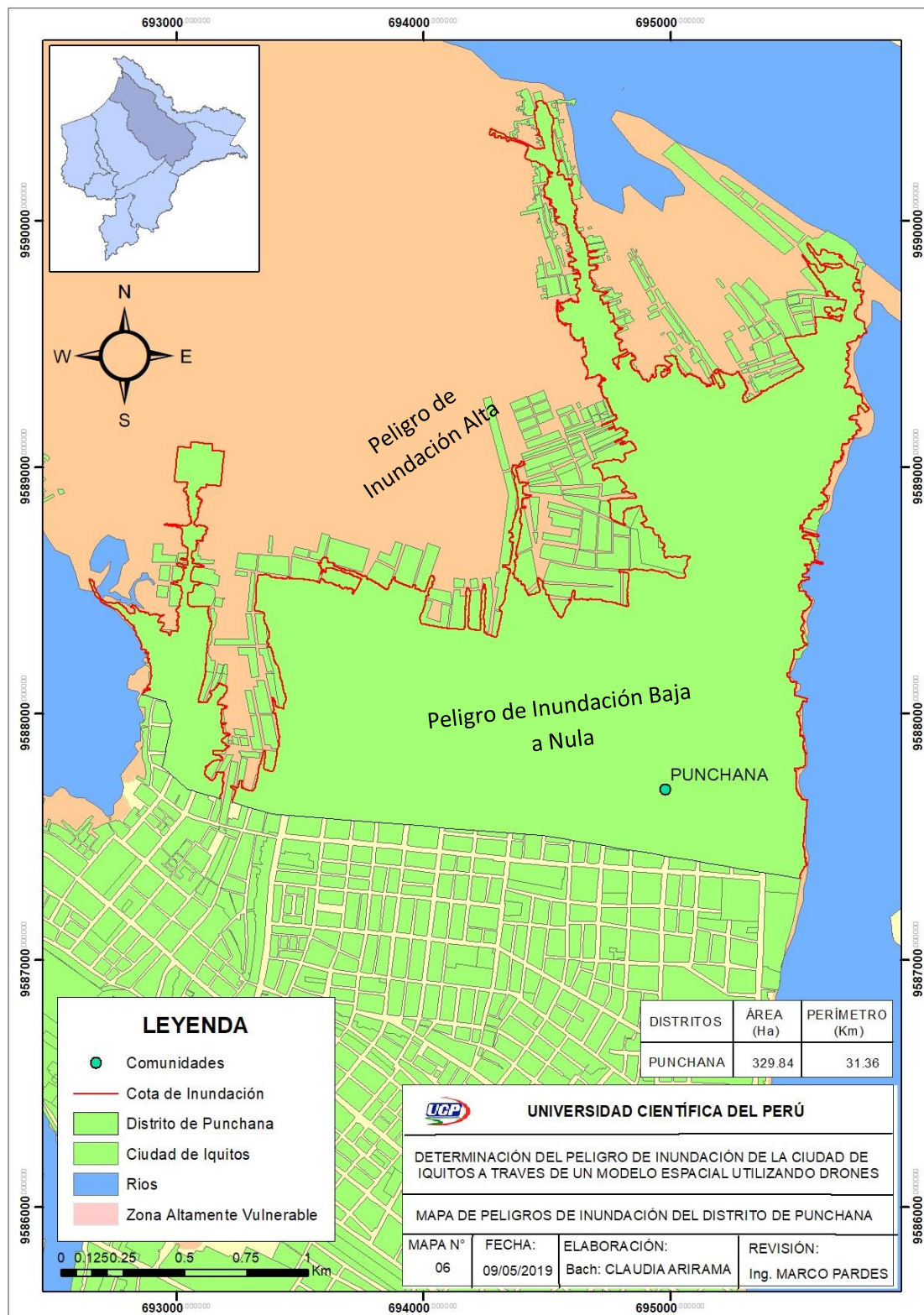
2.3 Información Hidrológica

Se utilizó la información proveniente del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú relacionada a los niveles diarios del río obtenido de la estación de control H-Enapu Perú ubicada en el distrito de Punchana.

