

**UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO HENRÍQUEZ UREÑA**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



Estudio de peligro y vulnerabilidad ante inundaciones por lluvias intensas de la cuenca del  
arroyo Dajao, Santo Domingo Norte

**Para la obtención del título de:**

**INGENIERO CIVIL**

**Sustentantes:**

Liliana Estefanía Estanilao Lorenzo 13-1393

Yu wen Tsai Huang 14-0430

**Asesor:**

Ing. Sandra José Clases

**Fecha:**

18 de Septiembre del 2017

**Santo domingo, D.N.**

## **AGRADECIMIENTOS**

**A Dios** por sus infinitas bendiciones.

**A mi madre** por su entrega y dedicación incondicional, gracias por no desfallecer a pesar de nuestras diferencias de ideas y siempre mostrar su fe en mí.

**A mi padre** por el sustento y sacrificio incomparable, le agradezco por ser el pilar en este camino difícil de recorrer y por ser ejemplo de firmeza.

**A mis hermanas** por su paciencia y apoyo cuando lo necesité.

**A mis amigos del team Melaza** por ser parte de este recorrido.

**A mis amigas Marolyn, Andrea y Franna** por estar siempre presente en mi vida y su cariño interminable.

**A mi compañera de tesis y amiga Yu Wen** por su confianza, su muestra de aprecio y ternura; gracias por ser paciente, entusiasta y una excelente persona.

**A la Ing. Sandra Jose Clases** por acompañarnos a Yu Wen y a mí en este proceso, sin su ayuda no hubiese sido posible.

**De manera especial agradezco a mi querido Juan Vargas**, por ser mi ejemplo de resistencia y perseverancia; por esas conversaciones que sin lugar a dudas han sido provechosas y por su afecto hacia mí.

**Agradezco a todas aquellas personas** que de una manera u otra han aportado su granito de arena para la elaboración de este proyecto.

**Liliana Estefanía Estanilao Lorenzo**

## **AGRADECIMIENTOS**

**En primer lugar agradezco a Dios** por permitirme ser parte de este mundo, guiarme en este camino, siempre acompañando al lado de mí y con su amor y misericordia me da la sabiduría y oportunidad de llegar hasta una de las etapas más importantes de mi vida.

**Agradezco a la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña**, por haberme aceptado ser parte de ellas y abierto las puertas para estudiar mi carrera, las oportunidades que me brindaron son incomparables, así como a los diferentes maestros que brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante paso a paso con un ambiente favorable.

**Agradezco al director Ing. Ramón Tavarez** por su gran amor, responsabilidad y preocupación que siempre ha velado que los conocimientos sean debidamente transmitidos a los estudiantes.

**Agradezco a mi asesora de tesis la Ing. Sandra José Clases** por su apoyo, preocupación en nosotras y su valiosa colaboración.

**Agradezco a todos los profesores** que me han transmitido sus grandes enseñanzas, sus amores y sus explicaciones paso a paso.

**A María Ulloa**, una secretaria seria pero a la vez amable y responsable que siempre tiende la mano y ayuda hasta donde sus manos les alcanzan.

**Agradezco a todos aquellos amigos y compañeros** que siempre han estado al lado de mí durante mi vida universitaria.

**Y por último a aquella personal que trabajan en la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña**, gracias a la colaboración de ellos que sin ellos no podré estar en un ambiente cómoda y tranquila.

**Yu wen Tsai Huang**

## **DEDICATORIA**

**A mi familia**, por su apoyo moral.

**A mis padres** que me dieron la vida por acompañarme en todo el trayecto de mis estudios y velar por mí en este camino para convertirme en una profesional.

**A mis amigos** que siempre me apoyaron y nunca dudaron que lo lograría.

**A aquellos maestros** que ejercieron con entrega la tarea de enseñarme.

**A todos esos personajes** que han influenciado en mí y me han ayudado a desarrollar mi potencial.

**Liliana Estefanía Estanilao Lorenzo**

## **DEDICATORIA**

**A mis padres Antonio Tsai y Teresa Huang**, quienes han sido el gran apoyo espiritual y emocional en mi vida y gracias a sus consejos, su amor, motivaciones que me permitió lograr mi primera meta hacia la profesión.

**A mis hermanos**, por brindarme sus ayudas y soportes en el momento difícil que se me ha ocurrido durante los estudios y la realización de los trabajos.

**A los integrantes de Servicio Geológico Nacional**, por haber sacado sus tiempos y brindarnos sus conocimientos acerca del tema de estudio.

**A mi mejor amiga Karol Alejo**, quien siempre está dispuesto a escucharme y ayudarme en cualquier circunstancia difícil que se me ha presentado.

**A los padres de mi querida compañera de tesis Liliana Estanilao**, por haber sacrificado sus días de descanso para llevarnos para realizar el estudio de campo.

**Especialmente a mi compañera Liliana Estanilao**, por aguantar como soy y por ayudarme a terminar este proyecto tan importante de mi carrera.

**A mis amigos Juan Arambolo, Isarelis Lluberés, Federick de la Cruz, Steiner Zapata, Patricia Beltré, Jhonattan Domínguez, Ámbar Lantigua, Eduardo Díaz, Katherine Fernández, Vladymir Mercedes, Gabriel Mercedes, Claudia Mercedes, Carlos Reyes, Manuel Turbi, Lauren Ramírez y a todos aquellos amigos presentes y pasados**, quienes sin esperar nada a cambio compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas y a todas aquellas personas que durante estos 4 años estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad.

**Yu wen Tsai Huang**

# ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN .....                                    | 1  |
| CAPÍTULO I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....         | 3  |
| 1.1. Planteamiento del Problema .....                 | 3  |
| 1.2. Formulación del problema .....                   | 4  |
| 1.3. Objetivos .....                                  | 5  |
| 1.3.1. Objetivo General.....                          | 5  |
| 1.3.2. Objetivos Específicos.....                     | 5  |
| 1.4. Justificación .....                              | 5  |
| 1.5. Antecedentes .....                               | 6  |
| 1.5.1. Antecedentes Teóricos.....                     | 6  |
| 1.6. Alcance y limitaciones de la investigación ..... | 9  |
| 1.6.1. Alcance.....                                   | 9  |
| 1.6.2. Limitaciones.....                              | 9  |
| CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....                      | 11 |
| 2.1. Peligros naturales.....                          | 11 |
| 2.1.1. Tipos de peligros.....                         | 11 |
| 2.2. Vulnerabilidad.....                              | 12 |
| 2.2.1. Tipos de vulnerabilidad.....                   | 13 |
| 2.3. Inundaciones .....                               | 22 |
| 2.3.1. Tipos de inundaciones.....                     | 22 |

|  |  |    |
|--|--|----|
| 2.3.2.                                 | Factores que inciden en las inundaciones .....               | 23 |
| 2.4.                                   | Cuenca hidrográfica .....                                    | 24 |
| 2.4.1.                                 | Partes de una cuenca .....                                   | 24 |
| 2.5.                                   | Arroyo .....   | 27 |
| 2.5.1.                                 | Crecidas de los arroyos por lluvias intensas .....           | 27 |
| 2.5.2.                                 | Arrastres de los sólidos .....                               | 28 |
| 2.5.3.                                 | Contaminación causada por arrastres de los sólidos .....     | 29 |
| 2.6.                                   | Franja de protección.....                                    | 30 |
| 2.6.1.                                 | Regularización para franja de protección .....               | 31 |
| 2.7.                                   | Cartografía .....  | 32 |
| 2.7.1.                                 | Importancia de la cartografía .....                          | 33 |
| 2.8.                                   | Sistema de información geográfica.....                       | 34 |
| 2.9.                                   | Marco Conceptual.....  | 35 |
| 2.10.                                  | Marco contextual .....                                       | 36 |
| 2.10.1.                                | Sobre Cuenca del Río Ozama .....                             | 36 |
| 2.10.1.1.                              | Ubicación Geográfica y División Política Administrativa..... | 36 |
| 2.10.1.2.                              | Hidrografía.....   | 37 |
| 2.10.1.3.                              | Descripción general del lugar .....                          | 37 |
| 2.10.2.                                | Sobre el Arroyo Dajao .....                                  | 39 |
| CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO ..... |  | 43 |
| 3.1.                                   | Enfoque de la investigación.....                             | 43 |
| 3.2.                                   | Diseño de investigación.....                                 | 43 |

|  |    |
|--|----|
| 3.3. Tipo de investigación .....   | 44 |
| 3.4. Técnicas de investigación .....                                     | 45 |
| 3.5. Proceso metodológico.....   | 45 |
| 3.6. Procedimiento de investigación.....                                 | 46 |
| 3.7. Método de investigación.....  | 47 |
| CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....                                 | 48 |
| 4.1. Análisis de susceptibilidad.....                                    | 48 |
| 4.2. Análisis de la intensidad y del período de retorno del peligro..... | 55 |
| 4.3. Estimación del peligro .....  | 57 |
| 4.4. Análisis de vulnerabilidad.....                                     | 57 |
| Observaciones generales.....   | 59 |
| Observaciones por zona de vulnerabilidad .....                           | 59 |
| Resultados.....  | 63 |
| CONCLUSIÓN.....  | 65 |
| RECOMENDACIONES.....   | 67 |
| GLOSARIO .....   | 68 |
| BIBLIOGRAFÍA .....   | 69 |
| ANEXOS .....   | 76 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1 <i>Clasificación de la vulnerabilidad estructural según la tipología de vivienda</i> ..... | 58 |
|--|----|

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

|   |    |
|---|----|
| <i>Ilustración 1.</i> Partes de Una Cuenca Hidrográfica .....   | 25 |
| <i>Ilustración 2.</i> Cuenca del Río Ozama .....  | 36 |
| <i>Ilustración 3.</i> Parque Nacional Humedales del Ozama (Laguna Manatí) .....                                     | 38 |
| <i>Ilustración 4.</i> Cañada (izquierda) y Pantanos (derecha) que rodean el arroyo .....                            | 40 |
| <i>Ilustración 5.</i> Aprovechamiento para práctica de ganadería.....   | 40 |
| <i>Ilustración 6.</i> Distintas zonas pantanosas que rodean al arroyo .....   | 41 |
| <i>Ilustración 7.</i> Agricultura (izquierda) y pasto (derecha).....  | 42 |
| <i>Ilustración 8.</i> Bosque Latifoliado Húmedo aledaño del arroyo .....  | 42 |
| <i>Ilustración 9.</i> Zona con vulnerabilidad baja .....  | 60 |
| <i>Ilustración 10.</i> Zona con vulnerabilidad media .....  | 61 |
| <i>Ilustración 11.</i> Zona con vulnerabilidad alta .....   | 62 |
| <i>Ilustración 12.</i> Vulnerabilidad estructural ante inundaciones por lluvias intensas en el paraje La Unión..... | 63 |

## ÍNDICE DE MAPAS

|   |    |
|---|----|
| <i>Mapa 1.</i> Cuenca Arroyo Dajao. Ubicación geográfica.....   | 39 |
| <i>Mapa 2.</i> Cuenca Arroyo Dajao. Factor Geológico. ....  | 49 |
| <i>Mapa 3.</i> Cuenca Arroyo Dajao. Factor Pendiente. ....  | 50 |
| <i>Mapa 4.</i> Cuenca Arroyo Dajao. Factor Geomorfológico.....  | 51 |
| <i>Mapa 5.</i> Cuenca Arroyo Dajao. Factor Hidrográfico. ....   | 52 |
| <i>Mapa 6.</i> Cuenca Arroyo Dajao. Factor Vegetación. ....   | 53 |
| <i>Mapa 7.</i> Cuenca Arroyo Dajao. Susceptibilidad ante inundaciones por lluvias intensas. ....                                | 54 |
| <i>Mapa 8.</i> Cuenca Arroyo Dajao. Mapa isoyético para tiempo de retorno de 5 años. ....                                       | 56 |
| <i>Mapa 9.</i> Parajes Cuenca Arroyo Dajao.....   | 58 |
| <i>Mapa 10.</i> Vulnerabilidad estructural ante inundaciones por lluvias intensas en algunas viviendas del paraje La Unión..... | 64 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|  |    |
|--|----|
| <i>Gráfico 1.</i> Cantidades de viviendas por tipologías de una muestra de 200 viviendas .....                   | 59 |
| <i>Gráfico 2.</i> Resultados de porcentaje de la vulnerabilidad estructural por tipologías de viviendas<br>..... | 64 |

## INTRODUCCIÓN

Una de las cuencas hidrográficas más grandes del país lo es la Cuenca del Ozama, la cual se constituye de varias sub cuencas o cuencas de menor magnitud; entre ellas la cuenca del arroyo Dajao, objeto de estudio de esta investigación.

La República Dominicana tiende a sufrir los efectos de fenómenos naturales por sus condiciones geográficas. Siendo una de las que mayor incide sobre la población, las inundaciones repentinas; lo que requiere de mucho interés por parte de quienes pueden ayudar a moderar sus efectos.

De acuerdo con varios estudios realizados por el Servicio Geológico Nacional: Las lluvias intensas combinadas con elementos físicos-geográficos del territorio como la permeabilidad del suelo y su degradación, el relieve, la vegetación, y en sentido general el uso del suelo puede provocar inundaciones al aumentar el escurrimiento superficial de la cuenca.

Estos estudios implican la aparición de varias ideas novedosas que soporten la carga de las que ya están implementadas, por eso es necesario aprovechar todo conocimiento para sacar el mejor provecho y al mismo tiempo, consolidar la calidad de los mismos para una mejora continua de las capacidades de gestión del riesgo de desastres en diferentes niveles territoriales e institucionales.

El objetivo de esta investigación radica en la realización de la cartografía de susceptibilidad y vulnerabilidad de la zona estudiada para aportar un material eficiente que sirva de base en la actualización de información y la elaboración de futuras investigaciones donde se planteen soluciones inmediatas a la problemática que encierra este trabajo.

La zona estudiada fue escogida por la carencia de datos sobre la situación que presenta la misma y la acumulación de antecedentes que han dejado cientos de personas desplazadas y sin terreno para actividades agropecuarias. El área de estudio es afectada con periodicidad por la crecida del

arroyo Dajao que suele salir de su cauce en temporadas ciclónicas donde se presentan fuertes precipitaciones, debido a la condición climática y caracterización de los suelos del área, las aguas se acumulan y van esparciéndose lentamente hasta inundar el terreno con pendiente baja.

## **CAPÍTULO I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Planteamiento del Problema**

En la República Dominicana, uno de los principales factores de inundaciones son las lluvias intensas que traen como consecuencia terribles pérdidas y deterioro de la comunidad que se ve afectada.

La problemática que envuelve al arroyo Dajao, el cual está localizado a cercanías del distrito municipal La Victoria, y se entrelaza con los ríos Yuca y Tosa, queda definida por las grandes incidencias que tienen las lluvias intensas sobre el mismo, provocando desbordamientos de la cuenca e inundaciones en los sectores cercanos, sin que haya un sistema de alerta temprana.

Residentes del lugar, expresaron que, “hacia años que el arroyo Dajao, no se desbordaba en esa magnitud”, mientras lamentaban que sus viviendas estaban inundadas (Apolinar, 2007).

Cada vez que se prevé lluvias intensas por cualquier razón climática, inicia el temor por parte de los pobladores quienes afirman que los antiguos desbordes del arroyo les han causado severos daños.

El arroyo Dajao, junto con otros ríos del entorno conforman las corrientes fluviales de los humedales del Ozama, ha sido protagonista a anteriores inundaciones repercutidas principalmente en el municipio de Santo Domingo Norte, del distrito municipal La Victoria, que en efecto no sólo produce agravio en el terreno alrededor, sino también en las personas que allí habitan puesto que pierden muchas pertenencias materiales y en el peor de los casos, su hogar.

Las inundaciones producidas por el arroyo Dajao prohíben el paso por las vías de la zona, cuando este se desborda. Sin embargo, se debe tener documentación de si la ruta del curso de las aguas ha sido urbanizada debido a la prolongación del río en su estado cauce menor.

Un factor a tomar en cuenta es el transporte de sedimentación. Los sedimentos cumplen una función con el arroyo en el desarrollo y los cambios de forma del cauce, dígase profundidad y ancho; y sustitución de material en zonas erosionadas. El arrastre de sedimentación en una cuenca desbordada puede traer consecuencias ambientales y de salud.

Es visible sobre los ríos y arroyos cuyos cauces ha aumentado por lluvias intensas, el paso con velocidad de sedimentos. Estos pueden incidir en el deslizamiento y/o cambio de ruta de las aguas del afluente, lo que implicaría la inclusión del curso del mismo en calles, carreteras de comunidades aledañas a la zona; provocando destrucción en viviendas, locales, siembras que se encuentre en el camino.

Luego de que las aguas del arroyo vuelvan a su cauce menor, los sedimentos permanecen en la zona urbanizada originando alteraciones inmediatas en el medio: averías en tuberías de agua, obstrucción en los registros sanitarios, daños en la pavimentación, rotura de cables eléctricos, etc. En definitiva, las inundaciones por desbordamientos de cuencas de los ríos y arroyos por lluvias intensas, tienden a causar desastres visibles y tangibles en las zonas afectadas. Siendo más significativos si es un área con baja clasificación social y económica como es el caso de la zona de estudio de la presente investigación.

## **1.2. Formulación del problema**

- ¿Qué nivel de vulnerabilidad existe en la cuenca del arroyo Dajao?
- ¿Cuáles zonas son propensas a inundaciones por lluvias intensas?

- ¿Cuál es el peligro para la probabilidad de un 20% de ocurrencia en la zona objeto de estudio?

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General**

- Realizar el estudio de peligro y vulnerabilidad de desastres de inundación por lluvias intensas.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Determinar el nivel de vulnerabilidad según los indicadores que serán definidos usando la metodología cubano – noruega.
- Realizar la cartografía de la susceptibilidad de inundaciones por lluvias intensas.
- Estimar el nivel de peligro para un período de retorno de 5 años.

### **1.4. Justificación**

La República Dominicana se ve afectada constantemente por fenómenos naturales, tales como tormentas, huracanes, vaguadas, entre otros, debido a la posición geográfica en que se asienta la isla, ocasionando así, intensas precipitaciones que son la causa primordial de desbordamiento e inundaciones de las cuencas de los ríos y arroyos, originando daños en los sectores determinados. Las inundaciones traen consecuencias, la erosión del suelo, de forma tal que, el suelo pierde una gran cantidad de minerales y nutrientes, dando origen a una tierra infértil. Estas inundaciones producen grandes pérdidas en el sector económico y financiero de la República Dominicana. Pero, no solamente traen déficit en la economía, sino que, afectan la salud de los ciudadanos, debido a

la gran contaminación que puede predominar con el agua, y generar numerosas enfermedades que ponen en perjuicio la vida de éstos últimos.

Por todas estas razones expuestas, y futuras que se desarrollan en el transcurso de esta investigación, son consideradas más que suficientes para reconocer que la República Dominicana opta por un sistema ambiguo, el cual requiere una mejoría para el beneficio de todos.

Cabe a destacar que, se utilizará el método científico, fundamentándose en los antecedentes y datos específicos, ocasionados en el sector determinado de estudio, para así poder percatar qué tan vulnerable es y ante cuáles factores determinantes (cantidad de lluvia, tipo de precipitación) se produce la inundación de la zona.

Con esto, no sólo se conoce la posible cantidad de daños que pueden pasar, sino también auxilia a contribuir con el sector, aportándoles a las autoridades correspondientes recomendaciones que, en su momento, hagan uso de la aplicación para el bienestar de todo el que se vea afectado ante cualquier desastre natural, que puede causar una inundación desprevenida.

En resumen, el fin de este estudio es servir de base a otras investigaciones para tratar de prevenir que las poblaciones sean afectadas por las inundaciones en menores porcentajes; puedan buscar formas de defender antes de la llegada de cualquier evento catastrófico y poder volver a su estado original; y así mejorar las condiciones de vida de las familias que viven en zonas aledañas a ríos, arroyos y cañadas.