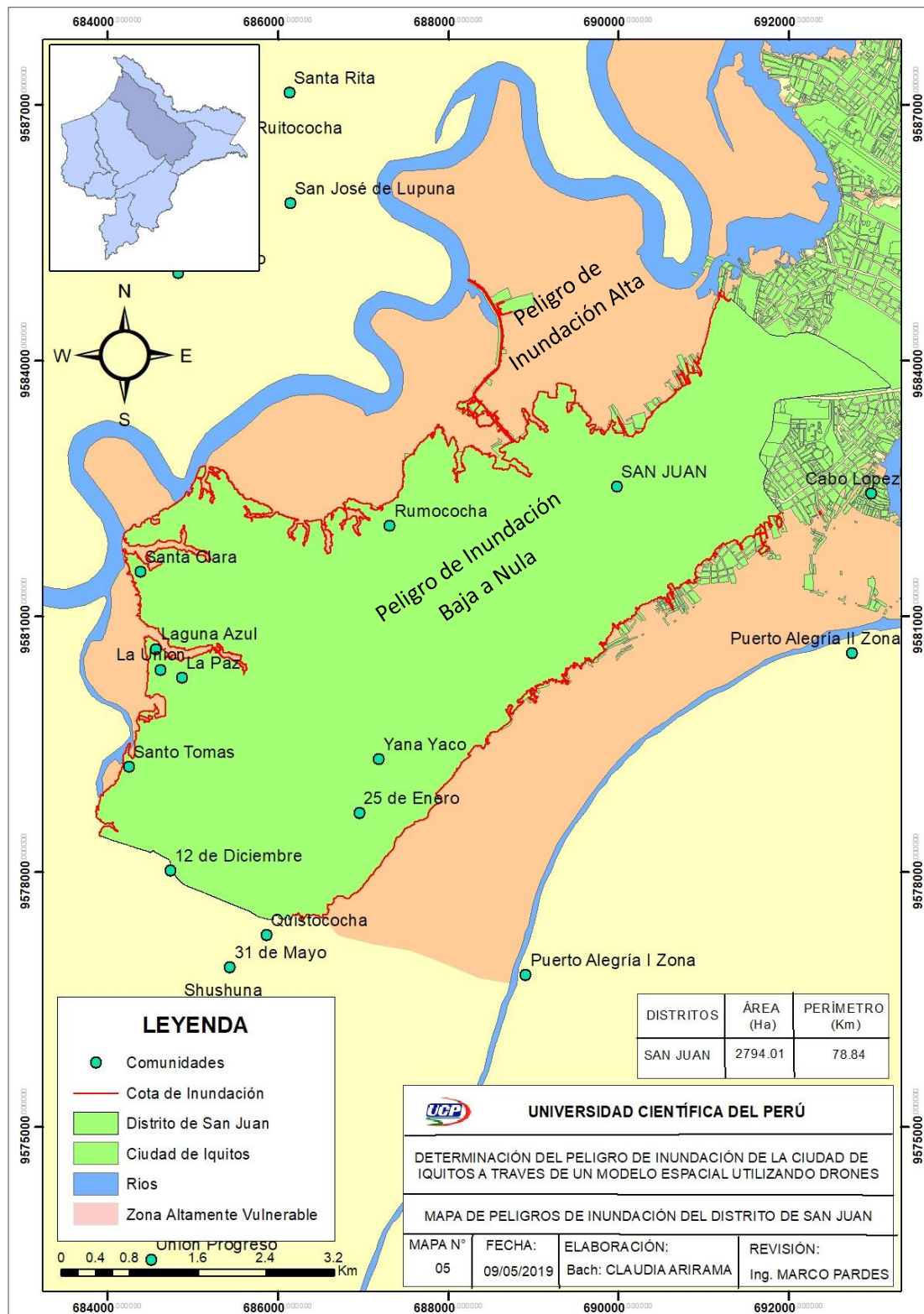


A través del monitoreo y las proyecciones del río Amazonas se pudo determinar el día de trabajo indicado es el 26 de marzo del 2019, cuando el nivel alcanzaría a la cota arbitraria 117.00 equivalente a los 86.85 m en la escala geoidal. Destacamos además, que debido a la estacionalidad los niveles van a estar en constante incremento a razón de 3 a 4 cm diarios, por lo que el trabajo debe realizarse en el menor tiempo posible.

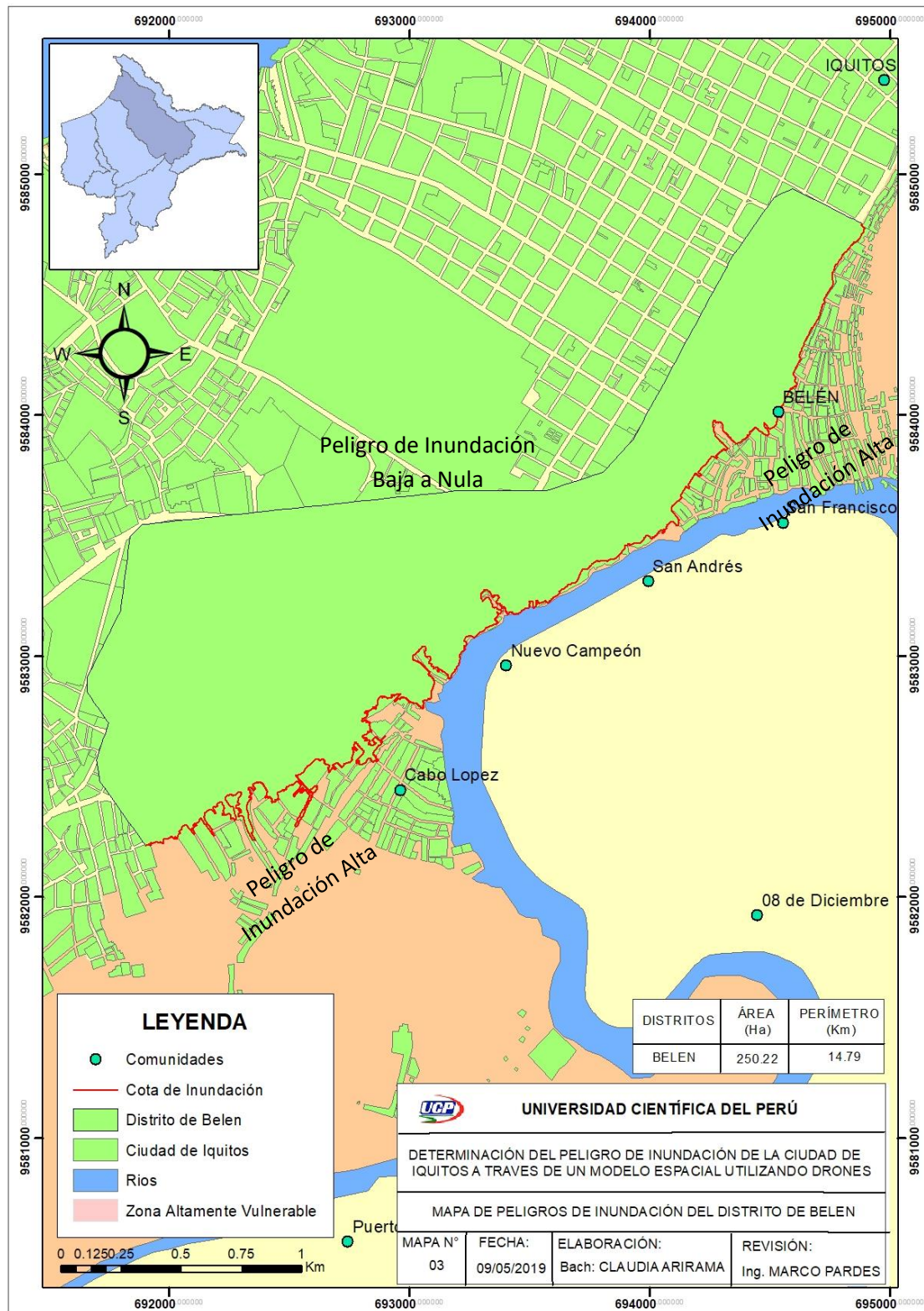
2.4 Elaboración de los mapas de peligro



Mapa N°02.- Delimitación del Peligro de Inundación del distrito de Punchana.



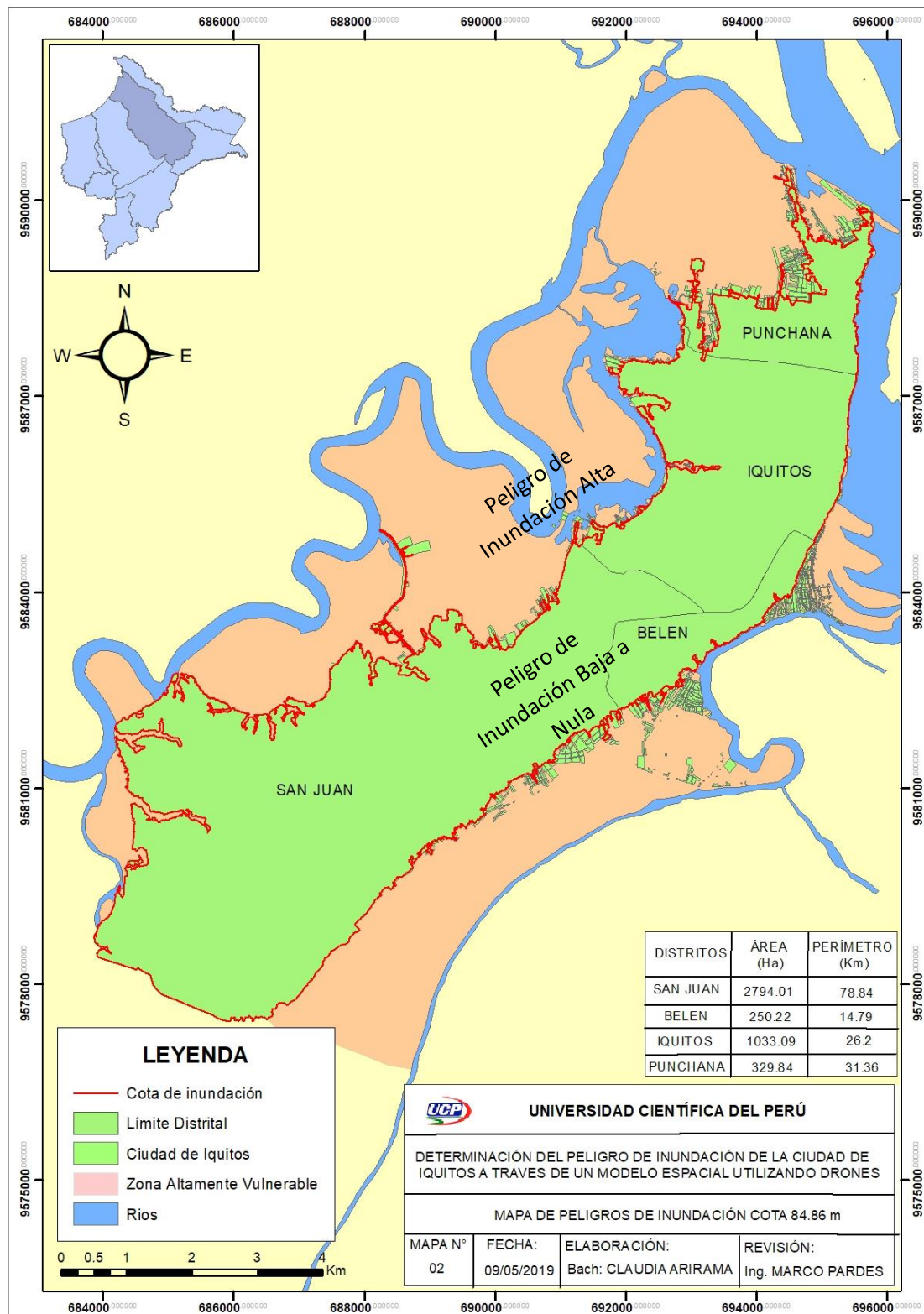
Mapa N°03.- Delimitación del Peligro de Inundación del distrito de San Juan.