## **1.5. Antecedentes**

### **1.5.1. Antecedentes Teóricos**

Según el análisis, El huracán George en la República Dominicana: efectos y lecciones aprendidas, realizado por el (Cocco Quezada & Gutiérrez, 1999); Una de las causas por las que dicho desastre

aconteció de mayor agravio, fue la falta de coordinación y preparación para el desastre, ya que el Plan Nacional y los planes institucionales de emergencia no se activaron.

En la investigación realizado por (UNESCO;ITC; Universidad Tecnológica de Delft; Universidad de Utrecht; CEPREDENAC; Dirección de Información Ambiental y de Recursos Naturales, 2000). Se propuso identificar las áreas potenciales a ser afectadas por inundaciones y deslizamientos en la cuenca del río San Juan y los elementos que se encuentran bajo riesgo en las comunidades de Sabaneta y San Juan. Según el análisis, “La región donde se encuentra localizada la cuenca del río San Juan periódicamente es afectada por inundaciones provocadas por lluvias intensas o por el efecto de fenómenos atmosféricos de baja o alta intensidad.” De acuerdo con esto, se llevó a cabo la aplicación de dos metodologías con análisis de inundaciones que revelaron, para 20 años se espera que una considerable superficie de la planicie de inundación sea afectada por las aguas. Según los resultados de las dos metodologías utilizadas, aproximadamente 2 km<sup>2</sup> quedarían anegados por el agua, con el consecuente daño a infraestructuras de servicios y producción y a los habitantes más desfavorecido.

La investigación de (Comas Nebot, 2009) presenta al Servicio Geológico Nacional una propuesta metodológica para el estudio de riesgo a escala municipal, contando con una implicación de la población, los agentes locales y adoptando a las características de la zona de estudio. Obteniendo finalmente el mapa de riesgo de inundación por avenida, el cual indica las áreas con un valor de mayor riesgo se concentran en la zona urbana de Jimaní.

En la investigación realizado por (Rodríguez Varela, Alcocer, Albornoz Góngora, Llaguno, & Maldonado, 2014) desarrollaron una metodología para generar mapas de peligro, vulnerabilidad y riesgo considerando un análisis hidráulico en una y dos dimensiones, con el que es posible

cuantificar los daños generados por las inundaciones. Para la generación de mapas de peligro se tomó como base los criterios encontrados en la literatura, destacan el aplicado en la ciudad de Dórrigo, Australia; el de FEMA de los Estados Unidos; y el criterio de la OFFE. De éstos se sugiere utilizar el criterio de FEMA o Dórrigo para la generación de mapas de peligro para la protección de personas, viviendas y vehículos. Para los mapas de vulnerabilidad, se desarrolló la metodología que considera la información contenida en las bases de datos de los AGEB generada por el INEGI. A partir de esta información se generan índices de población vulnerable y de vivienda vulnerable. Con la generación de mapas de riesgo, es posible determinar el daño probable provocado por la lluvia. Para el estudio se seleccionó en zonas urbanas la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas por contar con la información necesaria para realizar el estudio, en la misma se calcularon costos por daños en menaje de casa para los diferentes períodos de retorno.

(Santana Menaldo & Estrella Camilo, 2014) en su trabajo de grado señalaron, la causa principal incidente en la generación de las inundaciones es debido a que la zona era un manglar que servía como corredor hidráulico manteniendo la circulación del agua y evitando las inundaciones, pero con el desarrollo turístico de Verón, se ha destruido el corredor hidráulico y por ende, cuando se presentan largas temporadas de lluvia ocurren inundaciones. Para solucionar esta situación, diseñaron un sistema de recolección del agua y una laguna de captación para no verter estas aguas en las playas siendo estas el principal recurso turístico de la zona.

La presentación preparada por una de las integrantes del Grupo de Evaluación de Riesgo de la Agencia de Medio Ambiente, (Fonseca Arcalla , 2017), demuestra a los países del Mar Caribe los detalles y estudios que realizaron para la reducción del riesgo en Cuba y los beneficios que trajo en la utilización del material “Metodologías para la determinación de riesgos de desastres a nivel

territorial”, en la cual presenta la información básica conceptual del cálculo del peligro, de la vulnerabilidad y la estimación del riesgo en situaciones de inundaciones por lluvias intensas, inundaciones costeras por penetración del mar, fuertes vientos e intensa sequía. Con este lograron la integración del conocimiento a los participantes de las instituciones, utilizando la información disponible e incrementaron el vínculo con los Centros de Gestión para la Reducción de Riesgos. Con referencia lo anteriormente planteado, si se calcula la probabilidad de la ocurrencia de un fenómeno, con la vulnerabilidad de la zona y las personas que serían directamente afectadas, se determina el riesgo al que está expuesta la comunidad.

## **1.6. Alcance y limitaciones de la investigación**

### **1.6.1. Alcance**

Esta investigación tiene como alcance la generación del mapa de susceptibilidad ante inundaciones por lluvias intensas, sin plantear soluciones para el manejo de inundación, de manera que podría haber otros estudios orientados a encontrar soluciones puntuales para la zona de estudio.

La investigación de estudio de susceptibilidad y vulnerabilidad ante inundaciones por lluvias intensas se desarrolló en la cuenca del arroyo Dajao, hasta donde se intercepta con el arroyo Yuca, ubicada en el sector La Victoria, Santo Domingo Norte, a cercanía de la Penitenciaría Nacional de La Victoria.

### **1.6.2. Limitaciones**

El proyecto en estudio sólo se limitará en el uso de la metodología cubano – noruega, para la determinación del peligro y vulnerabilidad ante inundaciones por lluvias intensas.

En el proceso de recolección de datos transcurrieron ciertos incidentes que de un modo u otro demoraron la obtención de datos e informaciones. Dentro de estos obstáculos se puede mencionar los siguientes:

- ✓ Falta de coordinación con el acceso a la información en las oficinas gubernamentales
- ✓ Divergencia con el personal de las instituciones
- ✓ Carencia de material en las informaciones brindadas
- ✓ Dificultad con el uso de las SIG
- ✓ Impedimento del manejo de tecnologías de sistema de información geográfica, para el desarrollo de la cartografía necesaria
- ✓ Privación de acceso a la zona en el trabajo de campo

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Peligros naturales**

Una definición generalmente aceptada dice que los peligros naturales son "aquellos elementos del medio ambiente físico, o del entorno físico, perjudiciales al hombre y causados por fuerzas ajenas a él" (Burton 1978).

#### **2.1.1. Tipos de peligros**

De acuerdo con la publicación titulada "Los tipos de desastres naturales que existen" (Angostura digital, 2017), los peligros naturales se agrupan en cuatro clasificaciones:

##### **2.1.1.1. Peligros hidrológicos**

Dentro de este grupo se clasifican a todos aquellos que se originan en el agua, es decir, en los mares y océanos del mundo. Ocurren como consecuencia de la acción de las aguas y los ejemplos más claros son el tsunami, inundaciones u oleajes tempestuosos.

##### **2.1.1.2. Peligros meteorológicos**

Este tipo de desastre natural puede darse en muchas variaciones y todas ellas están relacionadas con el clima. Estos pueden predecirse con cierta anticipación gracias a las modernas tecnologías que definen el comportamiento del clima y analizan la posibilidad de que lleguen a afectar un lugar determinado, por ejemplo los Tifones, frentes fríos y cálidos, el niño y la niña, tornados, tormentas tropicales, huracanes, nevadas, granizo, sequía e inundaciones por lluvia.

##### **2.1.1.3. Peligros geofísicos**

Son todos aquellos desastres naturales que se forman o surgen de las entrañas mismas del planeta Tierra o de la superficie terrestre. Dentro de este grupo se encuentra las avalanchas, derrumbes,

tormentas solares, terremotos, erupciones volcánicas, incendios y hundimientos de tierra, entre algunos otros

#### **2.1.1.4. Peligros biológicos**

Son provocados por alguna circunstancia especial dentro del reino animal y de algún modo afectan al ambiente y a la humanidad. El desastre natural biológico más importante y representativo es la tan compleja marea roja. Otros ejemplos pueden ser pestes, epidemias e infecciones como la fiebre porcina o la gripe aviar.

## **2.2. Vulnerabilidad**

Según (Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja, 2017): la vulnerabilidad puede definirse como la capacidad disminuida de una persona o un grupo de personas para anticiparse, hacer frente y resistir a los efectos de un peligro natural o causado por la actividad humana, y para recuperarse de los mismos. Es un concepto relativo y dinámico. La vulnerabilidad casi siempre se asocia con la pobreza, pero también son vulnerables las personas que viven en aislamiento, inseguridad e indefensión ante riesgos, traumas o presiones.

La exposición de las personas a riesgos varía en función de su grupo social, sexo, origen étnico u otra identidad, edad y otros factores. Por otra parte, la vulnerabilidad puede adoptar diferentes formas: la pobreza, p. ej., puede resultar en que las viviendas no puedan resistir a un terremoto o huracán, y la falta de preparación puede dar lugar a una respuesta más lenta al desastre, y con ello a más muertes o a un sufrimiento más prolongado.

La otra cara de la moneda es la capacidad, que puede describirse como los recursos de que disponen las personas, familias y comunidades para hacer frente a una amenaza o resistir a los efectos de un peligro. Estos recursos pueden ser físicos o materiales, pero también pueden encontrarse en la

forma en que está organizada una comunidad o en las aptitudes o atributos de las personas y/o las organizaciones de la misma

## **2.2.1. Tipos de vulnerabilidad**

### **2.2.1.1. Estructural**

La vulnerabilidad estructural se refiere a la susceptibilidad que la estructura presenta frente a posibles daños en aquellas partes del establecimiento que lo mantienen en pie ante un fenómeno. Esto incluye cimientos, columnas, muros, vigas y losas. (Bazan E. Meli, 1987)

En su libro sobre guías para la realización de los estudios de riesgos de desastres, José Antonio Echeverría en marzo 2013, expone de manera muy clara lo siguiente de la vulnerabilidad estructural:

Se realizará análisis de la capacidad resistiva de las edificaciones existentes y las previstas a construir de acuerdo a los Planes, considerando la morfología urbana, tipología constructiva y altura de las edificaciones; características éstas, relacionadas con su comportamiento ante las fuerzas destructivas de los peligros estudiados.

En la vulnerabilidad estructural de la urbanización, se evalúan las características antes mencionadas de forma general, sobre la base del conocimiento de la edad de los grupos de edificaciones y el estado técnico a partir de las estadísticas y de la información visual, priorizando las edificaciones que juegan el más importante papel en la vida de la sociedad atendiendo a los siguientes criterios:

- ❖ Fondo habitacional, por ser el más ocupado fundamentalmente en las horas nocturnas
- ❖ Grandes edificios administrativos y de servicios, por ser los más ocupados en las horas del día y que a la vez pueden servir de refugio masivo a la población en áreas de riesgo.

- ❖ Edificios para la Industria y objetivos de riesgo de accidente mayor en general, por ser focos disparadores eventos peligrosos de origen tecnológico como son incendios, derrames y escapes de sustancias químico tóxicas.
- ❖ Edificios que juegan un papel principal en la atención a la emergencia antes y después del desastre. Con esta visión de las prioridades que merecen cada uno de los grupos de edificaciones y teniendo en cuenta la zona de riesgo donde se encuentran (arrojada por el estudio del peligro), se abordará la vulnerabilidad a las diferentes categorías de los peligros probables.
- ❖ Zonas o grupos de edificios, cuyo estado técnico constructivo presenta alto riesgo de derrumbe (el cual puede ser desencadenado por la acción de otros peligros) con posibles afectaciones a edificios colindantes, transeúntes, vehículos o redes técnicas.
- ❖ Para el caso de los eventos meteorológicos extremos se analizará:
  - Apreciación de la dirección y efecto de los vientos en las zonas más expuestas y en aquellos conjuntos de edificios que por su ubicación, morfología y solución constructiva puedan considerarse de alto riesgo
  - Apreciación de la influencia del paisaje del lugar (topografía, barreras verdes, edificios altos) en el efecto de apantallamiento y direcciones obligadas de actuación de los vientos, así como el comportamiento de su velocidad en los diferentes puntos y alturas.
  - Efectos de las penetraciones del mar por la influencia directa del oleaje.
  - Efectos de las inundaciones sobre las cimentaciones y paredes de las plantas bajas, en zonas bajas por intensa lluvia, penetraciones del mar, o aguas abajo de ríos y presas.

❖ Para el caso de los eventos sísmicos se analizarán las características de las edificaciones en las zonas más peligrosas de acuerdo a los sismos tipo y la respuesta sísmica del terreno resultado del capítulo anterior como son:

- Nivel de urbanización.
- La morfología de los grupos de edificaciones, tendencias de la simetría y excentricidad resultado del diseño tipo.
- Solución típica de la carpintería en los grupos de edificaciones, así como de otros elementos no estructurales dentro de ellas.
- Se analizará la vulnerabilidad de las edificaciones propuestas en las zonas de alta peligrosidad a cualquiera de los eventos probables.
- Se harán recomendaciones al planeamiento para reducir los riesgos a tales propuestas o desestimular la construcción de edificaciones en zonas de riesgos.

❖ Para el caso de los eventos tecnológicos, se definirán los grupos de edificaciones que pueden quedar afectadas por el alcance de explosiones o incendios y se definirá la magnitud de las destrucciones para cada categoría del evento tecnológico probable. La vulnerabilidad estructural se interrelaciona con las otras dos vulnerabilidades: no estructural y funcional.

#### **2.2.1.2. No estructural**

El término no estructural se refiere a aquellos componentes de la edificación que están unidas a las partes estructurales (tabiques, ventanas, techos, puertas, cerramientos, cielos rasos, etc.), que cumplen funciones esenciales en el edificio (gasfitería, calefacción, aire acondicionado, conexiones eléctricas, etc.), o que simplemente están dentro de las edificaciones (equipos,

mecánicos, muebles, etc.); pudiendo así agruparlas en tres categorías: arquitectónicas, instalaciones y equipos.

Un edificio puede quedar en pie luego de un desastre y quedar inhabilitado debido a daños no estructurales. Un estudio de vulnerabilidad no estructural busca determinar la susceptibilidad a daños que presentan estos elementos, los cuales pueden verse afectados por sismos moderados y por tanto más frecuentes durante la vida útil de la edificación. En cambio, los elementos estructurales se verán afectados frente a sismos severos y poco frecuentes. Por ejemplo, no basta con que un hospital simplemente no se caiga después de un sismo, sino que debe seguir funcionando como hospital. (Ing. Oscar Fernández, Marzo 2017)

José Antonio Echeverría (Marzo 2013), lo describe así:

Estudio de la afectación de las obras de infraestructura principalmente en las zonas más peligrosas.

Se priorizarán las obras de infraestructura que constituyen líneas vitales como son:

- ✓ Sistema Electro-energético nacional
- ✓ Gas
- ✓ Comunicaciones
- ✓ Viales
- ✓ Abastecimiento de agua
- ✓ Residuales
- ✓ Drenajes Para el caso de los eventos meteorológicos extremos se analiza:
- ✓ La vulnerabilidad a los fuertes vientos de las torres del Sistema Electro-energético Nacional y de comunicaciones.

✓ Afectación de toda la infraestructura y el equipamiento de servicio debido a las inundaciones en carreteras y vías de acceso, sistema de gasificación, registros eléctricos y de comunicaciones, los cuales se pueden ver desactivados por humedad, cortos circuitos e incendios.

✓ Influencia de la impermeabilización del suelo y el estado de las obras de drenaje de las zonas urbanizadas con relación al tiempo de retardo de las inundaciones según las láminas de lluvia caídas.

✓ Efectos de las tormentas eléctricas sobre la infraestructura eléctrica y de comunicaciones.

En el caso de eventos geológicos se analiza:

✓ La afectación de toda la infraestructura debido al colapso de puentes, carreteras y vías de acceso, sistema de gasificación, registros eléctricos y de comunicaciones, los cuales se pueden ver desactivados por la ocurrencia de cortos circuitos e incendios.

✓ La influencia de dichos efectos destructivos sobre las obras de infraestructura, a causa de incendios, explosiones y derrames de sustancias químico tóxicas, que puedan interrumpir o llevar al colapso cualquiera de estas líneas vitales.

✓ La vulnerabilidad de las líneas vitales durante los eventos tecnológicos en las zonas identificadas.

✓ Las obras de infraestructura como viales y ferrocarriles utilizadas en el trasiego de sustancias químicas imponen un grado de vulnerabilidad por posibles accidentes.

### **2.2.1.3. Funcional**

Está relacionada con los elementos funcionales, la infraestructura técnica; incluye los recursos físicos de los cuales depende la edificación, tales como las comunicaciones, suministro de agua,

alcantarillado, energía y los sistemas de información de la instalación (Raydel Grillo, Coralina Vas-Suarez, Lourdes Rizo; 2014).

De acuerdo con lo planteado por José Antonio Echeverría (marzo 2013):

En la vulnerabilidad funcional se estudia la influencia de la vulnerabilidad estructural y no estructural en la estabilidad o paralización de la producción y los servicios durante y después de cada tipo de evento de categoría determinada. Para ello se sigue el siguiente orden de análisis:

❖ Capacidad de protección de las personas para los diferentes eventos peligrosos estudiados.

A través de la ocupación de locales protegidos dentro de sus propias viviendas, y edificios socio administrativos o a través de la evacuación de las zonas de riesgo.

❖ Las decisiones de protección de las personas, se analizan sobre la base de los resultados de los mapas de peligros tanto naturales como tecnológicos según los radios de afectación definidos para los accidentes de las industrias del territorio.

❖ Capacidad de funcionamiento del territorio o la vida de la ciudad ante las emergencias: o Por la interrupción de la vialidad para el movimiento de evacuados y en general para las acciones de respuesta durante las diferentes fases decretadas antes, durante y después de la ocurrencia de cada evento. O por la interrupción o paralización por plazos de tiempo mínimos de los servicios de abastecimiento al territorio a través de las obras de infraestructura:

- Sistema Electro-energético nacional
- Gas
- Comunicaciones
- Abastecimiento de agua
- Residuales

- Drenajes o Paro sin averías de la industria para su restablecimiento en plazos mínimos durante la fase recuperativa después de la ocurrencia de cada evento.
- ❖ Capacidad de respuesta de los centros que cumplen misiones de atención a la emergencia como son Puestos de Dirección para Caso de Catástrofes, Hospitales, Bomberos y otros.
- ❖ Existencia de áreas para la recepción de evacuados, atención masiva de heridos, franjas de seguridad o cinturones verdes.
- ❖ Cómo garantiza el territorio la protección a las provisiones de alimentos y reservas de agua y combustible para la atención a la emergencia.
- ❖ Influencia de las sacudidas secundarias (en el caso de los sismos) en las personas que cumplen la puesta en marcha de los Planes de Reducción de Desastres.
- ❖ Autonomía del territorio para dar respuesta rápida a la ubicación en albergues de las personas con viviendas destruidas.
- ❖ Reserva de materiales de construcción en el territorio para dar respuesta rápida a la reparación de las viviendas afectadas.

La vulnerabilidad funcional requiere de imaginar el escenario creado como resultado de las destrucciones en la ciudad (amplificarlo según categoría del peligro que se analiza) y calcular (sobre la base del resultado de los estudios de la vulnerabilidad estructural ), las personas atrapadas bajo las destrucciones, que se van a originar para cada categoría de peligro probable, las acciones de respuesta, así como los días que puede demorar el rescate, teniendo en cuenta la capacidad de actuación de las Brigadas de Salvamento y Reparación Urgente de Averías de que se dispone.

#### **2.2.1.4. Social**

Se produce un grado deficiente de organización y cohesión interna de la sociedad bajo riesgo, que limita su capacidad de prevenir, mitigar o responder a situaciones de desastres (tipo de acceso al saneamiento ambiental, nutrición infantil, servicios básicos, que permitan la recuperación de los daños ocurridos) (Wilches Chaux, 1989).

Según un estudio denominado, “Enfoque de vulnerabilidad social para investigar las desventajas socio-ambientales” realizado por Diego Sánchez y Carmen Egea en enero del 2011:

Desde una perspectiva general, el término de "vulnerabilidad" se identifica con fragilidad y/o escasa capacidad de defensa ante riesgos inminentes. Así, se puede decir que una persona "está muy vulnerable" o que ante una situación complicada e inesperada alguien con reducida capacidad de respuesta "es vulnerable". De esta manera, la vulnerabilidad está relacionada con la capacidad que una persona, grupo o comunidad tenga para advertir, resistir y recuperarse de un riesgo próximo. En sentido etimológico, el término "vulnerable" expresa la susceptibilidad o probabilidad de ser herido, recibir daño o ser afectado por alguna circunstancia adversa.

En el presente estudio se parte de la siguiente definición del concepto de vulnerabilidad como "El nivel de riesgo que afronta una familia o individuo a perder la vida, sus bienes y propiedades, o su sistema de sustento (esto es, su medio de vida) ante una posible catástrofe. Dicho nivel guarda también correspondencia con el grado de dificultad para recuperarse después de tal catástrofe" (Pérez de Armiño, 1999, 2000); es decir, cómo de preparada está una persona, grupo o comunidad para enfrentar una situación adversa externa, y los medios con los que cuenta para enfrentar sus consecuencias; en general, alude a personas, grupos o comunidades en desventaja y que pueden ser grupos vulnerables, y verse especialmente afectados por y en determinadas situaciones.

Todas las personas, grupos y comunidades son vulnerables en mayor o menor grado, ya sea por factores ambientales, demográficos, socioeconómicos, políticos, jurídicos y culturales, entre otros muchos motivos, que involucran riesgos e inseguridades, condicionando el grado y tipo de vulnerabilidad (Busso, 2001). En relación al grado y tipo de vulnerabilidad, conviene comprender su carácter temporal, progresivo y acumulativo, así como las interacciones medioambientales y sociodemográficas que la determinan.

Esto hace que la vulnerabilidad se consolide como un enfoque, el de la vulnerabilidad social que a veces se identifica como de vulnerabilidad demográfica y vulnerabilidad socio-demográfica. Tanto en un caso como en otro, las variables demográficas permitirían identificar grupos vulnerables y riesgos sociodemográficos; según la CEPAL (2001) "la vulnerabilidad demográfica se refiere a los riesgos, debilidades o desventajas que enfrentan comunidades, hogares y personas a raíz de la intervención de factores (tendencias, características, conductas) de origen demográfico" (CEPAL, 2001: 19), serían riesgos de carácter sociodemográfico; asimismo, Rodríguez (2000b) indica que se trata de variables sociodemográficas que pueden actuar de forma negativa en el desarrollo personal y familiar; las consecuencias de las nuevas formas de la transición demográfica en curso serían un buen ejemplo en este sentido, por su relación con el envejecimiento, planificación familiar y caída de la fecundidad, cambio en el tipo, composición y papel de la familia, nuevo papel de la mujer en el proceso reproductivo, etcétera.

#### **2.2.1.5. Ecológica**

Relacionada a la convivencia con el medio ambiente, sin la dominación por destrucción (vulnerabilidad de los ecosistemas frente a los efectos directos o indirectos de la acción humana, y por otra, altos riesgos para las comunidades que los explotan o habitan (Wilches Chaux, 1989).

### **2.2.1.6. Económica**

Se observa una relación indirecta entre los ingresos en los niveles nacional, regional, local o poblacional y el impacto de los fenómenos físicos extremos. Es decir, la pobreza aumenta el riesgo de desastre (vulnerabilidad de los sectores más deprimidos, desempleo, insuficiencia de ingresos, explotación, inestabilidad laboral, dificultad de acceso a los servicios de educación, salud, ocio) (Wilches Chaux, 1989).

## **2.3. Inundaciones**

Una inundación es un fenómeno hidrológico que aumenta el nivel de agua de los ríos, sacándolos de cauce.

### **2.3.1. Tipos de inundaciones**

De acuerdo con la publicación de SIBDIMENA (2017), las lluvias se clasifican en:

#### **2.3.1.1. Inundaciones lentas o progresivas**

Se producen sobre terrenos planos que desaguan muy lentamente y cercanos a las riberas de los ríos o donde las lluvias son frecuentes o torrenciales. Muchas de ellas son parte del comportamiento normal de los ríos, es decir, de su régimen de aguas, ya que es habitual que en invierno aumente la cantidad de agua e inunde los terrenos cercanos a la orilla.

#### **2.3.1.2. Inundaciones súbitas o repentinas**

Se producen generalmente en cuencas hidrográficas de fuerte pendiente por la presencia de grandes cantidades de agua en muy corto tiempo. Son causadas por fuertes lluvias, tormentas o huracanes. Pueden desarrollarse en minutos u horas, según la intensidad y la duración de la lluvia, la topografía, las condiciones del suelo y la cobertura vegetal. Ocurren con pocas o ninguna señal de advertencia.

### **2.3.1.3. Inundaciones localizadas**

Son producidas generalmente en zonas puntuales en tiempo periódico, es decir, aquella acumulación de agua por lluvias que se presenta en un lugar en específico, sin alterar las zonas aledañas.

### **2.3.2. Factores que inciden en las inundaciones**

Según Garcita en su publicación ‘‘Causas que pueden generar inundaciones y factores que agravan’’ (marzo 2010), los factores pueden ser:

❖ Factores naturales:

- Exceso de precipitación: Los temporales de lluvias son, la causa principal que causa inundaciones. Cuando el terreno no puede absorber o almacenar toda el agua que cae, ésta resbala por la superficie y sube el nivel de los ríos.

- Rotura de presas: Cuando se rompen, toda el agua almacenada en el embalse se libera bruscamente.

- Fusión de las nieves: Cuando se funden las nieves acumuladas durante el invierno en las altas montañas, esa agua cae a los ríos cercanos y éstos van más crecidos. Si, además, en ese momento, caen fuertes lluvias, lo cual suele suceder, se producen inundaciones.

❖ Factores humanos:

- Al asfaltar superficies se impermeabiliza el suelo, es decir, se prepara para que no puedan ser penetradas por las aguas, lo que facilita que lleguen a los cauces de los ríos a través de desagües y cunetas.

- Las canalizaciones solucionan los problemas sobre inundaciones en algunos tramos de los ríos, pero los agravan en otros a los que el agua llega más rápido.

- La tala de bosques y los cultivos hacen llegar a los ríos (al erosionar el suelo) grandes cantidades de materiales en suspensión que agravan los efectos de la inundación.
- La ocupación de los cauces por construcciones reduce la capacidad para evacuar el agua de los ríos, que sube cada vez a niveles más altos y en las últimas partes de los ríos, provoca desbordamientos. Y claro, el riesgo de perder la vida y de daños personales es muy alto en esos lugares.

## **2.4. Cuenca hidrográfica**

“Es una zona delimitada topográficamente que desagua mediante un sistema fluvial, es decir, la superficie total de tierras que desaguan en un cierto punto de un curso de agua o río” (Sheng, 1992, pág. 3).

Es el espacio de terreno limitado por las partes más altas de las montañas, laderas y colinas, en él se desarrolla un sistema de drenaje superficial que concentra sus aguas en un río principal el cual se integra al mar, lago u otro río más grande (Faustino & Jiménez, 2000, pág. 3).

“Es una porción de terreno delimitada geográficamente por divisorias de aguas, que corresponden a las cimas de las colinas o las montañas que rodean los terrenos y sus componentes coluvio-aluviales, laderas abajo” (Núñez Solís, 2001, pág. 43).

### **2.4.1. Partes de una cuenca**

Según (MAG, Care, FORGAES, & UE) una cuenca hidrográfica se puede decir que está compuesta por determinadas partes, según el criterio que se utilice (Ilustración 1), por ejemplo:



Ilustración 1. Partes de Una Cuenca Hidrográfica

Fuente: (MAG, Care, FORGAES, & UE)

- **Criterio 1 Altitud:** Si el criterio utilizado es la altura, se podrían distinguir la parte alta, media y baja, sucesivamente, en función de los rangos de altura que tenga la cuenca. Si la diferencia de altura es significativa y varía de 0 a 2,500 msnm, es factible diferenciar las tres partes, si esta diferencia es menor, por ejemplo, de 0 a 1000 msnm, posiblemente sólo se distingan dos partes, y si la cuenca es casi plana será menos probable establecer partes.
- **Criterio 2 Topografía:** Otro criterio muy similar al anterior es la relación con el relieve y la forma del terreno, las partes accidentadas forman las montañas y laderas, las partes onduladas y planas, forman los valles; y finalmente otra parte es la zona por donde discurre el río principal y sus afluentes, a esta se le denomina cauce.

Según otra fuente (Zóttola, Ormeño, & Gómez, 2016), las partes de una cuenca pueden ser:

- La **cuenca alta:** corresponde generalmente a las áreas montañosas o cabeceras de los cerros limitadas en su parte superior por líneas divisorias de aguas. En esta zona las pendientes resultan elevadas, los valles estrechos y los procesos fluviales que prevalecen son erosivos.

- La **cuenca media:** es la zona donde el cauce principal mantiene un curso más definido. La pendiente es menos abrupta que la anterior y los procesos erosivos son más moderados. Reciben aportes de cauces menores.
- La **cuenca baja:** es la zona donde se produce un cambio abrupto de pendiente, el río desagua o desemboca en zonas bajas. El trazado del curso es divagante o sinuoso. Aquí prevalece el proceso de sedimentación.

De estas definiciones encontradas se puede concluir que:

- **Cuenca alta:** zona más alta, generalmente montañosa, donde la pendiente y la velocidad del agua es abrupta, puesto que el talud de aguas arriba se erosiona rápidamente, ambos lados del río presentan un ángulo muy empinado, a veces casi vertical, el cual provoca una fuerte capacidad de manejo del agua y puede transportar grandes cantidades de gravas u otros objetos pesados, causando así constante erosión en el lecho del río.
- **Cuenca media:** zona donde la pendiente es menor que la cuenca alta, la velocidad de agua se disminuye y es más suave, que gradualmente no se puede llevar cosas pesadas, por lo que se ve acumulación de gravas quedando en la parte media de la sección del lecho del río, además se reducen la fuerza de abrasión y el valle se amplía gradualmente.
- **Cuenca baja:** zona donde la pendiente es casi llana, con flujos de agua lento, las partículas pequeñas se sedimentan que con el paso del tiempo se aumenta la altura del lecho del río, de esta manera cuando viene lluvias intensas el río a menudo se desborda causando así inundaciones en las zonas aledañas.

## **2.5. Arroyo**

“Es una corriente natural de agua que regularmente fluye con continuidad y su característica saliente es el escaso caudal que presenta, que incluso hasta podría desaparecer durante el estiaje” (definicionabc, 2010).

### **2.5.1. Crecidas de los arroyos por lluvias intensas**

La avenida o crecida es el rápido aumento del nivel de agua que desciende por un curso fluvial. Aunque el término "crecida" significa el momento de máximo caudal, normalmente se considera como crecida cuando produce efectos catastróficos. Se producen por la variación en la pluviosidad, la mayor parte de las crecidas que han tenido efectos negativos se han visto asociadas al fenómeno de gota fría (Romero ).

Es un proceso natural, sin periodicidad y de grandes consecuencias ambientales, constituido por un incremento importante y repentino de caudal en un sistema fluvial. Lleva consigo un ascenso del nivel de la corriente, que puede desbordar el cauce menor para ocupar progresivamente el cauce mayor, hasta alcanzar un máximo o punta de caudal o caudal-punta y descender a continuación (Ollero Ojeda, 1997).

Cada crecida presenta una distinta progresión o evolución en el espacio y en el tiempo, un distinto desarrollo desde su origen hasta el final de proceso, reflejados en su hidrograma. Dos parámetros son fundamentales: la velocidad de la crecida y su duración en el tiempo (Ollero Ojeda, 1997).

La velocidad de la crecida: depende de los fenómenos naturales que están sucediendo y de las condiciones del arroyo, puesto que, si el arroyo contiene una pendiente agradable, y el terreno amplio, y siempre con un personal que limpie los arrastres de los sólidos y la posible eutrofización que puedan acumular, entonces la crecida pudiera ser lenta, o así viceversa.

Duración en el tiempo: es el tiempo en que el arroyo desagua la cantidad de agua que cayó dentro del arroyo o el tiempo que puede infiltrarse hacia el acuífero.

### **2.5.2. Arrastres de los sólidos**

Los sedimentos son arena, arcilla, limo y otras partículas sueltas del suelo que se depositan en el fondo de una masa de agua. Pueden provenir de la erosión del suelo o de la descomposición de plantas y animales. El viento, el agua y el hielo pueden transportar estas partículas hasta los ríos, lagos y arroyos ( Departamento de Desarrollo Sostenible de la FAO).

Según (Universidad Nacional Autónoma de México ) determina que el material erosionado en una cuenca, parte es arrastrado por el flujo y parte es captado por la cobertura vegetal y topografía de la cuenca. La parte que es arrastrada por el flujo se puede depositar en zonas que el mismo flujo propicia para esta acción, en sitios donde el flujo no permite el arrastre o lo permite para otro tipo de condiciones que se requieren para el mismo depósito. Cuando el fenómeno de arrastre es permitido el suelo es erosionado y las partículas son transportadas hacia valles o almacenamientos, así hasta volverse a presentar las condiciones de arrastre durante un tiempo indefinido.

La naturaleza del problema de arrastre de sedimentos tiene tres fases: erosión, transporte y depósito, aunque en el presente trabajo sólo se enfocaría en el transporte de sedimento el cual puede dividirse en 1) Por tracción, y 2 por suspensión. En el primer caso, la velocidad de las partículas sólidas es menor que la del agua, y en el segundo caso, ambas velocidades son iguales.

Según otra fuente (Espinoza Ayala) comentan que el transporte de sedimentos por los ríos es un proceso continuo en la naturaleza, prueba de esto es la migración de los ríos, la formación y destrucción de bordos e islas, y los cambios de contorno en playas y costas. Estos procesos se originan con el inicio de movimiento de los sedimentos, la entrada en suspensión, el arrastre de

fondo, lo que produce erosión, el transporte de sedimento, la deposición de partículas, su compactación y consolidación, crea continuamente los paisajes y modifica la forma de los ríos, a través del tiempo, su evolución se observa en períodos largos de tiempo.

Los procesos que gobiernan el movimiento de los sedimentos en los ríos son complejos y dependen de los siguientes factores: hidrológicos, hidráulicos, geológicos, geográficos y biológicos. La descarga de agua, su velocidad, las características de los materiales de las paredes y del fondo del cauce, la disponibilidad de material para su transporte. Otros factores son: la duración e intensidad de lluvia, la pendiente, el uso de suelo en la cuenca, la cobertura vegetal, el tipo de suelo, las actividades humanas.

### **2.5.3. Contaminación causada por arrastres de los sólidos**

Según (Mid-America Regional Council (MARC)) los sedimentos que el agua de lluvia recoge al escurrirse degradan la calidad del agua para el consumo humano, para la vida silvestre y para el suelo que rodea los arroyos de la siguiente manera:

- ✧ Los sedimentos se acumulan en los desagües pluviales y sumideros que transportan el agua lejos de las calles y las viviendas, lo que aumenta el potencial de inundaciones.
- ✧ El agua contaminada con sedimentos se torna turbia, lo que impide que los animales puedan ver el alimento.
- ✧ El agua turbia impide el crecimiento de vegetación natural en el agua.
- ✧ Los sedimentos que se depositan en el lecho de los arroyos alteran la cadena alimenticia natural al destruir el hábitat donde viven los organismos más pequeños y provoca disminuciones masivas de poblaciones de peces.

- ✧ Los sedimentos aumentan el costo del tratamiento del agua potable y pueden causar problemas de olor y sabor.
- ✧ Los nutrientes transportados por los sedimentos pueden activar a las algas verde azuladas que liberan toxinas y pueden enfermar a los nadadores.
- ✧ Los depósitos de sedimentos en los ríos pueden alterar el caudal de agua y reducir la profundidad de la misma, lo que dificulta la navegación y el esparcimiento en el agua.

Según la fuente ( Departamento de Desarrollo Sostenible de la FAO) presentan que la contaminación provocada por los sedimentos tiene dos dimensiones principales:

La primera es la **Dimensión Física**: pérdida de la capa arable del suelo y la degradación de la tierra como consecuencia de la erosión laminar y por cárcavas, que dan lugar a niveles excesivos de turbidez en las aguas receptoras y a repercusiones ecológicas y físicas en lugares alejados, los lechos de ríos y lagos, en donde se produjo la deposición.

La segunda es la **Dimensión Química**: la parte de los sedimentos constituida por limo y arcilla (< 63 m m) es transmisora primaria de productos químicos adsorbidos, especialmente fósforo, plaguicidas clorados y la mayor parte de los metales, que son transportados por los sedimentos al sistema acuático.

## **2.6. Franja de protección**

Franja de protección o zona ribereña es una estrecha franja que se ubica adyacente a los ríos, lagos y embalses, humedales y planicies de inundación y que desempeña importantes funciones ecológicas. Entre ellas está la función de amortiguamiento de los ingresos de contaminantes derivados de las actividades productivas que generan contaminación difusa y que son las más difíciles de controlar. Esta capacidad amortiguadora de los ingresos radica en el retardo del tiempo

de residencia hidráulica que realiza la vegetación litoral. Las franjas de vegetación pueden ser arbóreas, de pastizal o de macrófitas acuáticas y debe considerarse que sus especies presenten amplio desarrollo de raíces, follaje denso y balanceado, sean nativas del área y tolerantes a las inundaciones y a la deposición de sedimentos (Moller, 2011).

Las zonas más propensas a inundaciones de los principales ríos son, sin duda las regiones aledañas de los ríos y alrededor de los lagos, en las cuales tienden amortiguar las crecidas de ríos por lluvias intensas, dicha anchura de protección se establece dependiendo del ancho del río, los caudales del río, condiciones topográficas del terreno, y el tamaño de afluentes del nivel del río.

### **2.6.1. Regularización para franja de protección**

Uno de los causales que demuestra el crecimiento de la vulnerabilidad a los desastres es la localización inapropiada del establecimiento de personas de manera informal. Debido a eso, se han creado leyes que intentan evitarlo; con el cumplimiento de estas resoluciones se logra mitigar los impactos de los fenómenos naturales sobre la comunidad.

La Ley 305, que modifica el artículo 49 de la Ley No. 1474, sobre vías de comunicación, de fecha 22 de febrero de 1938, establece la protección en todo el territorio nacional, de una franja de sesenta (60) metros, comprendida entre la línea de la pleamar y la bajamar, llamada zona de las mareas, no solamente para las playas, sino también para las costas arrecifales. Pero esa franja de sesenta (60) metros, de acuerdo a la Ley 305 también aplica a los ríos, arroyos, lagunas, así como a lagos navegables y flotables bajo la acción de las mareas, en estos últimos casos los sesenta (60) metros quedan determinados a partir de las orillas de esos cuerpos de agua.

Como consecuencia de las disposiciones comprendidas en esta Ley, se prohíbe todo tipo de construcciones dentro de esa franja de los sesenta (60) metros, a orillas del mar o de los cuerpos

de agua indicados, aun cuando sean de carácter provisional, salvo aquellas que, excepcionalmente, autorice el Poder Ejecutivo para fines turísticos y de utilidad pública, mediante decreto presidencial (López, 2013).

Según la Ley No. 64-00, Ley General sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales, para la regularización de franja de protección en zonas hídricas de la República Dominicana, presenta en su capítulo III artículo 129: “El Plan Nacional de Ordenamiento Territorial establecerá la zonificación hidrológica, priorizando las áreas para producción de agua, conservación y aprovechamiento forestal, entre otros, y garantizando una franja de protección obligatoria de treinta (30) metros en ambas márgenes de las corrientes fluviales, así como alrededor de los lagos, lagunas y embalses.”