Mapa N°04.- Delimitación del Peligro de Inundación del distrito de Punchana.



Mapa N°05.- Delimitación del Peligro de Inundación del distrito de Iquitos.



Mapa N°06.- Delimitación del Peligro de Inundación del distrito de Iquitos.

2.5 Propuestas de mitigación ante el proceso de inundación

- a. Promover o desarrollar una red de entidades públicas y privadas para planificar el desarrollo ordenado de la expansión urbana y rural de la ciudad de Iquitos.
- b. Proponer a las autoridades locales y sectoriales que las zonas inundables se conviertan en zonas intangibles para el establecimiento de poblaciones.
- c. Desarrollar un plan de expansión urbana concertado de la ciudad de Iquitos.
- d. Modelar la población futura a periodos de tiempo de 25 años, en especial, de la población asentada en las zonas de alto peligro de inundación de la ciudad de Iquitos.
- e. Proponer espacios territoriales pertenecientes al estado (dentro del ámbito de la provincia de Maynas), para un acondicionamiento de la población vulnerable bajo el concepto de un crecimiento vertical de la ciudad.
- f. Proponer una reubicación planificada de la población afectada por el proceso de inundación.
- g. Creación de polos de desarrollo en la carretera Iquitos – Nauta y Bellavista - Mazan.
- h. Mejoramiento de las características físicas de las áreas inundables para usos turísticos.
- i. Proponer políticas nuevas o marco legal para el ordenamiento territorial de áreas inundables.

CONCLUSIONES

El área delimitada de peligro de inundación nula o baja de la ciudad de Iquitos es de 4407.16 Has, confirma lo manifestado en diversos estudios geológicos – geotécnicos realizados sobre la ciudad, en especial el del CISMID donde zonifican a la ciudad en función a sus características geológicas, la cual se puede resumir en lo siguiente:

Zonas críticas por las características encontradas denominada zona de Movimiento de Reptación o Deslizamientos Lento ubicada alrededor del río Itaya, cerca de su desembocadura con el río Amazonas, e incluye el Barrio de Belén. En esta zona ocurren movimientos de reptación o deslizamientos lentos de las áreas aledañas al río Itaya.

Una zona de potencial y/o deslizamientos ubicada a todo lo largo de la ribera del río Amazonas en la ciudad de Iquitos y representa una zona potencial y/o activa de deslizamientos.

Una zona de sedimentación comprendida entre el antiguo cauce del río Amazonas, entre el Barrio de Belén y el Puerto Agrario. El área de sedimentación se encuentra en plena evolución y avanza de sur a norte, representando un problema para el Puerto de Iquitos, debido a que las embarcaciones no pueden acercarse a la ribera.

Este problema se agrava debido a que en forma irresponsable se pretende invadir esta zona en busca de terrenos para vivienda.

Una cuarta zona crítica denominada Zona Inundable de Ríos y de Influencia de Caños y Quebradas que se encuentra ubicada en los alrededores de la ciudad de Iquitos, siguiendo el curso de los ríos Itaya, Nanay y Amazonas. Estas áreas son pantanosas, en donde drenan gran parte de las aguas superficiales y subterráneas del Domo de Iquitos, (Maggiolo, 1975, Hurtado & Bustamante, 2015).