La Ley 64-00, no sólo ratifica la Ley 305, sino que extiende esa franja marítima-terrestre y para evitar confusiones con cualesquiera otras legislaciones, sean del 1938 o del 1957, establece en su último Artículo, el 204, lo siguiente: “La presente ley deroga y sustituye cualquier otra disposición legal o parte de ella que le sea contraria” (López, 2013).

## **2.7. Cartografía**

Es una rama de la geografía cuyo objeto es la representación gráfica de la superficie terrestre a una escala reducida, pero de tal modo que todos los elementos y detalles que son importantes de acuerdo al objetivo de esta representación sean claramente visibles (Centro de Educación a Distancia (CED)).

Conjunto de estudio y de operaciones científicas, artísticas y técnicas que intervienen en la elaboración o en el análisis de mapas, planos, cartas, perfiles, modelos tridimensionales o globos

que representan la Tierra, o parte de la Tierra o cualquier cuerpo celeste a una determinada escala (Pavón Besalú, 2012, pág. 39).

Se puede definir la cartografía como la ciencia que se encarga de reunir y recopilar todos los fenómenos del suelo, terreno y todas las características de la superficie, donde se aplican unas técnicas para trazar los gráficos utilizando distintos diseños de símbolos convencionales que revelan la distribución espacial reflejando los fenómenos naturales y sociales, con una combinación de información científica, técnica y artística que deja fácil interpretación y visualización a los demás.

El objetivo final de la cartografía será, por tanto, representar en un plano una parte más o menos extensa, e incluso la totalidad, de la superficie terrestre (Rey, 1999).

### **2.7.1. Importancia de la cartografía**

La cartografía juega un papel trascendental como la disciplina que se enfoca a la producción cartográfica. Los productos de su trabajo tales como mapas y cartas por ejemplo, resultan vitales principalmente para que cualquier persona pueda ubicarse exactamente en cualquier rincón del planeta y especialmente repercuten para la toma de decisiones desde el punto de vista económico, para programas de prevención de desastres y para el fomento de programas ecológicos que fomentan el desarrollo de las sociedades, entre otros (Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)).

La importancia de la cartografía radica en la necesidad y la utilidad de representar espacios geográficos en mapas, esto para comprender las características del medio, entre ellas sus altitudes, su topografía, la accesibilidad a recursos y evidentemente para la ubicación de puntos específicos de la tierra (Vargas, 2014).

## **2.8. Sistema de información geográfica**

Los sistema de información geográfica (SIG), se definen como conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para actuar coordinada y lógicamente en la captura, almacenamiento, análisis, transformación y presentación de la información geográfica y sus atributos con el fin de satisfacer múltiples propósitos (Barreto Caro, 2005, pág. 33).

“Es un conjunto integrado de medios y métodos informáticos, capaz de recoger, verificar, almacenar, gestionar, actualizar, manipular, recuperar, transformar, analizar, mostrar y transferir datos espacialmente referidos a la Tierra” (Serón, Montenegro, Valdez, & De San Pedro, 2012, pág. 252).

La razón fundamental para utilizar un SIG es la gestión de información espacial. El sistema permite separar la información en diferentes capas temáticas y las almacena independientemente, permitiendo trabajar con ellas de manera rápida y sencilla, y facilitando al profesional la posibilidad de relacionar la información existente a través de la topología de los objetos, con el fin de generar otra nueva que no podríamos obtener de otra forma (Gestión Sostenible del Agua (GSAGUA)).

Entonces el sistema de información geográfica es aquel que está diseñado para capturar, almacenar, actualizar, procesar, analizar y visualizar de distintas formas de sistemas de información geográfica, incluyendo hardware, software, bases de datos geográficas el personal de operación y mantenimiento, por lo que, puede ser utilizado para recoger, agregar, acceso, analizar, realizar simulación y mostrar los sistemas de información de datos espaciales. También, se puede transformar los datos espaciales en herramientas de información que facilita a la gestión de los datos espaciales.

Una definición más precisa es que se puede gestionar los sistemas de informaciones de las siguientes maneras:

- ✓ Recoge, almacena y capta los datos espaciales
- ✓ Busca la posición acorde a las condiciones y característica que establecen
- ✓ Explora y establece relaciones entre distintas informaciones geográficas
- ✓ Analiza a través de la relación de los datos espaciales para ayudar a desarrollar la toma de decisiones
- ✓ Muestra la captura de imágenes y los datos numéricos obtenidos

## **2.9. Marco Conceptual**

**Período de retorno:** Es el tiempo promedio en el que se puede repetir un suceso.

**Indicadores de vulnerabilidad:** Son aquellos factores que muestran el grado vulnerabilidad al que puede estar expuesto una zona, estructura o persona.

**Cartografía de susceptibilidad de inundaciones:** Es la conglomeración de puntos geográficos que indican de manera gráfica el área que es propensa a sufrir inundaciones.

**Porcentaje del nivel de peligro:** Es la estimación porcentual del grado de afectación que aturde una zona, estructura o persona.

## 2.10. Marco contextual

### 2.10.1. Sobre Cuenca del Río Ozama

#### 2.10.1.1. Ubicación Geográfica y División Política Administrativa



*Ilustración 2.* Cuenca del Río Ozama

*Fuente:* Google imágenes

Según la publicación del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales en su página describe que la cuenca del río Ozama tiene una superficie de 2,847.15 km<sup>2</sup> ubicada geográficamente dentro de las coordenadas 18°58'30.393" N y 18°23'40.846" N latitud norte y 70°16'5.369" W y 69°24'27.891" W longitud oeste (Ilustración 2). Esta abarca gran parte de la provincia Monte Plata que incluye áreas de los municipios de: Yamasá, Bayaguana, Sabana Grande de Boyá, Peralvillo y del municipio de Monte Plata cabecera de la provincia. De la provincia Santo Domingo ocupa superficie de los municipios Santo Domingo Norte, Santo Domingo Este, San Antonio de Guerra, Pedro Brand, Los Alcarrizos y el Distrito Nacional, la mayor parte de estos

corresponde a la parte baja de la cuenca. Además, ocupa una pequeña porción del municipio de Villa Altagracia, provincia San Cristóbal.

Tiene como colindante al Norte las cuencas del río Yuna y Barracote, al oeste la cuenca del río Haina, al este la cuenca de los ríos Higuamo, Brujuela y la cuenca costera de Cabo Caucedo.

### **2.10.1.2. Hidrografía**

Según el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales el afluente principal de la cuenca del río Ozama nace en la Loma Rancho de Yagua a los 800 msnm. donde se encuentra la comunidad Palo Bonito, que pertenece al municipio de Villa Altagracia, provincia San Cristóbal. En relación a los afluentes principales están agrupados dentro de las subcuencas de los ríos Isabela, Yabacao y Savita.

El río Isabela, nace al noreste del municipio de Villa Altagracia en la loma El Pílon que tiene altura de 700 msnm., los principales afluentes del río Isabela son los arroyos: Piedra Gorda, La Lajas, Lebrón, Arenosos y el río Matúa. El río Yabacao presenta un territorio de relieve regularmente plano a ondulado que incluye el municipio de Bayaguana, como afluentes principales están los arroyos: El Empedrado, Gigibía y Sabana, así como las lagunas: Balsona, El Pomito, La Piedra, Crisóstomo, Los Jobillo entre otras.

El Río Savita, nace en el municipio de Sabana grande de Boyá, en la loma Colorada donde la altura alcanza los 391 msnm. Tiene como tributarios principales los arroyos: Teodoro, Cercado, Maluco, García, Naranjos, Tarana, Carpintero, Cuanza y el río Boyá.

### **2.10.1.3. Descripción general del lugar**

El río Ozama es la fuente de abastecimiento de agua potable más importante para la provincia de Santo Domingo, aportando el 60% del agua para consumo humano. Este río

nace en la loma Siete Cabezas, en la Sierra de Yamasá y colecta sus aguas de los ríos Isabela, Guanuma, Yamasá, Verde, Sávida y Yabacao. Es el segundo río más caudaloso del país con un recorrido de 148 kilómetros, en una cuenca de 2,962.5 km<sup>2</sup> donde habitan cerca de 2.5 millones de personas. Desemboca en el mar Caribe, en la ciudad de Santo Domingo (Universidad Privada Dr. Rafael Belloso Chacín (URBE), 2013).

Según (Ortega, 2016) el Ozama es el estuario más grande del país y el mayor cuerpo de aguas superiores navegables con 50 kilómetros lineales que le conceden un notable atractivo. Además cuenta con humedales, que son reservas ecológicas estratégicas por las especies que albergan sus ecosistemas donde hay senderos, lagunas, bosques, caños, ríos, manantiales y una fauna asociada a este ecosistema.

Estos humedales que abarcan cerca de 47 kilómetros cuadrados, constituyen una de las mayores atracciones naturales de Santo Domingo. A estos se pueden acceder por las carreteras de Bayaguana, Monte Plata, La Victoria y San Luis.

En el lugar, la laguna Manatí es la segunda más grande de las tres lagunas de área protegida que sirven de hábitat para especies endémicas del lugar, destacándose los patos, yaguasas, zaramagullones, garzas de rizos, y carraos (Ilustración 3). Las otras lagunas son Flamenca y la Enea.



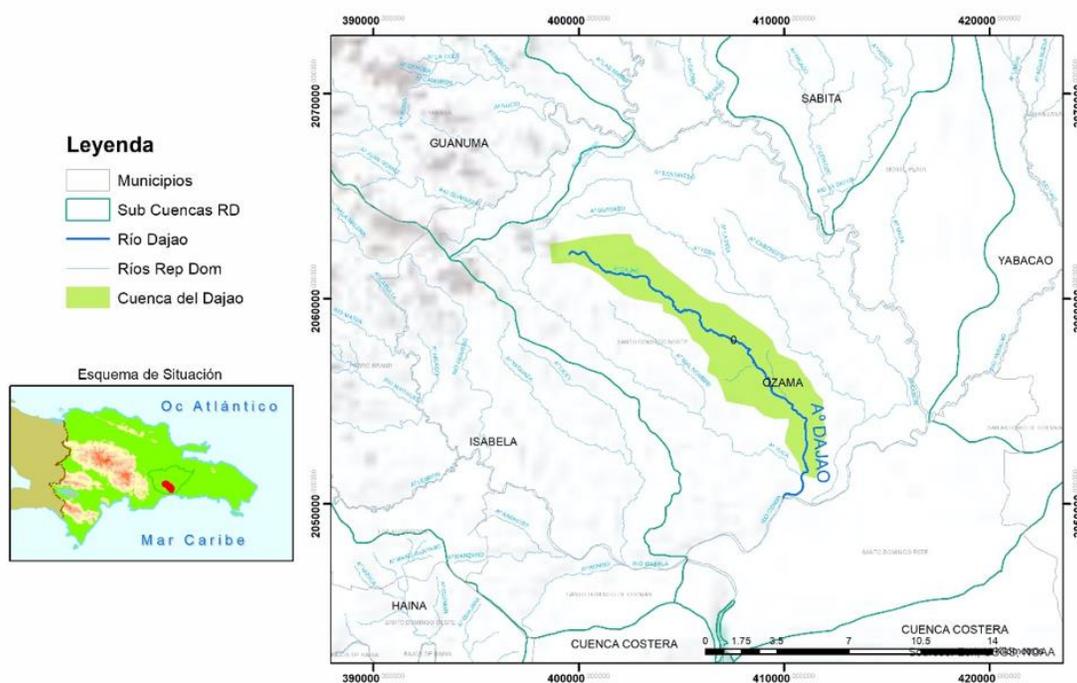
*Ilustración 3.* Parque Nacional Humedales del Ozama (Laguna Manatí)

*Fuente:* Google imágenes

## 2.10.2. Sobre el Arroyo Dajao

Es un arroyo afluente de la cuenca del río Ozama, la cuarta en importancia de República Dominicana, con una longitud de 21.59 km aproximadamente, ubicado cerca de Sabana Perdida, Majagual y Cancino Adentro. Nace en la montaña Loma Sierra Prieta a los 80 msnm. con una coordenada de 18°38'54.31" N latitud norte y 69°57'11.8" W longitud oeste que hace frontera entre Monte Plata y Santo Domingo Norte; desemboca en el río Ozama a los 10 msnm. en la coordenada 18°32'28.2" N latitud norte y 69°51'11.14" W longitud oeste, en la localidad de Sabana Perdida. Posee una cuenca hidrográfica de 38.6 km<sup>2</sup> y un perímetro de 40.86 km (Mapa 1).

**Mapa de ubicación de la Cuenca del arroyo Dajao**



Mapa 1. Cuenca Arroyo Dajao. Ubicación geográfica

Elaborado por: Samuel González, técnico GIS

Su denominación se debe al pez Dajao que abundaba en sus aguas en tiempos anteriores.

El arroyo tiene como afluente varias cañadas que le alimentan, a su vez está rodeado de pantanos (Ilustración 4), además de humedales desarrollados en el entorno. Existe una amplia vegetación tanto dentro como cerca del arroyo que son aprovechados por moradores del área para la práctica de ganadería (Ilustración 5).



*Ilustración 4.* Cañada (izquierda) y Pantanos (derecha) que rodean el arroyo

*Fuente:* Propia



*Ilustración 5.* Aprovechamiento para práctica de ganadería

*Fuente:* Propia

Las áreas pantanosas son bastante frecuentes en toda la zona (Ilustración 6) como consecuencia de la baja pendiente de numerosos valles y la consiguiente deficiencia en el drenaje y la colonización por vegetación abundante (Hoja Geológica de Villa Mella del SGN, 2007).



*Ilustración 6.* Distintas zonas pantanosas que rodean al arroyo

*Fuente:* Propia

Están constituidas por lutitas oscuras con un cierto contenido vegetal. Su espesor no ha sido determinado, aunque probablemente se acerque a 2-3 m. Por su relación con la dinámica actual se enmarcan en el Holoceno (Hoja Geológica de Villa Mella del SGN, 2007).

Los suelos principales de la zona, clasificado en partes de la cuenca son:

Cuenca alta: inicia desde Loma Sierra Prieta, cuyas características de suelos son de origen ígneo, volcánico y metamórfico, con topografía alomada a muy alomada de suelos sobre serpentinas (Básica) de (Asociación Nipe-Martí) (Tirado F., 2003),

Cuenca media: los suelos de esta parte se desarrollan sobre suelos de poca profundidad con características de sabana de tipos suelos llanos formados por materiales arenosos, con permeabilidad lenta (Asociación Pimentel Fantino Cotuí). Se caracterizan por ser suelos de uniformidad superficial que dificulta la identificación de suelos y por ser terrenos llanos formados

por materiales arenosos, re-depositados en condiciones de laguna. Se limita para uso agrícola debido al mal drenaje interno y por su poca profundidad efectiva y bajo nivel de fertilidad (Tirado F., 2003).

Cuenca baja: termina con la intersección del río Yuca, en el cual poseen suelos de origen calcáreo poco profundos con topografía ondulada a ligeramente alomada, en el cual es muy susceptible a erosión, también están formados por materiales calizas y material calcáreo no consolidado (Asociación Jalonga-Marmolejos-Caliche) (Tirado F., 2003).

Una parte de suelo de la zona a cercanía de Villa Mella, debido por su topografía ondulada y suelos mediamente profundos por lo que es aprovechado para la agricultura y el pasto (Ilustración 7).



*Ilustración 7.* Agricultura (izquierda) y pasto (derecha)

*Fuente:* Propia

La vegetación natural de las zonas aledañas del arroyo permanece de bosque latifoliado húmedo (Ilustración 8).



*Ilustración 8.* Bosque Latifoliado Húmedo aledaño del arroyo

*Fuente:* Propia

## **CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1. Enfoque de la investigación**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2010) en su obra Metodología de la Investigación define que el enfoque cualitativo utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación, busca principalmente “dispersión o expansión” de los datos e información.

Esta investigación se considera cualitativa, ya que desde las fases iniciales las informaciones recolectadas son sin mediciones numéricas, utilizando documentación bibliográfica e interactuando con los moradores de la zona para reconocer las experiencias y conocimientos que contienen ante la invasión de los fenómenos naturales, convirtiéndose así una de las fuentes de datos para el desarrollo del proyecto en estudio.

Al final, con esos datos obtenidos es que se procede a la generación del mapa de susceptibilidad ante inundaciones por lluvias intensas y luego se identifica la vulnerabilidad ante las inundaciones del área de estudio, se estima de manera cualitativa la vulnerabilidad de la zona, por estas razones se debe realizar visitas continuas, con el apoyo de algunos cuestionarios para obtener ciertos datos del lugar, de ahí se obtiene con más exactitud los resultados que presenta en el mapa.

### **3.2. Diseño de investigación**

“La investigación no experimental o ex-post-facto es cualquier investigación en la que resulta imposible manipular variables o asignar aleatoriamente a los sujetos o a las condiciones” (Kerlinger, 1979).

Esta investigación se fundamenta en no experimental, debido a que se basa en la recolección de datos e informaciones referentes a las inundaciones por lluvias intensas, con la finalidad de obtener

niveles de vulnerabilidad a través de la generación de la cartografía de susceptibilidad de la zona. No se altera la variable independiente (las inundaciones de la cuenca), debido a que es un hecho que sólo se analiza con fin de evaluación.

A su vez fue un método de Campo, porque la investigación llevó un curso de observación predeterminado en cuestionarios, con las visitas continuas a la zona, interactuando con los residentes para conocer sus experiencias en torno a los efectos causados por lluvias intensas en la zona, de este modo obtiene algunas informaciones para aportar a la investigación. Además, el levantamiento de las viviendas de acuerdo a una tipología para poder clasificarlas y asignarles el nivel de vulnerabilidad correspondiente.

### **3.3. Tipo de investigación**

De acuerdo al estudio global, la investigación es aplicada, ya que busca la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad o el sector productivo (Lozada, 2014). Este trabajo tiene una visión práctica de aplicación inmediata a las instituciones correspondientes que puedan analizar la situación de estudio y llevar a cabo soluciones reales.

Según el objetivo es descriptiva, es decir se analizan los factores incidentes en las inundaciones de la cuenca del arroyo Dajao, Santo Domingo Norte. Se relacionan los eventos para lograr una observación más minuciosa.

La investigación descriptiva, según Thai Rojas (2013), tiene como objeto la descripción precisa del evento de estudio.

Según la recogida de datos, este estudio es de campo, puesto que la investigación se centra en hacer el estudio donde el fenómeno se da de manera natural, de este modo se busca conseguir la situación lo más real posible (Jesús Ferrer, 2010).

De acuerdo con el período y secuencia de estudio, se considera una investigación de corte transversal, puesto que fue realizada en un lapso de tiempo determinado.

### **3.4. Técnicas de investigación**

Entre las técnicas de estudios a utilizar están la recopilación de datos bibliográficos, trabajos de gabinete y trabajos de campo.

**Análisis bibliográfico:** Se realizaron consultas de documentos específicos referenciados al tema de estudio cuyas informaciones sirvieron de antecedentes a la investigación. Mucho del contenido sirvió como fuente de conocimiento para lograr el desarrollo del tema.

**Trabajo de Gabinete:** La información recopilada consiste en datos cartográficos y de aspecto general facilitados por varias instituciones públicas, dentro de las que cabe mencionar, el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MIMARENA), el Instituto Nacional De Recursos Hidráulicos (INDRHI), Defensa Civil, Servicio Geológico Nacional (SGN).

**Trabajo de Campo:** La labor de campo consistió en visitas a la cuenca, para observar de manera abierta varias zonas de la misma. Como actividades realizadas en el lugar se incluye la interacción con los residentes para conocer cómo les afecta las inundaciones del arroyo, dígase entrevista estructurada, realización de fichas técnicas, levantamientos de casas por tipología de vivienda y la toma de fotografías.