Los avances tecnológicos están orientados a reducir los riesgos del operario o del elemento humano, optimizar procesos (reducir tiempos de trabajo) y minimizar costos a largo plazo. Dichos avances han permitido el desarrollo y la adaptación de nuevos equipos y métodos de medición, (Zelaya, R. et al., 2016). Con las técnicas fotogramétricas disponemos de productos muy potentes, los modelados tridimensionales y las ortografías. Nos permite confeccionar planos con gran precisión que sirven de apoyo en las diferentes disciplinas,

desde la arqueología hasta la gestión de los recursos hídricos. El uso de los drones es aún desconocido para muchos y gran parte de los profesionales de la ingeniería y otras disciplinas dedicados al área de la topografía quienes desconocen el procedimiento que se lleva a cabo para la obtención y procesamiento de datos que permitan analizar la superficie del terreno por medio de fotografías aéreas.

La utilización de drones para la Arqueología proporciona un gran avance tanto en tiempo como en presupuesto, De una forma rápida y con bajo coste podemos llegar a obtener una cantidad de información enorme en el campo (Yara, C. 2017)

Una de las aplicaciones prácticas en la presente investigación fue determinar la línea de interface entre la ciudad de Iquitos y el agua que los circunda a través de la incursión del crecimiento de los ríos Nanay, Itaya y Amazonas, conocida como límite de peligro de inundación o como “cota arbitraria” de 117.00 m. Esta cota sirve como límite del peligro de inundación de la ciudad de Iquitos, encontrándose dentro de ella las diferentes escalas de peligro desde muy bajo hasta un peligro de inundación muy alto, (Soria-Díaz et al. 2015). El área delimitada que representa a la zona de muy bajo o nulo peligro de inundación tiene una extensión de 4407.16 Has. Dicho límite permite lograr una mejor gestión del riesgo por parte del SINAGERD y todas las instituciones que lo conforman que tiene como finalidad la identificación y reducción de los riesgos asociados a peligros o minimizar sus efectos, así como evitar la generación de nuevos riesgos, y preparación y atención ante situaciones de desastre mediante el establecimiento de principios, lineamientos de política, componentes, procesos e instrumentos de la Gestión del Riesgo de Desastres.

RECOMENDACIONES

Realizar la réplica de delimitación de umbrales de peligro por inundación en las principales ciudades del departamento de Loreto, con la finalidad de evitar pérdidas de vidas humanas y focalizar las inversiones del estado. Asimismo, que dicho documento sirva como una herramienta de gestión ante los desastres en la región.

Propuesta por parte de las diferentes facultades de la UCP medidas de prevención, atención, mitigación ante inundaciones en los sectores de peligro de la ciudad de Iquitos.

BIBLIOGRAFIA

Bernex N, Denux J, Orihuela V. 1994. Integración Teledetección SIG para el Estudio aplicado de la dinámica fluvial en medio Amazónico. El río que se aleja. Editorial CETA IIAP. Iquitos, Perú. 27 pp.

Ferreira M, Gerardo V. 2015. Aplicaciones topográficas de los drones. Departamento de Agrimensura, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires. 3-10 pp.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA E INFORMATICA (INEI). 2008. Datos de censo poblacional de la ciudad de Iquitos 2007. Iquitos, Perú. 1 pp.

Novoa G. 1996. El origen del río Amazonas. Revista Espacio y Desarrollo. N°8, 120 pp.

Pacheco C. 2009. Identificación de riesgos por inundación en Tlapa, Guerrero. Doctoal dissertation, Tesis Maestría. CIGA-UNAM. México. 26 pp.

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA DEL PERU (SENAMHI). 2019. Datos de niveles diarios del río Amazonas del periodo 2004-2019. Iquitos, Perú. 1-3 pp.

Soria-Díaz H. 2015. Riesgo de inundación de la ciudad de Iquitos, Perú. Rev. Ciencia Amazónica, volumen V. 11-22 pp.

Schanze J. 2006. Flood risk management; a basic framework. En: J. Schanze et al. (editores). 2006. Flood risk management: Hazards, Vulnerability and Mitigation

Anexos

1. Zonas en peligro de inundación en el Distrito de Punchana
2. Zonas en peligro de inundación en el Distrito de Belén
3. Zonas afectadas en el Distrito de San Juan Bautista.