### **3.5. Proceso metodológico**

Este trabajo de investigación fue llevado a cabo con la metodología Cubana-Noruega para la realización de los estudios de peligro y la vulnerabilidad de desastres de inundación por lluvias intensas con variación esta última, debido a que se obtendrá de manera cualitativa basada en

estimación; la metodología consta de tres pasos para su realización según lo descrito en su libro (Metodologías para la determinación de riesgos de desastres a nivel territorial, 2014).

**Primero.** Se llevó a cabo la recopilación de informaciones del sitio, mapas y datos cartográficos que sirvieron en la elaboración de la cartografía del proyecto mediante sistemas de información geográficas (SIG).

**Segundo.** Se estimó el peligro tomando en cuenta la determinación de las zonas susceptibles de inundarse aplicando la modelación multi-criterio que toma en cuenta los siguientes criterios:

- ✓ Criterios topográficos
- ✓ Criterios para la consideración de la permeabilidad del suelo.
- ✓ Criterio geomorfológico.
- ✓ Criterios para la consideración de la influencia de Carsticidad.
- ✓ Criterios para la consideración de la influencia de la vegetación.
- ✓ Criterios de consideración ingeniero-geológica.
- ✓ Criterio documental.

Se obtuvo del Atlas de Lluvias Máximas de la República Dominicana, INDRHI 1993, la intensidad y el período de retorno del peligro.

**Tercero.** Se estimó la vulnerabilidad partiendo de la información socioeconómica, agrícola, ecológica; informaciones sobre las viviendas, carreteras vitales expuestas. Se consideró en este estudio la vulnerabilidad estructural, se tomó en cuenta la tipología de viviendas en la zona afectada para considerarse vulnerable o no.

### **3.6. Procedimiento de investigación**

El primer paso para la elaboración del presente material consistió en el análisis documental de distintos temas de investigación vinculados al desarrollado por los investigadores en la biblioteca de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña (UNPHU).

A partir de la recopilación de informaciones obtenidas mediante visitas recurrentes a varias instituciones: Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MIMARENA), Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INDRHI), Defensa Civil, muy específicamente en el departamento de operaciones; Servicio Geológico Nacional (SGN). Se procedió a las visitas de campo, llevadas a cabo en el municipio Santo Domingo Norte, del distrito municipal La Victoria, Santo Domingo Norte; en las inmediaciones del arroyo Dajao, fueron realizadas varias entrevistas a moradores y personas que trabajan en el entorno para llevar a cabo el relleno de fichas previamente elaboradas.

Fueron realizadas tres visitas exclusivamente para hacer un recorrido por la zona del arroyo y tomar puntos de georreferenciación, tanto de las áreas afectadas por las crecidas del afluente como de las coordenadas exactas de la desembocadura del mismo.

Se llevó a cabo un levantamiento de la zona para la clasificación de las viviendas con coordenadas tomadas in situ para evaluar el grado de afectación que tienen.

Luego, se procedió con la elaboración de la cartografía mediante la aplicación de los SIG (sistemas de información geográficas) para indicar el área vulnerable a sufrir inundaciones.

### **3.7. Método de investigación**

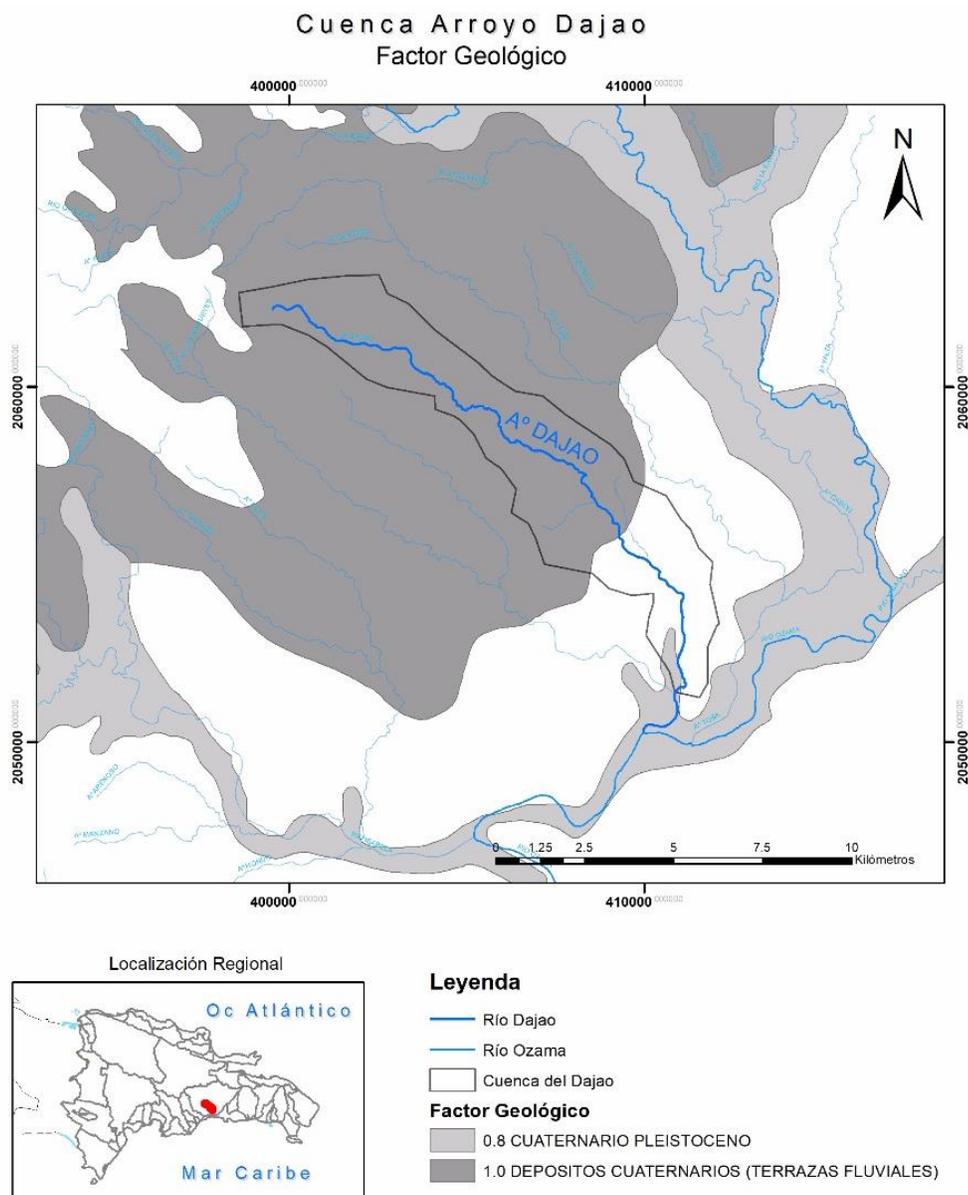
La investigación es inductiva, no se tomaron informaciones para evaluar teorías, sino que a partir del análisis y evaluación del trabajo se llega a la conclusión general.

## **CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. Análisis de susceptibilidad**

El análisis de susceptibilidad señala cuáles son los segmentos territoriales que presentan cualidades de susceptibles a fenómenos de inundaciones. De acuerdo a la metodología implementada, se modela la cartografía de las zonas susceptibles a inundarse por lluvias intensas en la cuenca del arroyo Dajao, tomando como base el estudio de los criterios geológicos, pendientes, geomorfológicos, hidrográficos y vegetación.

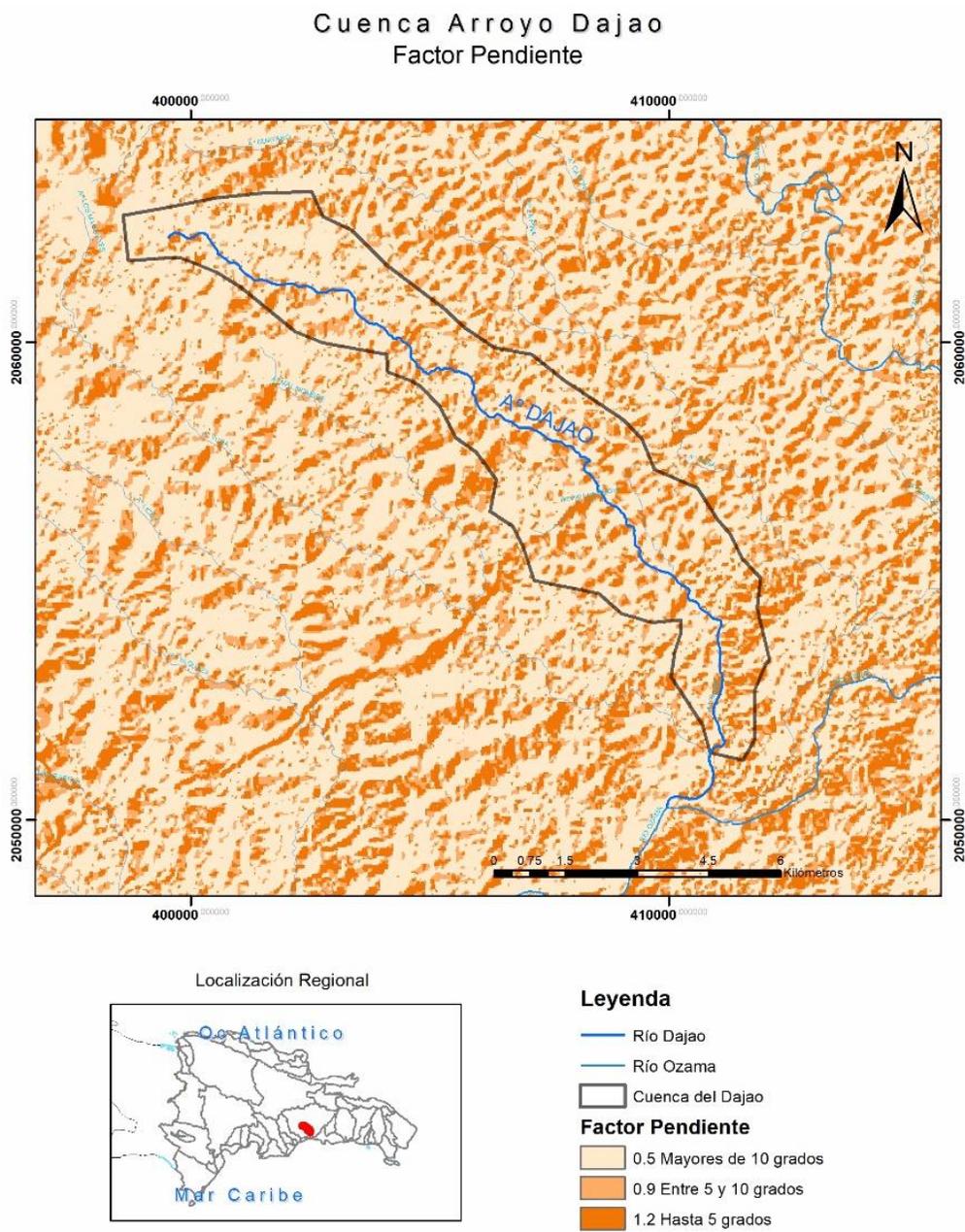
En el marco geológico, la presencia de depósitos cuaternarios (terrazas fluviales) y cuaternario pleistoceno conforman factores incidentes en la existencia de susceptibilidad a inundaciones, (Mapa 2).



Mapa 2. Cuenca Arroyo Dajao. Factor Geológico.

Elaborado por: Samuel González, técnico GIS

El factor pendiente, extraído del modelo de elevación de terreno, muestra las pendientes bajas entre 0 y 10 grados en la zona de llanura (Ver Mapa 3)

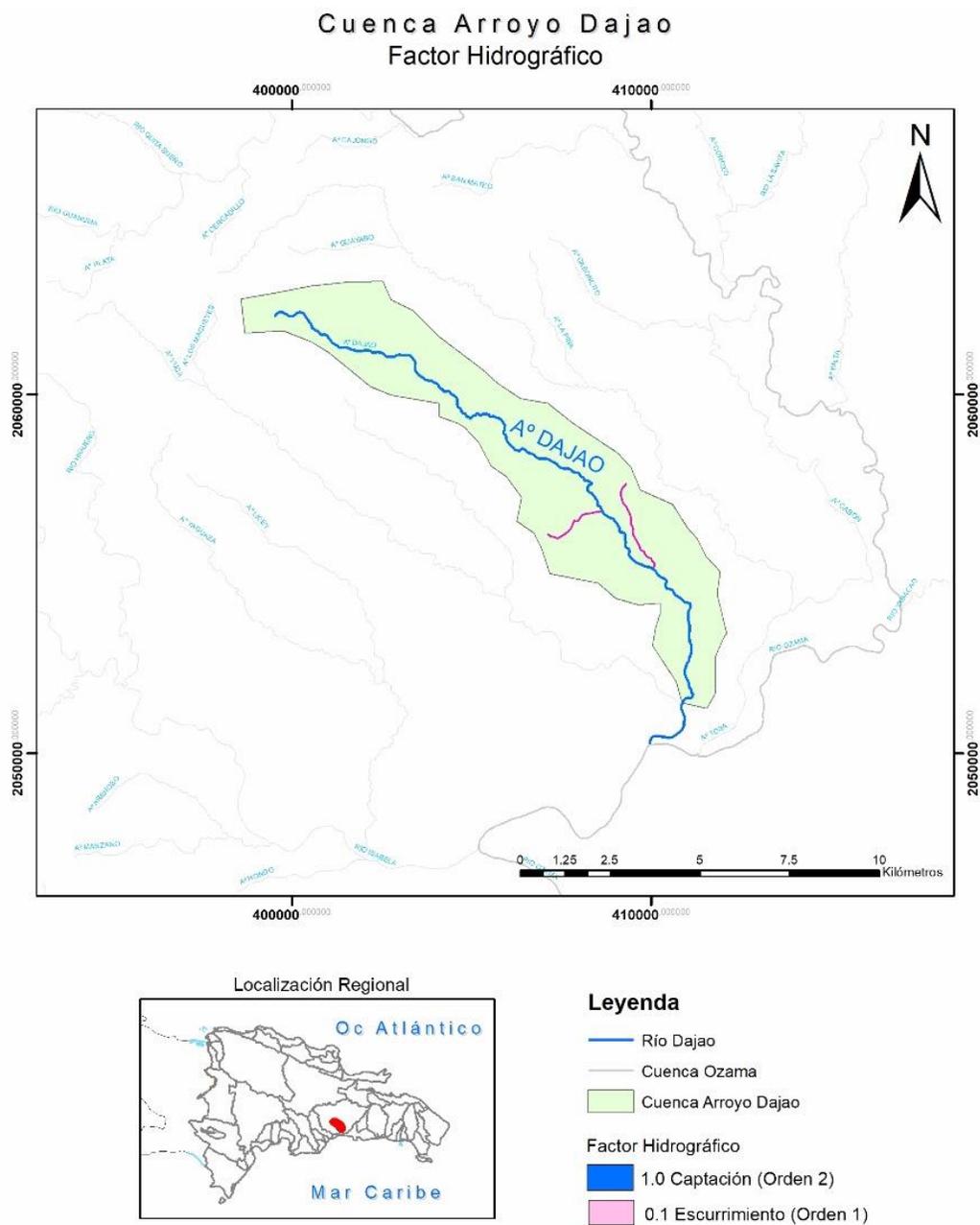


Mapa 3. Cuenca Arroyo Dajao. Factor Pendiente.

Elaborado por: Samuel González, técnico GIS



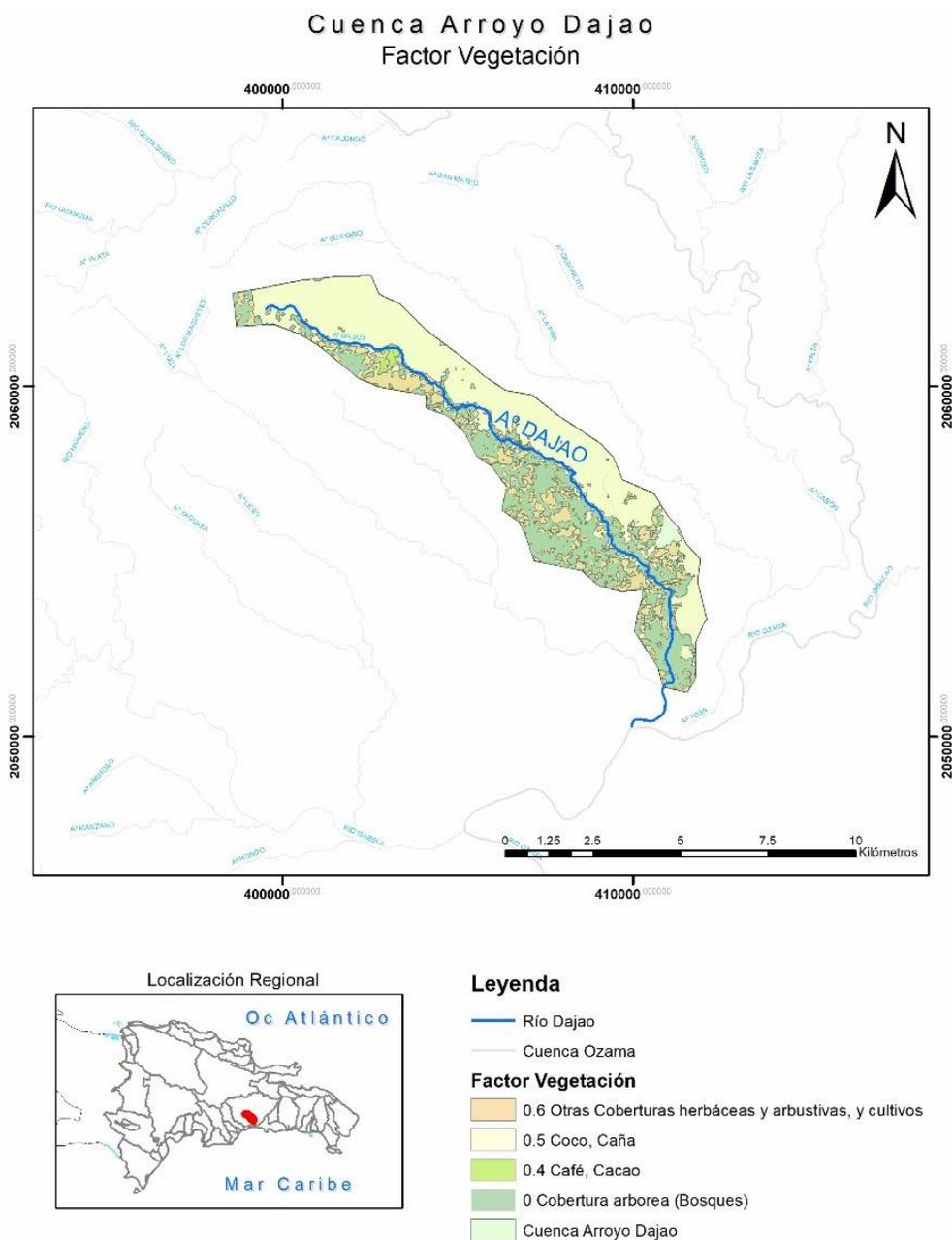
La red hidrográfica formada por el arroyo Dajao y sus afluentes apunta 21.59 km de corriente de captación (río de orden 2) (Ver Mapa 5).



Mapa 5. Cuenca Arroyo Dajao. Factor Hidrográfico.

Elaborado por: Samuel González, técnico GIS

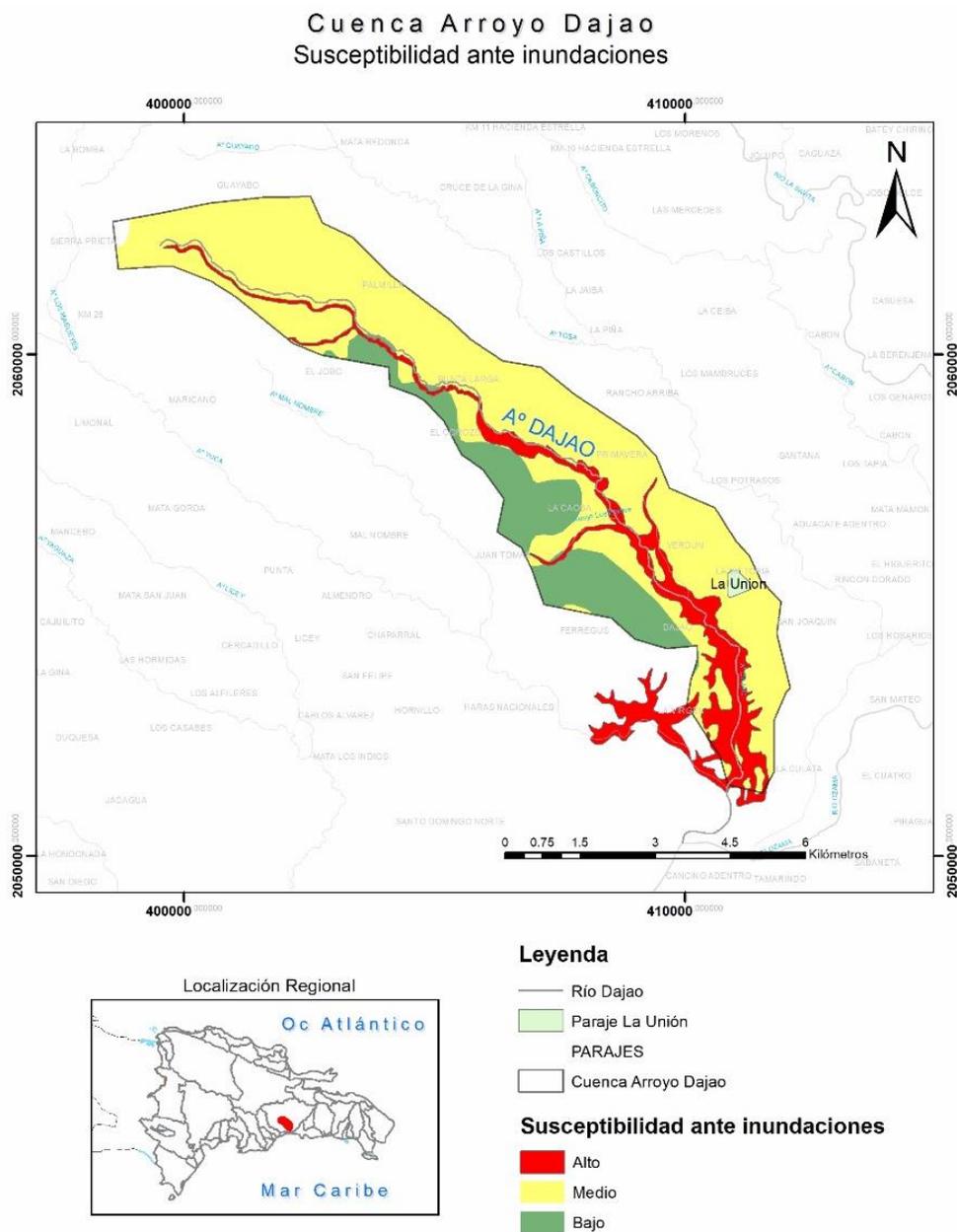
Finalmente, el análisis del factor vegetación presenta las áreas sin árboles que inciden al escurrimiento y las coberturas de árboles y cultivos (Ver Mapa 6).



Mapa 6. Cuenca Arroyo Dajao. Factor Vegetación.

Elaborado por: Samuel González, técnico GIS

Con el análisis conjunto de los factores geológico, pendiente, geomorfológico, hidrográfico y vegetación, se obtuvo el mapa de susceptibilidad ante inundaciones por lluvias intensas de la cuenca de arroyo Dajao (Mapa 7).



Mapa 7. Cuenca Arroyo Dajao. Susceptibilidad ante inundaciones por lluvias intensas.

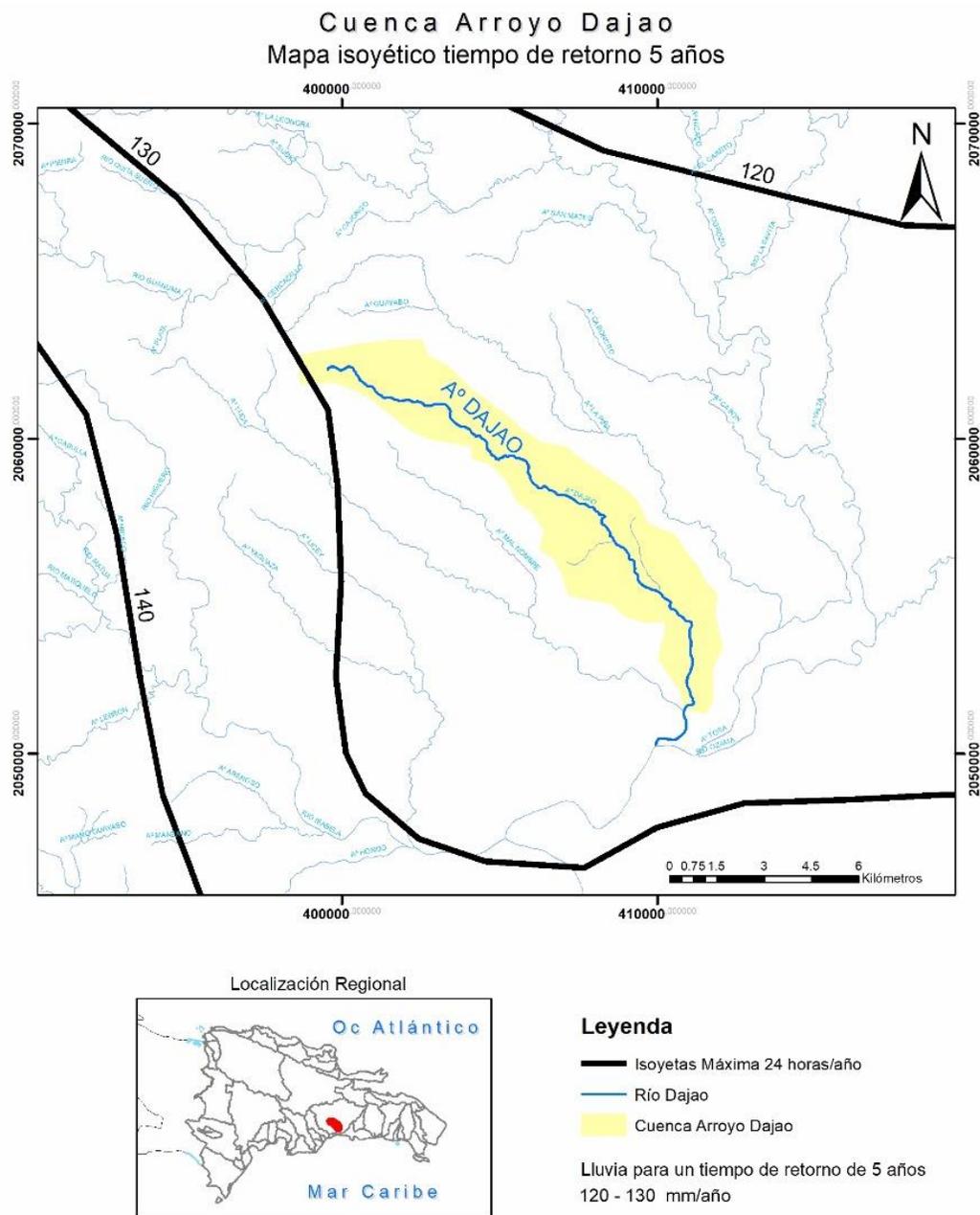
Elaborado por: Samuel González, técnico GIS

## **4.2. Análisis de la intensidad y del período de retorno del peligro**

Para que existan inundaciones, además de la susceptibilidad del terreno, debe estar presente el factor externo lluvias. El peligro de inundaciones en la cuenca de estudio, ha estado estrechamente vinculado al pasado de los ciclones tropicales, aunque otros han estado asociados a tormentas locales severas.

Para determinar el factor de disparo, se obtuvieron los valores de lluvias máximas a partir del Atlas de Lluvias Máximas en la República Dominicana, INDRHI 1993. Para una duración de 24 horas y períodos de retorno de 5, 10 y 25 años, las lluvias máximas registradas fueron de 130, 175 y 225 mm, respectivamente, que equivalen a la probabilidad del 20, 10 y 5% de ocurrencia de lluvias intensas, en ese orden (Ver en anexo 5).

El mapa isoyético, muestra las lluvias máximas esperadas para en un período de retorno de 5 años (Ver Mapa 8).



Mapa 8. Cuenca Arroyo Dajao. Mapa isoyético para tiempo de retorno de 5 años.

Elaborado por: Samuel González, técnico GIS

### **4.3. Estimación del peligro**

La estimación del peligro, en este caso, es producto de la ejecución de los mapas de susceptibilidad y lluvias (factor de disparo) para una lluvia máxima en 24 horas con un período de retorno de 5 años, teniendo presente que la intensidad incidente es de 130 mm/año.

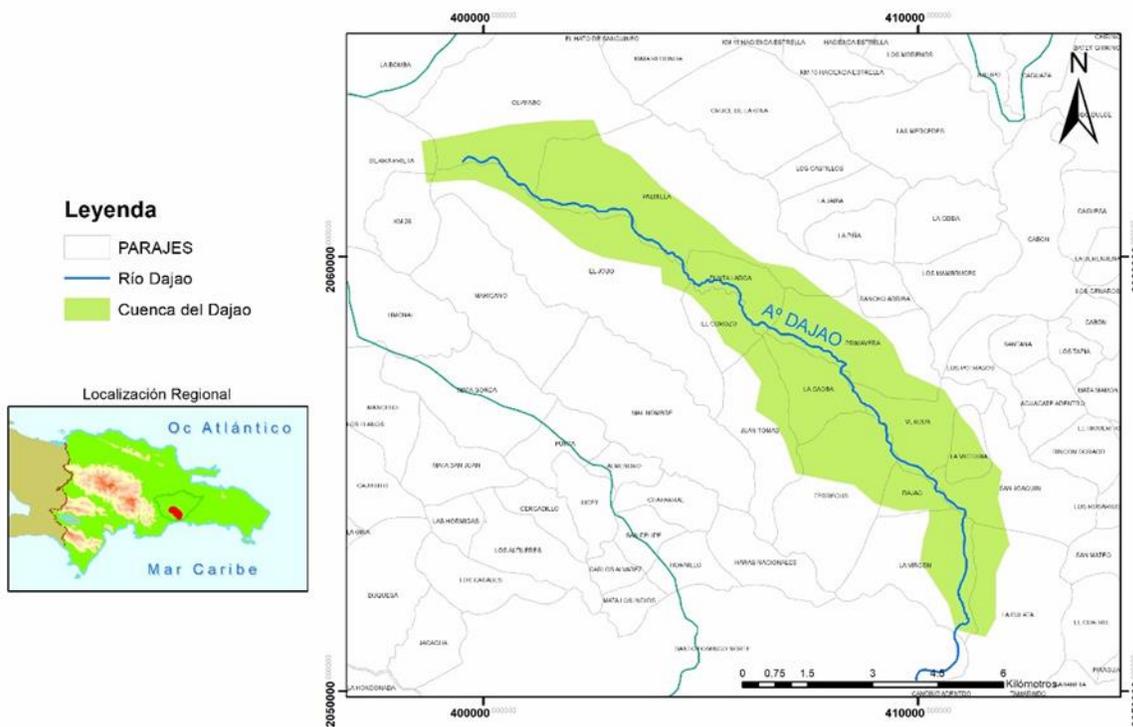
De acuerdo con esto, se aprecia que la zona baja de la cuenca del arroyo Dajao le corresponde un nivel de peligro alto (Ver mapas 7 y 8).

### **4.4. Análisis de vulnerabilidad**

El análisis de la vulnerabilidad se realizó para los parajes de la zona de La Victoria (Ver Mapa 9), atendiendo al comportamiento del peligro en el mismo.

En este estudio sólo se consideró en vulnerabilidad estructural en el cual se requirió de la compilación de la información de las viviendas, obtenidas de los recorridos de campo.

## Parajes Cuenca Arroyo Dajao



Mapa 9. Parajes Cuenca Arroyo Dajao.

Elaborado por: Samuel González, técnico GIS

De acuerdo con los parámetros establecidos, se efectuó la evaluación de la vulnerabilidad estructural por tipología de viviendas, mediante levantamiento en el paraje La Unión (Tabla 1).

Tabla 1

*Clasificación de la vulnerabilidad estructural según la tipología de vivienda*

|          | <b>Tipología</b>             | <b>Vulnerabilidad</b> |
|----------|------------------------------|-----------------------|
| Tipo I   | Madera y techo zinc          | Alta                  |
| Tipo II  | Mampostería y techo zinc     | Media                 |
| Tipo III | Mampostería y techo concreto | Baja                  |

Fuente: Propia

### Observaciones generales:

Las vías de acceso a las viviendas no están en condiciones adecuadas, la única que posee un asfalto moderado es la calle Primera que conduce a la Penitenciaría La Victoria. Debido a esto, el terreno toma consistencia lodosa e imposibilita el paso por los caminos del barrio.

No existe un sistema de drenaje sanitario en la zona, por lo que las aguas negras fluyen por las calles. Además, existe una alta acumulación de desechos sólidos en las afueras de la calle Primera.

La muestra tomada abarca unas 200 viviendas aproximadamente (ver gráfico 1).

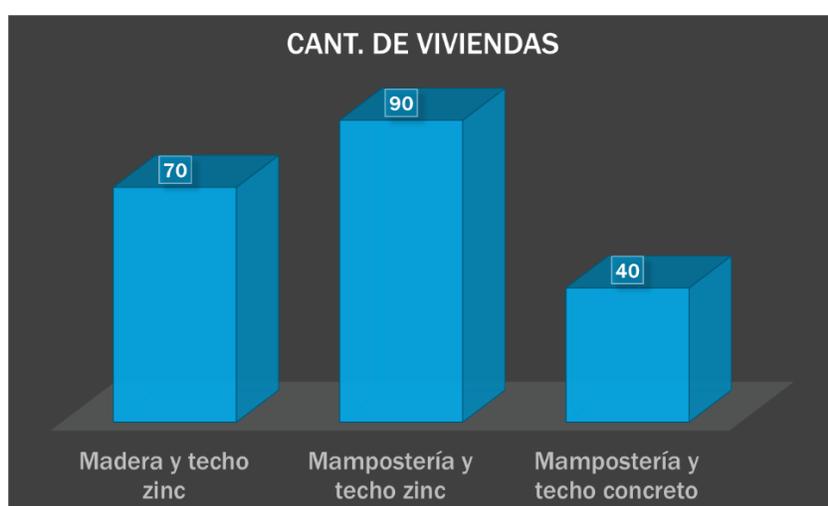


Gráfico 1. Cantidades de viviendas por tipologías de una muestra de 200 viviendas

Fuente: Propia

### Observaciones por zona de vulnerabilidad estructural:

Según el análisis del mapa de peligro, las entrevistas realizadas a los residentes de la zona y el experto de la Defensa Civil se determinaron que las ilustraciones mostradas son zona afectada en menores porcentajes por inundaciones. Y de acuerdo al estudio de campo y tomas de fotografías se estimó dicha zona es de vulnerabilidad baja (Ilustración 9), debido a que la gran cantidad de

viviendas están hechas de concreto (Ver imagen 1 y 2) y están en buena condición estructural. La ilustración 3 es la entrada hacia las viviendas con vulnerabilidad baja.



*Ilustración 9.* Zona con vulnerabilidad baja

*Fuente:* Propia

Partiendo desde el estadio de béisbol (Imagen 4) situado frente de la Penitenciaría Nacional La Victoria se encuentra la parte de la zona que consta con una vulnerabilidad media (Ilustración 10), donde la calle de la entrada está en mal estado, con ciertas acumulaciones de piedras en el medio (Imagen 5). Casi el 50% de las viviendas están construidas de mampostería con techo de zinc (Imagen 7, 10), un 35% de madera con techo de zinc (Imagen 8) y el 15% restante de los casos son de concreto (Imagen 6, 11). En mayor porcentaje de la zona, las salidas de las aguas residuales domésticas se descargan directamente a la calle, sin tener una planificación para desaguar, causando así severas enfermedades después de los fenómenos naturales (Imagen 9).



*Ilustración 10.* Zona con vulnerabilidad media

*Fuente:* Propia

El estudio de susceptibilidad identificó como zona de vulnerabilidad alta (Ilustración 11) a aquella que inicia con la casa localizada frente de la laguna (ver imagen 12, 20) y la calle lateral de la penitenciaría (ver imagen 13). Esta área queda definida por las viviendas de la tipología 1, donde el 65% de las viviendas son con techo de zinc y paredes de madera (ver imagen 16, 17, 18,19), el 25% son de Techo zinc con paredes mampostería (ver imagen 14) y el 10% de Techo de concreto y paredes de mampostería (ver imagen 15). La vía de acceso a esta zona del sector está en pésimas condiciones lo que dificulta el paso cuando llueve, además de que el drenaje de las aguas pasa sobre la calle (ver imagen 21).



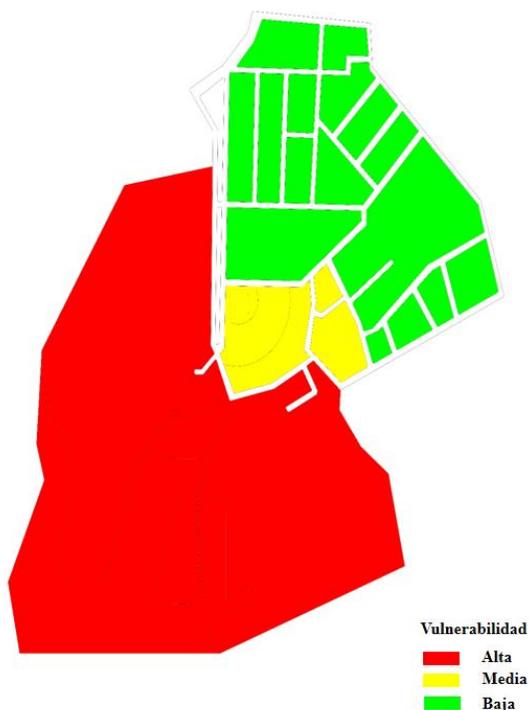
*Ilustración 11.* Zona con vulnerabilidad alta

*Fuente:* Propia

## Resultados:

La vulnerabilidad estructural total estimada a partir del establecimiento de tres niveles, alta, media y baja (Ilustración 12), permitió la estimación del porcentaje susceptible del paraje La Unión.

### VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL ANTE INUNDACIONES POR LLUVIAS INTENSAS EN EL PARAJE LA UNIÓN



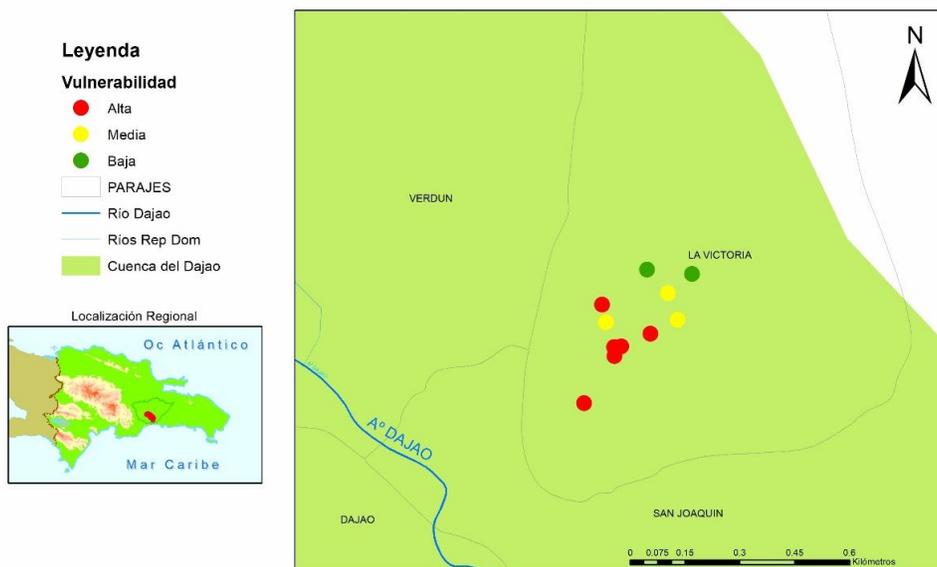
*Ilustración 12.* Vulnerabilidad estructural ante inundaciones por lluvias intensas en el paraje La Unión

*Fuente:* Propia

El elemento más significativo que define la vulnerabilidad alta es la tipología de vivienda que usan zinc como materialidad de techo y la construcción de vivienda con madera, con un porcentaje de  $(70/200) = 35\%$ . La tipología de vivienda con techo de zinc y paredes de mampostería presenta vulnerabilidad media que resulta un total de  $(90/200) = 45\%$ . La vulnerabilidad baja definida por

la vivienda con techo de concreto y mampostería resulta una estimación de  $(40/200) = 20\%$  (Ver Mapa 10 y Gráfico 2).

### VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL ANTE INUNDACIONES POR LLUVIAS INTENSAS EN ALGUNAS VIVIENDAS DEL PARAJE LA UNIÓN



Mapa 10. Vulnerabilidad estructural ante inundaciones por lluvias intensas en algunas viviendas del paraje La Unión  
Elaborado por: Samuel González (técnico GIS)

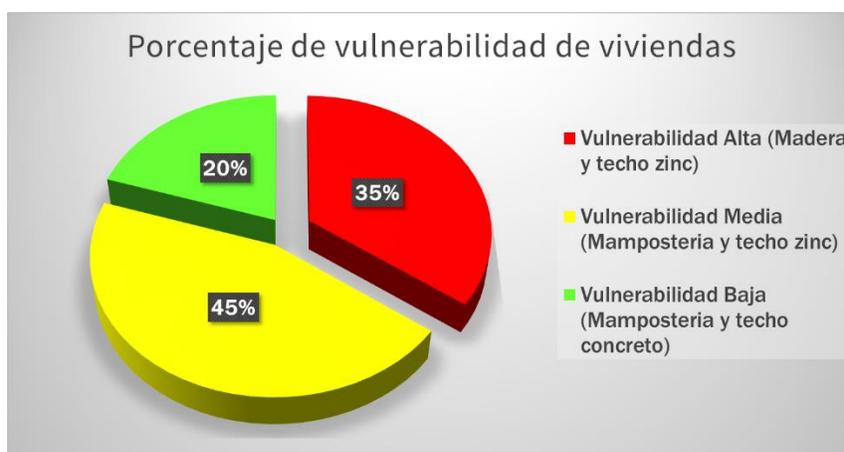


Gráfico 2. Resultados de porcentaje de la vulnerabilidad estructural por tipologías de viviendas  
Fuente: Propia

## CONCLUSIÓN

La susceptibilidad total es alta en el paraje La Unión, tomando en cuenta que en esa zona se estiman unas 200 viviendas que pueden ser afectadas por las lluvias intensas incluyendo las calles de acuerdo con la intensidad obtenida. Resultando así solo un 20% de la zona con bajo nivel de peligro.

Uno de los elementos significativos que constituyen en la vulnerabilidad estructural es la gran cantidad de viviendas con mal criterio constructivo y en mal estado. En cuanto a la vulnerabilidad social, la característica más relevante es la cantidad de personas expuestas en las diferentes zonas de peligro; la existencia de comunidades que, aunque no estén muy cerca de los márgenes del arroyo y tienen un nivel de percepción de peligro bajo, tienden a ser afectadas en gran envergadura.

La zona más propensa a inundaciones por lluvias intensas es representada por el 45% de las viviendas.

En la cuenca del arroyo Dajao predominan los terrenos con terrazas fluviales lo que convierte la zona en peligro debido a la susceptibilidad a inundarse por la erosión y baja pendiente. Además de que se caracteriza por una amplia cobertura arbórea y cultivos de coco, caña café y cacao que incide al aumento de susceptibilidad de la cuenca.

Las inundaciones producidas en los alrededores de la cuenca del arroyo Dajao son del tipo progresiva debido a que se toma un tiempo promedio de tres días para llegar a las comunidades cercanas. Por tal razón, no se producen pérdidas agresivamente de las viviendas por el agua que les penetra.

El municipio de La Victoria se encuentra en una zona de frecuentes precipitaciones por lo que el arroyo Dajao nunca pierde caudal. Sin embargo, las amenazas a inundaciones son más notables en temporada ciclónica cuando las precipitaciones aumentan en frecuencia e intensidad.

Los parajes más afectados aledaños a la cuenca del arroyo Dajao, entre ellos La Unión, son zonas desconocidas (o de poco interés) para muchas instituciones y autoridades, por ello la condición precaria de las comunidades (falta de sistemas de desagüe, falta de calles, falta de asfalto en los caminos existentes), lo que convierte estas áreas vulnerables ante cualquier catástrofe natural.

Las actividades agrícolas que se desarrollaban en el municipio han sido abandonadas por parte de quienes la ejercían. Las tierras cuyos destinos eran los cultivos principalmente de arroz, perdieron su esencia y pasaron a ser tierras de nadie en consecuencia a la circunstancia que les arropa.

## **RECOMENDACIONES**

- ✧ A partir del conocimiento del peligro, vulnerabilidad y riesgo obtenidos, se recomienda a las instituciones de lugar elevar la gestión de enfoques preventivos.
- ✧ Desarrollar programas de preparación para la población.
- ✧ Desarrollar acciones que reduzcan la contaminación debido al manejo de los desechos sólidos y residuales.
- ✧ Realizar el diseño y construcción de un sistema de drenaje sanitario.
- ✧ Mejorar las vías de acceso del paraje La Unión y sectores aledaños.
- ✧ Crear edificaciones de albergues que cubran la demanda ante casos de emergencia.
- ✧ Crear sistemas de alerta temprana.
- ✧ Seguimiento periódico de las orientaciones impartidas por la Defensa Civil y la ONAMET.
- ✧ Plantear acciones para la limpieza y la recuperación de las zonas afectadas.

## GLOSARIO

**Zonas Expuestas:** Lugares donde se manifiesta la condición de vulnerabilidad a sufrir daños por algún fenómeno.

**Humedales:** Zonas territoriales pantanosas que suelen ser afectadas por inundaciones debido a las características del terreno comúnmente llano.

**Desastre:** Acontecimiento que altera las condiciones normales de una comunidad y repercute de manera inmediata sobre personas vulnerables.

**Plan de emergencia:** Medidas de acciones a llevar a cabo tras la indicación de la existencia de riesgos y la prevención de un desastre.

**Resiliencia:** Capacidad de recuperación después de una tragedia.

## BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Anon, (2017). Obtenido de:  
[http://www.paho.org/disasters/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1743:heavy-rains-produce-floods-and-landslides-in-the-region&Itemid=904&lang=es](http://www.paho.org/disasters/index.php?option=com_content&view=article&id=1743:heavy-rains-produce-floods-and-landslides-in-the-region&Itemid=904&lang=es).
- ❖ Paho.org. (2017). *Lluvias Torrenciales e Inundaciones en la República Dominicana y Haití - Mayo 2004*. Obtenido de:  
[http://www.paho.org/disasters/index.php?option=com\\_content&view=article&id=930&Itemid=1112&lang=es](http://www.paho.org/disasters/index.php?option=com_content&view=article&id=930&Itemid=1112&lang=es).
- ❖ Anon, (2017). Obtenido de: <http://cidbimena.desastres.hn/ri-hn/pdf/spa/doc12138/doc12138-contenido.pdf>.
- ❖ Rea.ceibal.edu.uy. (2017). *Peligros naturales*. Obtenido de:  
[http://rea.ceibal.edu.uy/UserFiles/P0001/ODEA/ORIGINAL/0100901tornados.elp/peligros\\_naturales.html](http://rea.ceibal.edu.uy/UserFiles/P0001/ODEA/ORIGINAL/0100901tornados.elp/peligros_naturales.html).
- ❖ WMO. (2017). *Peligros naturales y reducción de riesgos de desastre*. Obtenido de:  
<https://public.wmo.int/es/peligros-naturales-y-reduccion-de-riesgos-de-desastre>.
- ❖ Anon, (2017). Obtenido de:  
<http://www.undp.org/content/dam/cuba/docs/Desastres%20Naturales%20y%20Riesgo/Talleres/Capacitacion%20CGRR/Gu%C3%ADasPasant%3%ADa.pdf>.
- ❖ CivilGeeks.com. (2017). *Evaluación de la Vulnerabilidad Estructural en Edificaciones*. Obtenido de: <http://civilgeeks.com/2017/03/13/evaluacion-la-vulnerabilidad-estructural-edificaciones/>.

- ❖ Grillo-Castillo, L. (2017). *LA VULNERABILIDAD FUNCIONAL Y ORGANIZACIONAL EN INSTALACIONES DE SALUD*. Obtenido de:  
<http://www.redalyc.org/html/1813/181331790005/>.
- ❖ Herramientas.cridlac.org. (2017). *Análisis del riesgo de desastres | Sistematización de Herramientas de Gestión de Riesgo de Desastres*. Obtenido de:  
<http://herramientas.cridlac.org/www/content/lisis-del-riesgo-de-desastres>.
- ❖ Hum.unne.edu.ar. (2017). *vulnerabilidad*. Obtenido de:  
<http://hum.unne.edu.ar/revistas/geoweb/Geo2/contenid/vulner7.htm>.
- ❖ Ifrc.org. (2017). *¿Qué es la vulnerabilidad? - IFRC*. Obtenido de:  
<http://www.ifrc.org/es/introduccion/disaster-management/sobre-desastres/que-es-un-desastre/que-es-la-vulnerabilidad/>.
- ❖ Laangosturadigital.com.ar. (2017). *Los tipos de desastres naturales que existen ::: ANGOSTURA DIGITAL | DIARIO DE VILLA LA ANGOSTURA Y REGION DE LOS LAGOS | PATAGONIA ARGENTINA | Actualidad, cuentos, efemerides, turismo, nieve, pesca, montañismo, cursos, historia, reportajes*. Obtenido de:  
[http://www.laangosturadigital.com.ar/v3.1/home/interna.php?id\\_not=30061](http://www.laangosturadigital.com.ar/v3.1/home/interna.php?id_not=30061).
- ❖ Sánchez-González, D. and Egea-Jiménez, C. (2017). *Enfoque de vulnerabilidad social para investigar las desventajas socioambientales: Su aplicación en el estudio de los adultos mayores*. Obtenido de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-74252011000300006](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-74252011000300006).
- ❖ Sites.google.com. (2017). *Tipos de vulnerabilidad - KATHYTALML*. Obtenido de:  
<https://sites.google.com/site/kathytml/vulnerabilidad/tipos-de-vulnerabilidad>.

- ❖ Mapa Geológico de la República Dominicana, Villa Mella, memoria. (2010). Santo Domingo: Servicio Geológico Nacional.
- ❖ Anon, (2017). Obtenido de: <http://cidbimena.desastres.hn/pdf/spa/doc16410/doc16410-1a.pdf>.
- ❖ Garcita's Blog. (2017). *1.Causas que pueden generar inundaciones y factores que las agravan*. Obtenido de: <https://garcita.wordpress.com/2010/03/18/1-causas-que-pueden-generar-inundaciones-y-factores-que-las-agravan/>.
- ❖ Departamento de Desarrollo Sostenible de la FAO. (s.f.). *FAO*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/docrep/W2598S/w2598s04.htm>
- ❖ Apolinar, B. (2007). Ríos anegan las viviendas y bloquean cárcel La Victoria. *Listin Diario*, 1.
- ❖ Barreto Caro, J. R. (2005). Estimación de un índice relativo de riesgo múltiple en áreas urbanas. [http://digeset.ucol.mx/tesis\\_posgrado/Pdf/Julio\\_Rodolfo\\_Barreto\\_Caro.pdf](http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Julio_Rodolfo_Barreto_Caro.pdf).
- ❖ Centro de Educación a Distancia (CED). (s.f.). Nociones de Cartografía. <https://ced.agro.uba.ar/moodle/pluginfile.php/90537/mod.../Cap4-Cartografia.pdf>.
- ❖ Cocco Quezada, A., & Gutiérrez, G. (Septiembre de 1999). *cidbimena*. Obtenido de cidbimena: <http://cidbimena.desastres.hn/ri-hn/pdf/spa/doc12138/doc12138-contenido.pdf>
- ❖ Comas Nebot, M. (Junio de 2009). Aproximación al riesgo de inundación por avenidas en el municipio de Jimaní (suroeste de la República Dominicana). pág. Servicio Geológico Nacional.
- ❖ *definicionabc*. (2010). Obtenido de *definicionabc*: <https://www.definicionabc.com/geografia/arroyo.php>

- ❖ Espinoza Ayala, J. (s.f.). *Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)*. Obtenido de <https://www.imta.gob.mx/procesos-de-transporte-de-sedimentos>
- ❖ Faustino, J., & Jiménez, F. (2000). *Manejo de Cuencas Hidrográficas*. Costa Rica.
- ❖ Fonseca Arcalla, E. L. (2017). Los estudios de peligro, vulnerabilidad y riesgo (PVR) en Cuba. En *Metodologías para la determinación de riesgos de desastres a nivel territorial*.
- ❖ Gestión Sostenible del Agua (GSAGUA). (s.f.). Los Sistemas de Información Geográfica – SIG. <https://gsagua.com/los-sistemas-de-informacion-geografica-sig/>.
- ❖ Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (s.f.). Antecedentes de la Cartografía. <http://www.inegi.org.mx/inegi/SPC/doc/internet/antecedentescartografia.pdf>.
- ❖ López, H. M. (4 de Junio de 2013). Ley 305 del 20 de Mayo de 1968 y Ley 64-00 del 18 de Agosto del año 2000. *Cabarete Noticias*, págs. <http://cabaretenoticias.com/2013/06/04/ley-305-del-20-de-mayo-de-1968-y-ley-64-00-del-18-de-agosto-del-ano-2000-hector-m-lopez-ecologista/>.
- ❖ MAG, Care, FORGAES, & UE. (s.f.). *colsan*. Obtenido de [http://www.colsan.edu.mx/investigacion/aguaysociedad/proyectogro2/Biblioteca/Bibliografia/M%F3dulo%204/manual\\_manejo\\_de\\_cuencas\\_modulo\\_1%5B1%5D.pdf](http://www.colsan.edu.mx/investigacion/aguaysociedad/proyectogro2/Biblioteca/Bibliografia/M%F3dulo%204/manual_manejo_de_cuencas_modulo_1%5B1%5D.pdf)
- ❖ Mid-America Regional Council (MARC). (s.f.). *marc.org/Environment/Water*. Obtenido de [marc.org/Environment/Water: http://marc.org/Environment/Water-Resources/pdfs/brochures/sediment\\_espanol.aspx](http://marc.org/Environment/Water-Resources/pdfs/brochures/sediment_espanol.aspx)
- ❖ Moller, P. (Enero de 2011). Las franjas de vegetación ribereña y su función de amortiguamiento, una consideración importante para la conservación de humedales. pág. [https://www.researchgate.net/publication/259332396\\_Las\\_franjas\\_de\\_vegetacion\\_riberena\\_](https://www.researchgate.net/publication/259332396_Las_franjas_de_vegetacion_riberena_)

y\_su\_funcion\_de\_amortiguamiento\_una\_consideracion\_importante\_para\_la\_conservacion\_de\_humedales.

- ❖ Núñez Solís, J. (2001). Manejo y Conservación de Suelos. Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia.
- ❖ Ollero Ojeda, A. (02 de Octubre de 1997). *Lurralde*. Obtenido de Lurralde: <http://www.ingeba.org/lurralde/lurranet/lur20/200oller/ollero20.htm>
- ❖ Ortega, B. (2016). El Río Ozama en Santo Domingo. *Conectate*, <http://www.conectate.com.do/articulo/rio-ozama-santo-domingo-republica-dominicana/>.
- ❖ Pavón Besalú, M. (2012). Diccionario de Cartografía. [https://books.google.com.do/books?id=nNPoI8PvqWUC&pg=PA39&lpg=PA39&dq=Conjunto+de+estudios+y+de+operaciones+cient%C3%ADficas,+art%C3%ADsticas+y+t%C3%A9cnicas&source=bl&ots=TBuQpB3lao&sig=M\\_uW13tlux\\_tVwNMH9jB4KtNgS8&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwi-t62LjsPVAhVB](https://books.google.com.do/books?id=nNPoI8PvqWUC&pg=PA39&lpg=PA39&dq=Conjunto+de+estudios+y+de+operaciones+cient%C3%ADficas,+art%C3%ADsticas+y+t%C3%A9cnicas&source=bl&ots=TBuQpB3lao&sig=M_uW13tlux_tVwNMH9jB4KtNgS8&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwi-t62LjsPVAhVB).
- ❖ Rey, J. F. (1999). Nociones de Cartografía. En *Nociones de Topografía, Geodesia y Cartografía* (pág. [http://www.rutasnavarra.com/GPS/Teoria/Nociones\\_de\\_Cartografia.pdf](http://www.rutasnavarra.com/GPS/Teoria/Nociones_de_Cartografia.pdf)). Madrid: Universidad de Extremadura Servicio.
- ❖ Rodríguez Varela, J., Alcocer, V. Y., Albornoz Góngora, P., Llaguno, O., & Maldonado, J. (2014). *Estudio de riesgos de inundaciones en zonas urbanas de la República Mexicana*. Santo Domingo, Republica Dominicana.
- ❖ Romero , I. (s.f). *olmo.pntic.mec.es*. Obtenido de *olmo.pntic.mec.es*: [http://olmo.pntic.mec.es/trog0003/index\\_archivos/geografia/hidrologia.htm](http://olmo.pntic.mec.es/trog0003/index_archivos/geografia/hidrologia.htm)

- ❖ Santana Menaldo, F. A., & Estrella Camilo, R. W. (Septiembre de 2014). *Solución a la problemática de inundaciones en la zona turística de Macao, Bávaro*. Santo Domingo, Republica Dominicana.
- ❖ Serón, N., Montenegro, C., Valdez, J., & De San Pedro, M. E. (2012). Sistema de Información Geográfica para Gestionar la Accesibilidad a la Información Sobre Caleta Olivia. [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/18680/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/18680/Documento_completo.pdf?sequence=1).
- ❖ Sheng, T. (1992). Estudio y Planificación de Cuencas Hidrográficas. En *Manual de Campo para la Ordenación de Cuencas Hidrográficas* (págs. [https://books.google.com.do/books?id=fC6zUFx512EC&pg=PA3&dq=cuenca+hidrografica&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjX\\_MKCrCPVAhUH6RQKHbQ-BRIQ6AEIKDAB#v=onepage&q=cuenca%20hidrografica&f=false](https://books.google.com.do/books?id=fC6zUFx512EC&pg=PA3&dq=cuenca+hidrografica&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjX_MKCrCPVAhUH6RQKHbQ-BRIQ6AEIKDAB#v=onepage&q=cuenca%20hidrografica&f=false)).
- ❖ Tirado F., G. A. (15 de Noviembre de 2003). *idiaf*. Obtenido de idiaf: <http://www.idiaf.gov.do/publicaciones/Publications/suelos.agricolas.dominicanos/HTML/files/assets/basic-html/page79.html>
- ❖ UNESCO; ITC; Universidad Tecnológica de Delft; Universidad de Utrecht; CEPREDENAC; Dirección de Información Ambiental y de Recursos Naturales. (Noviembre de 2000). Desarrollo de una metodología para la identificación de amenazas y riesgos a deslizamientos en la cuenca del río San Juan, República Dominicana. *ITC*, págs. <https://www.itc.nl/external/unesco-rapca/Publicaciones%20RAPCA/Republica%20Dominicana/Estudio%20Cuenca%20Rio%20San%20Juan%20Republica%20Dominicana.PDF>. Obtenido de ITC.