ZONAS EN PELIGRO DE INUNDACION

DISTRITO DE PUNCHANA

ZONAS DE ALTO RIESGO POR INUNDACIÓN		
ITEM	UBICACIÓN	ASETAMIENTO HUMANO
1	Ca. Prolongación Sucre	Simón Bolívar
2	Psje. 14 de abril	Simón Bolívar
3	Ca. Colón cuadra 2	Simón Bolívar
4	Ca. Prolong. 28 de julio	Simón Bolívar
5	Ca. 11 de setiembre zona2	Simón Bolívar
6	Psje. Esperanza	Simón Bolívar
7	Ca. Simón Bolívar	Simón Bolívar
8	Ca. Anita	Simón Bolívar
9	Psje. Marcia	Simón Bolívar
10	Psje. 12 de Octubre	Simón Bolívar
11	Ca. Universitario	Glenda Freitas
12	Psje. 06 de agosto	Nuevo Versalles
13	Ca. Jerusalén	Nuevo Versalles
14	Ca. Prolong. Iquitos comité 13	Nuevo Versalles
15	Ca. Prolong. Iquitos	Nuevo Versalles
16	Ca. 02 de febrero	Nuevo Versalles
17	Psje. Los Olivos	15 de marzo
18	Ca. Los Vencedores, 17 de enero	15 de marzo
19	Psje. Haya de la Torres	15 de marzo
20	Ca. Prolong. Central	15 de marzo
21	Psje. La República	15 de marzo
22	Psje. 17 de enero	15 de marzo
23	Ca. Los Ángeles	15 de marzo
24	Ca. Las Flores	Nuevo Bellavista
25	Psje. Miraflores	Nuevo Bellavista
26	Ca. Los Girasoles	Nuevo Bellavista

27	Ca. Los Claveles	Nuevo Bellavista
28	Psje. José Olaya	Miguel Grau S.
29	Psje. 05 de julio	Miguel Grau S.
30	Psje. Caza y Pesca	Bellavista nanay
31	Psje. San Lorenzo	Bellavista nanay
32	Psje. Emilio San Martín (Puna A)	Bellavista nanay
33	Psje. José Carlos Mariátegui	Bellavista nanay
34	Psje. La Perla	Bellavista nanay
35		San Pedro y San Pablo
36	Ca. San Isidro y 17 de Febrero	La Familia
37		11 de abril
38		Raúl Chuquipiondo
39	Psje. Las Flores y la Paz	Acción Católica
40	Ca. Las Gardenias / la Paz	San Valentín

ZONAS INUNDABLES		
ITEM	UBICACIÓN	ASETAMIENTO HUMANO
41	Ca. 16 de Febrero, Las Flores	Nuevo Amanecer
42	Ca. 06 de Julio	Delicia Manzur Khan
43	Ca. Villa Facultad	Delicia Manzur Khan
44	Ca. Los Olivos	Delicia Manzur Khan
45	Ca. Jane Donayre zona 2	Delicia Manzur Khan
46	Ca. Jane Donayre zona 3	Delicia Manzur Khan
47	Ca. Jane Donayre zona 1	Delicia Manzur Khan
48	Ca. Monte Sinaí	Delicia Manzur Khan
49	Ca. Santa Rosa	Delicia Manzur Khan
50	Ca. 01 de Diciembre	Delicia Manzur Khan
51	Psje. Alianza	Pilar Nores de García
52	Ca. Milagros	Pilar Nores de García
53	Ca. 05 de Diciembre	Pilar Nores de García

54	Ca. Los Angeles	Pilar Nores de García
55	Ca. Prolong. Amazonas cuadra 4	Pilar Nores de García
56	Ca. Prolong. Soledad	Pilar Nores de García
57	Psje. 14 de Agosto	Pilar Nores de García
58	Ca. Prolong. Independencia Sector 3	28 de Julio
59	Ca. 03 de Junio cuadra 05	28 de Julio
60	Ca. 03 de Junio cuadra 04	28 de Julio
61	Ca. Jesús Valles cuadra 05	28 de Julio
62	Psje. Jesús Valles y Psje. Independ.	28 de Julio
63	Psje. 03 de Junio	28 de Julio
4	Ca. Alberto Fujimori ultima cuadra	28 de Julio
65	Ca. Prolong. Independencia Sector 4	Timoteo Inga
66	Ca. Prolong. Independencia Sector 4	Mirtila García Pérez
67	Ca. 05 de Julio	Ntra. Señora de Salud
68	Ca. Lagunas zona 1	03 de Diciembre
69	Ca. Lagunas zona 2 (J. Vásquez)	03 de Diciembre
70	Ca. Aguas Verdes	03 de Diciembre
71	Ca. Aguas Verdes	24 de Setiembre
72	Ca. 23 de marzo	24 de Setiembre
73	Ca. 28 de setiembre	24 de Setiembre
74	Ca. Nanay	Nuevo Santa María
75	Ca. Santa maría	Nuevo Santa María
76	Ca. Progreso	Nuevo Santa María
77	Ca. Las Vegas	Nuevo Santa María
78	Ca. Jesús de Nazaret	Nuevo Santa María
79	Psje. Escabino	Nuevo Santa María
80	Psje. Nanaya	Nuevo Santa María

ZONAS INUNDABLES		
ITEM	UBICACIÓN	ASETAMIENTO UMANO
81	Psje. Díaz	Nuevo Santa María
82	Ca. San Martín	Nuevo Santa María
83	Psje Delicia Manzur	Nuevo Santa María
84	Ca. Severo Vergara	Iván Vásquez Valera
85	Psje. Las Flores	Iván Vásquez Valera
86	Ca. Essalud	Iván Vásquez Valera
87	Ca. Los Triunfadores	Iván Vásquez Valera
88	Ca. Los Ángeles / Psje. Los Ángeles	Iván Vásquez Valera
89	Psje. Gloria Tello de Vergara	Iván Vásquez Valera
90	Ca. Progreso	Iván Vásquez Valera
91	Ca. 17 de junio y Psje. Cuba	Apoblapil
92	Psje. Los Rosales	Apoblapil
93	Ca. Wilma Pilco, Psje. Unión	Nueva Unión
94	Ca. 05 de Julio	Nueva Unión
95	Ca. Ciro Alegría	Santa Rosa del A.
96	Ca. Paraíso	Santa Rosa del A.
97	Psje. Paraíso	Santa Rosa del A.
98	Psje. Amazonas	Santa Rosa del A.
99	Ca. Amazonas	Santa Rosa del A.
100	Ca. Víctor Sinti	Santa Rosa del A.
101	Ca. 11 de marzo	Santa Rosa del A.
102	Psje. Trimasa y Psje. América	Santa Rosa del A.
103	Psje. Santa Rosa	Santa Rosa del A.
104	Carretera Santa María	Santa Rosa del A.
105	Ca. Yurimaguas y Ca. 25 Noviembre	Santa Rosa del A.
106	Ca. Nuevo San Juan y 09 diciembre	Santa Rosa del A.
107	Ca. 11 de Octubre	Santa Rosa del A.

108	Pasaje Los Ángeles, Prol. Las Vegas	Santa Rosa del A.
109	Pasaje Trimasa, Psje. América	Santa Rosa del A.
110		Las Vegas
111	Ca. Frank Marreros	Juan Cardama Guerra
112	Ca. Prolong. Buenos Aires	21 de Setiembre
113	Ca. Essalud	21 de Setiembre
114	Ca. Los Girasoles zona 3	21 de Setiembre
115	Ca. Los Triunfadores, Ca. Girasoles	21 de Setiembre
116	Ca. Prolong. San Valentín zona 1	21 de Setiembre
117	Ca. Prolong. San Valentín zona 2	21 de Setiembre
118	Ca. Progreso / Ca. Girasoles	21 de Setiembre
119	Psje. Monte Sinai	21 de Setiembre
120	Ca. Soledad	21 de Setiembre
121	Psje. San Luis	21 de Setiembre
122	Psje. La Amistad	Daniel Alcides Carrión
123	Ca. 23 de marzo	Arquímedes Santillán
124	Psje. Bahía	Arquímedes Santillán
125	Ca. 17 de Octubre, Psje. Lagunas	Nuevo Punchana
126	Psje. Amazonas	Nuevo Punchana
127	Ca. 23 de Marzo	Nuevo Punchana

Fuente: Defensa Civil de Punchana

ZONAS EN PELIGRO DE INUNDACION

DISTRITO DE BELEN

Nº	Nombres de Calles y Pasajes	Sector	Zonas
1	Calle José Olaya	AA.HH. VIOLETA CORREA	1
2	Calle Amazonas		
3	Calle 24 de Enero		
4	Calle Simón Bolívar		
5	Calle Cosmar		
6	Calle Sta. Rosa	Ampliación del AA.HH. LAS MERCEDES -Junta Vecinal Las Pampas	2
7	Calle 4 de Marzo		
8	Calle Salvador		
9	Pasaje Salvador		
10	Calle Andy Jhon	AA.HH. AMISTAD	3
11	Calle 14 de Febrero		
12	Pasaje José López Sangama		
13	Pasaje San Luis Gonzaga		
14	Pasaje Paraíso		
15	Calle Juan Curto		
16	Calle Hermogenes Flores Gómez		
17	Calle José Vela García	AA.HH. OSCAR IVAN	4
18	Calle Manuel Cardozo Dávila		
19	Calle Unión	AA.HH. CIUDAD JARDIN	5
20	Calle América		
21	Calle 8 de Noviembre		
22	Pasaje 8 de Noviembre		
23	Calle Argentina		
24	Calle Chávez Sibina		
25	Entrada Carretera Cabo López		
26	Calle Unión		

27	Calle Las Flores	AA.HH. 15 DE NOVIEMBRE	6
28	Calle Malecón Itaya	AA.HH. 28 DE JULIO	7
29	Calle Las Brisas		
30	Calle Bella Durmiente		
31	Calle La República		
32	Calle 8 de Diciembre		
33	Calle Paraíso		
34	Calle La Paz		
35	Calle Santa Julia		
36	Calle miguel Grau /Pasaje García		
37	Calle Parinari		
38	Pasaje Ferrys		
39	Pasaje San José		
40	Calle Ramírez		
41	Calle San Martin		
42	Pasaje 20 de Diciembre (1)(2)(3)	AA.HH. TRIUNFO	8
43	Calle Santa Rosa /América		
44	Calle Santa Rosa hasta Unión		
45	Calle Porvenir		
46	Calle 20 de Diciembre		
47	Calle Amazonas	AA.HH. MANCO INCA	9
48	Calle Huáscar		
49	Pasaje Itaya		
50	Calle Marco Antonio	AA.HH. DINA GONZALES	10
51	Calle 25 de Abril		
52	Calle Jerusalén		
53	Calle Blasco Núñez –Sector 03 al sector 01	PUEBLO LIBRE -ZONA BAJA DE BELEN	11
54	Calle 11 de Octubre		

55	Calle Miramar		
56	Calle Los Rosales		
57	Calle Jr. Itaya		
58	Calle Iquitos hasta la Iglesia B. Núñez		
59	Calle 6 con Venecia/Calle 7		
60	Pasaje Itaya –Derecha		
61	Pasaje Besubio		
62	Calle Yurimaguas	AA.HH. 6 DE OCTUBRE	12
63	Calle Libertad		
64	Pasaje Penjamo	AA.HH. SACHACHORRO	13
65	Calle Atahualpa		
66	Calle Las Américas	AA.HH.SARITA COLONIA	14
67	Pasaje Santa Rosa		
68	Calle Rivera		
69	calle Santa Rosa		
70	Calle Jerusalén		
71	Psaje. Sarita Colonia		
72	Prolg.M. Ruiz Ibérico		
73	Calle M. Ruiz Ibérico		

Fuente: Defensa Civil de Belén

ZONAS EN PELIGRO DE INUNDACION

DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA

Nº	Dirección / Lugar:	AA.HH.	Margen de Rio
1	Psje. Agua Blanca, Psje. Olivos.	Aguas Blancas	Nanay
2	Calle San Juan	1 ero de Mayo	Nanay
3	Calle San Juan / 25 DE Enero	Sor Santa Lucia	Nanay
4	Calle Barrios Altos, Campo Verde, conquistadores.	Jorge Monasi	Nanay
5	Calle Acasia, Los Olivos, Cesar Vallejo	Ampliacion los Claveles CCSJM.	Nanay
6	Ampliación Calle Bambú	El Bambú	Nanay
			Nanay
7	Prolongación Calle Los Cedros	El Bambú	Nanay
8	Psje. 25 de Mayo, Psje Las Flores , Ca. Los Olivos.	25 de Mayo	Nanay
9	Prolongación Calle los Ceticos	Los Ceticos	Nanay
10	Calle Jorge Abromovich	Los Agustinos	Nanay
			Nanay
11	Prolongación Calle Copaibas	El Bambú	Nanay
12	Prolongacion Miraflores	Comunidad Campesina	Nanay
13	Km. 9 Carretera Iquitos Nauta - 5 ta. Etapa - Los Delfines	La Herradura	Nanay
14	Psje. Aguas Blancas /Av. Guardia Civil	Aguas Blancas	Nanay

15	Calle 25 de setiembre	Balneario Pampa Chica	Nanay
16	Psje. Sto. Tomas	La Paz	Nanay
17	Junta Vecinal Divina Misericordia	San Pablo de la Luz	Itaya
18	Psje. Los Aguanos y Ca. Los Aguanos J.V. Alejandro Toledo	San Pablo de la Luz	Itaya
19	Prolong. Calle Miraflores	Tte. Luis G. Garcia Ruiz	Itaya
20	Junta Vecinal Maracana	San Pablo de la Luz	Itaya
21	Junta Vecinal Dos de Marzo	San Pablo de la Luz	Itaya
22	Prolonga. Calle San Luis	Las Mercedes	Itaya
			Itaya
			Itaya
23	CA. Las Shiringas J.V. Los Vencedores	San Pablo de la Luz	Itaya
24	J.V. Prolong. Las Mercedes	Villa Amistad	Itaya
25	Ca. 11 de Agosto / Ruiseñor	Villa Amistad	Itaya
26	Ca. San Isidro /14 de Febrero	Villa Amistad	Itaya
27	Ca. Los Cedros/ Margarita y Azucenas. J.V. Los Pinos	San Pablo de la Luz	Itaya
28	J. V. Fernando Meléndez	La Real Odisea Ampliación	Itaya
29	J.V. 27 de Marzo	San Pablo de la Luz	Itaya
30	J. V. 29 de Enero	San Pablo de la Luz	Itaya

Fuente: Comité de Defensa de San Juan Bautista