- ❖ Universidad Nacional Autónoma de México . (s.f.). *ptolomeo*. Obtenido de ptolomeo: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/354/A7.pdf?sequence=7>
- ❖ Universidad Privada Dr. Rafael Belloso Chacín (URBE). (2013). Río Ozama. En J. M. González Cuadra, & P. Cuevas, *Puntos Criticos y Problemática de la Contaminación en las Cuencas Media y Baja del Río Ozama e Isabela en el Gran Santo Domingo* (pág. <https://app.box.com/s/gvr9tzt5j7ynvpg0dgo2am50sq77myl5>). Santo Domingo.
- ❖ Vargas, J. (2014). Cartografía, Definición e Importancia. <http://cartografiaensecundaria.blogspot.com/2014/04/cartografia-definicion-e-importancia.html>.
- ❖ Zóttola, N., Ormeño, G., & Gómez, M. (2016). *aquabook*. Obtenido de aquabook: [http://aquabook.agua.gob.ar/378\\_0](http://aquabook.agua.gob.ar/378_0)

## ANEXOS

**Anexo 1. Taller de metodología para el estudio de peligro, vulnerabilidad y riesgo ante inundaciones por lluvias intensas impartido por el Servicio Geológico Nacional (SGN) a estudiantes de tesis de la UNPHU.**



## Anexo 2. Evaluaciones a las viviendas

### Primera vivienda

| FICHA TECNICA VULNERABILIDAD                                    |                  |                      |                      |                          |                          |                      |              |                    |               |
|---|------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|--------------|--------------------|---------------|
| <b>Datos de identificación</b>                                  |                  | <b>Fecha:</b>        | 02 / 07 / 2017       |                          | <b>No. Ficha:</b>        | 1                    |              |                    |               |
| <b>Dirección</b>  |                  |                      |                      |                          |                          |                      |              |                    |               |
| <b>Cant. De pisos</b>   |                  | 1                    |                      |                          | <b>Cant. De personas</b> |                      | 3            |                    |               |
| <b>Provincia</b>  |                  | <b>Municipio</b>     |                      | <b>Sección</b>           |                          | <b>Paraje</b>        |              | <b>Coordenadas</b> |               |
| Santo Domingo   |                  | Santo Domingo Norte  |                      | La Victoria              |                          | La Unión             |              | <b>X</b>           | <b>Y</b>      |
|   |                  |                      |                      |                          |                          |                      |              | 410803.861         | 2055038.016   |
| <b>Cuenca:</b>  |                  | Ozama                |                      |                          | <b>Sub cuenca:</b>       |                      | Arroyo Dajao |                    |               |
| Tipo de asentamiento  |                  |                      |                      |                          |                          |                      |              |                    |               |
| Aislado   | x                | Disperso             |                      | Concentrado              |                          |                      |              |                    |               |
| Emplazamiento de las viviendas                                  |                  |                      |                      |                          |                          |                      |              |                    |               |
| Al borde del río  |                  | En la cañada         |                      | Zona endorreica          |                          |                      |              |                    |               |
| Expuesto a derrumbe   |                  | Deslizamiento        |                      | Hundimiento              |                          |                      |              |                    |               |
| Próx. Lagunas, pantanos   | x                | Cerro                |                      | Otros                    |                          |                      |              |                    |               |
| Grado de Aproximación de la Vivienda                            |                  |                      |                      |                          |                          |                      |              |                    |               |
| <b>Relación al Río</b>  |                  | 1 - 50 mts           | 50-100mts            | 100-200mts               | > 200mts                 | x                    |              |                    |               |
| <b>Relación a la laguna, cañada o pantano</b>                   |                  | 1 - 50 mts           | 50-100mts            | x                        | 100-200mts               |                      |              |                    |               |
| Tipología de la Vivienda  |                  |                      |                      |                          |                          |                      |              |                    |               |
| <b>Techo</b>  | Madera           |                      | Tejamaní             | Zinc                     | x                        | Concreto             |              | Otros              |               |
| <b>Paredes</b>  | Madera           | x                    | Tejamaní             | Zinc                     |                          | Concreto             |              | Block o Ladrillo   |               |
| <b>Piso</b>   | Madera           |                      | Cemento              | x                        | Tierra                   | Mármol               |              | Granito            |               |
| Acceso a la Vivienda  |                  |                      |                      |                          |                          |                      |              |                    |               |
| Calle asfalt.   | Calle no Asfalt. | x                    | Carretera Asfaltada  |                          | Carr. no Asfalt.         |                      |              |                    |               |
| Funcionalidad de la Vivienda                                    |                  |                      |                      |                          |                          |                      |              |                    |               |
| <b>Abast. de Agua</b>   | Acueducto        | x                    | Lluvia               |                          | Pozo                     |                      | Manantial    |                    | Río o Arrollo |
| <b>Alumbrado</b>  | Energ. Eléc.     | x                    | Lamp. de gas Propano |                          | Lamp. De gas kerosene    |                      |              |                    |               |
| <b>Combustible de cocina</b>                                    | Gas Propano      | x                    | Carbón               |                          | Leña                     |                      |              |                    |               |
| <b>Servicio Sanitario</b>                                       | Inodoro          |                      | Letrina              | x                        | Sin servicio             |                      |              |                    |               |
| Calidad Estructural de la Vivienda                              |                  |                      |                      |                          |                          |                      |              |                    |               |
| Bueno   |                  | Regular              |                      | Malo                     |                          | Muy malo             | x            |                    |               |
| Eliminación de Desechos Sólidos                                 |                  |                      |                      |                          |                          |                      |              |                    |               |
| Ayuntamiento  |                  | Quemar               | x                    | Tirar en un vertedero    |                          | Tirar a río o cañada |              |                    |               |
| Zonas con Respecto a las Vías                                   |                  |                      |                      |                          |                          |                      |              |                    |               |
| Por debajo de la Vía  |                  | Por encima de la Vía |                      | Al mismo nivel de la Vía | x                        |                      |              |                    |               |
| Elevación sobre el suelo de la edificación                      |                  |                      |                      |                          |                          |                      |              |                    |               |
| Sin Elevar  |                  | Sobre Pilotes        |                      | Otros                    | x (platea)               |                      |              |                    |               |
| OBSERVACIONES GENERALES   |                  |                      |                      |                          |                          |                      |              |                    |               |
| Quemar los plásticos y abonar desechos alimenticios (orgánicos) |                  |                      |                      |                          |                          |                      |              |                    |               |

| FICHA TÉCNICA AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS   |                     |                    |                       |                    |                     |                    |                 |                 |            |
|--|---------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-----------------|-----------------|------------|
| <b>Datos de identificación</b>   |                     | <b>Fecha:</b>      | 02 / 07 / 2017        |                    | <b>No. Ficha:</b>   | 1                  |                 |                 |            |
| <b>Provincia</b>   | <b>Municipio</b>    | <b>Sección</b>     |                       |                    | <b>Paraje</b>       | <b>Coordenadas</b> |                 |                 |            |
| Santo Domingo  | Santo Domingo Norte | La Victoria        |                       |                    | La Unión            | <b>X</b>           | <b>Y</b>        |                 |            |
|  |                     |                    |                       |                    |                     | 410803.861         | 2055038.016     |                 |            |
| <b>Cuenca:</b>   | Ozama               |                    |                       | <b>Sub cuenca:</b> | Arroyo Dajao        |                    |                 |                 |            |
| PELIGROSIDAD   |                     |                    |                       |                    |                     |                    |                 |                 |            |
| Aspectos Morfológicos  |                     |                    |                       |                    |                     |                    |                 |                 |            |
| Pendientes   | <1°                 |                    | 2°-5                  |                    | 5°-10               |                    | 10°-25          | x               | >50°       |
| Posición Fisiográfica  |                     |                    |                       |                    |                     |                    |                 |                 |            |
| Cauce  |                     |                    |                       |                    | Pie de monte        |                    |                 |                 |            |
| Llanura de inundación  | x                   |                    |                       |                    | Cono Aluvial        |                    |                 |                 |            |
| <b>Terraza</b>   | Baja                | x                  | Media                 |                    | Alta                |                    | Abanico Aluvial |                 |            |
| OBSERVACIONES  |                     |                    |                       |                    |                     |                    |                 |                 |            |
|  |                     |                    |                       |                    |                     |                    |                 |                 |            |
| Fuente superficial Río/ Arroyo   |                     |                    |                       |                    |                     |                    |                 |                 |            |
| Tipo de inundación   |                     |                    |                       |                    |                     |                    |                 |                 |            |
| Desbordamiento fluvial   | x                   |                    | Escorrentía de ladera |                    |                     |                    | Arroyo          |                 |            |
| Desbordamiento lateral   |                     |                    | Infraestructura       |                    |                     |                    | Oleaje          |                 |            |
| Datos de caudal  |                     |                    |                       |                    |                     |                    |                 |                 |            |
| Datos de precipitación   |                     |                    |                       |                    |                     |                    |                 |                 |            |
| Datos sobre la envergadura del evento  |                     |                    |                       |                    |                     |                    |                 |                 |            |
| Pequeña o habitual   |                     |                    | Mediana               |                    |                     | Grande             |                 |                 |            |
| Áreas inundadas  |                     |                    |                       |                    |                     |                    |                 |                 |            |
| Vivienda   | x                   | Estructura vitales |                       |                    |                     | Infraestructuras   |                 |                 | Industria  |
| Uso y Cobertura del Suelo  |                     |                    |                       |                    |                     |                    |                 |                 |            |
| Tipo Cobertura   |                     |                    |                       |                    |                     |                    |                 |                 |            |
| Vegetación herbácea  | x                   | Bosques            |                       |                    | Matorrales          |                    |                 | Cuerpo de agua  | Cultivo    |
| Escasa vegetación  |                     |                    | Construcciones        |                    |                     |                    | Sin cobertura   |                 |            |
| Tipo Uso   |                     |                    |                       |                    |                     |                    |                 |                 |            |
| Ganadería  | Área protegida      |                    |                       |                    | Vía                 |                    |                 | Agrícola        | Recreación |
| Minería  | Arqueología         |                    |                       |                    | Industrial          |                    |                 | Vivienda        | Otros      |
|  |                     |                    |                       |                    |                     |                    | x               |                 |            |
| Utilización del recurso subterráneo  |                     |                    |                       |                    |                     |                    |                 |                 |            |
| Abastecimiento   |                     |                    | Agricultura           |                    | Industria           |                    | Otros           |                 | x          |
| Focos de contaminación   |                     |                    |                       |                    |                     |                    |                 |                 |            |
| Urbano   | x                   |                    | Agrícola              |                    | Industrial          |                    | Minera          |                 |            |
| Zona de encharcamiento   |                     |                    |                       |                    |                     |                    |                 |                 |            |
| Pérdida de trabajabilidad  |                     |                    | x                     |                    | Problem. sanitarios |                    | Daños infra     |                 | x          |
|  |                     |                    |                       |                    |                     |                    |                 | Pérd. Económica |            |
| Ecosistemas dependientes   |                     |                    |                       |                    |                     |                    |                 |                 |            |
| Ríos   | x                   |                    | Lagos                 |                    |                     |                    | Terrestre       |                 | x          |
| Infraestructura afectada u Observaciones Generales   |                     |                    |                       |                    |                     |                    |                 |                 |            |
| Primera vez que se inundó llegó hasta la altura de la ventana y la última vez que se inundó fue en Marzo de 2017. El río está muy lejos de las viviendas pero están próxima de las áreas pantanosas por lo que cuando vienen fenómenos naturales se inunda por pantanos. |                     |                    |                       |                    |                     |                    |                 |                 |            |

| <b>PRIMERA VIVIENDA</b>   |  |
|---|--|
| <b>Ubicación</b>  |  |
|    |    |
|   |  |
| <b>Foto frontal</b>   | <b>Foto lateral</b>  |
|    |    |
|   |  |
| <b>Acceso</b>   | <b>Condiciones del suelo</b>   |
|   |   |
|   |  |
| <b>Altura máxima por inundación</b>   | <b>Altura mínimo por inundación</b>  |
|  |  |

## Segunda vivienda

| FICHA TECNICA VULNERABILIDAD                      |              |                      |                      |                      |                          |                       |              |                      |                  |
|---|--------------|----------------------|----------------------|----------------------|--------------------------|-----------------------|--------------|----------------------|------------------|
| <b>Datos de identificación</b>                    |              | <b>Fecha:</b>        | 02 / 07 / 2017       | <b>No. Ficha:</b>    | 2                        |                       |              |                      |                  |
| <b>Dirección</b>                                  |              |                      |                      |                      |                          |                       |              |                      |                  |
| <b>Cant. De pisos</b>                             |              | 1                    |                      |                      | <b>Cant. De personas</b> |                       | 5            |                      |                  |
| <b>Provincia</b>                                  |              | <b>Municipio</b>     |                      | <b>Sección</b>       |                          | <b>Paraje</b>         |              | <b>Coordenadas</b>   |                  |
| Santo Domingo                                     |              | Santo Domingo Norte  |                      | La Victoria          |                          | La Unión              |              | <b>X</b>             | <b>Y</b>         |
|   |              |                      |                      |                      |                          |                       |              | 410886.794           | 2055167.214      |
| <b>Cuenca:</b>                                    |              | Ozama                |                      |                      | <b>Sub cuenca:</b>       |                       | Arroyo Dajao |                      |                  |
| <b>Tipo de asentamiento</b>                       |              |                      |                      |                      |                          |                       |              |                      |                  |
| Aislado   |              | Disperso             |                      | Concentrado          |                          | x                     |              |                      |                  |
| <b>Emplazamiento de las viviendas</b>             |              |                      |                      |                      |                          |                       |              |                      |                  |
| Al borde del río                                  |              | En la cañada         |                      | Zona endorreica      |                          |                       |              |                      |                  |
| Expuesto a derrumbe                               |              | Deslizamiento        |                      | Hundimiento          |                          |                       |              |                      |                  |
| Próx. Lagunas, pantanos                           |              | x                    |                      | Cerro                |                          | Otros                 |              |                      |                  |
| <b>Grado de Aproximidad de la Vivienda</b>        |              |                      |                      |                      |                          |                       |              |                      |                  |
| <b>Relación al Río</b>                            |              | 1 - 50 mts           |                      | 50-100mts            |                          | 100-200mts            |              | > 200mts             |                  |
|   |              |                      |                      |                      |                          |                       |              | x                    |                  |
| <b>Relación a la laguna, cañada o pantano</b>     |              | 1 - 50 mts           |                      | 50-100mts            |                          | x                     |              | 100-200m             |                  |
| <b>Tipología de la Vivienda</b>                   |              |                      |                      |                      |                          |                       |              |                      |                  |
| <b>Techo</b>                                      | Madera       |                      | Tejamaní             |                      | Zinc                     | x                     | Concreto     |                      | Otros            |
| <b>Paredes</b>                                    | Madera       | x                    | Tejamaní             |                      | Zinc                     |                       | Concreto     |                      | Block o Ladrillo |
| <b>Piso</b>                                       | Madera       |                      | Cemento              | x                    | Tierra                   |                       | Mármol       |                      | Granito          |
| <b>Acceso a la Vivienda</b>                       |              |                      |                      |                      |                          |                       |              |                      |                  |
| Calle asfalt.                                     |              | Calle no Asfalt.     |                      | x                    |                          | Carretera Asfaltada   |              | Carr. no Asfalt.     |                  |
| <b>Funcionalidad de la Vivienda</b>               |              |                      |                      |                      |                          |                       |              |                      |                  |
| <b>Abast. de Agua</b>                             | Acueducto    | x                    | Lluvia               |                      | Pozo                     |                       | Manantial    |                      | Río o Arrollo    |
| <b>Alumbrado</b>                                  | Energ. Eléc. | x                    | Lamp. de gas Propano |                      | Lamp. De gas kerosene    |                       |              |                      |                  |
| <b>Combustible de cocina</b>                      | Gas Propano  | x                    | Carbón               |                      | Leña                     |                       |              |                      |                  |
| <b>Servicio Sanitario</b>                         | Inodoro      | x                    | Letrina              |                      | Sin servicio             |                       |              |                      |                  |
| <b>Calidad Estructural de la Vivienda</b>         |              |                      |                      |                      |                          |                       |              |                      |                  |
| Bueno   |              | Regular              |                      | Malo                 |                          | x                     |              | Muy malo             |                  |
| <b>Eliminación de Desechos Sólidos</b>            |              |                      |                      |                      |                          |                       |              |                      |                  |
| Ayuntamiento                                      |              | x                    |                      | Quemar               |                          | Tirar en un vertedero |              | Tirar a río o cañada |                  |
| <b>Zonas con Respecto a las Vías</b>              |              |                      |                      |                      |                          |                       |              |                      |                  |
| Por debajo de la Vía                              |              | Por encima de la Vía |                      | Al mismo nivel de la |                          | x                     |              |                      |                  |
| <b>Elevación sobre el suelo de la edificación</b> |              |                      |                      |                      |                          |                       |              |                      |                  |
| Sin Elevar  |              | x                    |                      | Sobre Pilotes        |                          | Otros                 |              |                      |                  |
| <b>OBSERVACIONES GENERALES</b>                    |              |                      |                      |                      |                          |                       |              |                      |                  |
| El agua residual sale directamente hacia la calle |              |                      |                      |                      |                          |                       |              |                      |                  |

| FICHA TÉCNICA AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS   |                |                     |                |                       |                   |                  |        |                    |                |                 |
|--|----------------|---------------------|----------------|-----------------------|-------------------|------------------|--------|--------------------|----------------|-----------------|
| <b>Datos de identificación</b>   |                | <b>Fecha:</b>       | 02 / 07 / 2017 |                       | <b>No. Ficha:</b> | 2                |        |                    |                |                 |
| <b>Provincia</b>   |                | <b>Municipio</b>    |                | <b>Sección</b>        |                   | <b>Paraje</b>    |        | <b>Coordenadas</b> |                |                 |
| Santo Domingo  |                | Santo Domingo Norte |                | La Victoria           |                   | La Unión         |        | <b>X</b>           | <b>Y</b>       |                 |
|  |                |                     |                |                       |                   |                  |        | 410886.794         | 2055167.214    |                 |
| <b>Cuenca:</b>   | Ozama          |                     |                | <b>Sub cuenca:</b>    | Arroyo Dajao      |                  |        |                    |                |                 |
| PELIGROSIDAD   |                |                     |                |                       |                   |                  |        |                    |                |                 |
| Aspectos Morfológicos  |                |                     |                |                       |                   |                  |        |                    |                |                 |
| Pendientes   | <1°            |                     | 2°-5           |                       | 5°-10             | x                | 10°-25 |                    | >50°           |                 |
| Posición Fisiográfica  |                |                     |                |                       |                   |                  |        |                    |                |                 |
| Cauce  |                |                     |                |                       |                   | Pie de monte     |        |                    |                |                 |
| Llanura de inundación  | x              |                     |                |                       |                   | Cono Aluvial     |        |                    |                |                 |
| <b>Terraza</b>   | Baja           | x                   | Media          |                       | Alta              | Abanico Aluvial  |        |                    |                |                 |
| OBSERVACIONES  |                |                     |                |                       |                   |                  |        |                    |                |                 |
|  |                |                     |                |                       |                   |                  |        |                    |                |                 |
| Fuente superficial Río/ Arroyo   |                |                     |                |                       |                   |                  |        |                    |                |                 |
| Tipo de inundación   |                |                     |                |                       |                   |                  |        |                    |                |                 |
| Desbordamiento fluvial   | x              |                     |                | Escorrentía de ladera |                   |                  |        | Arroyo             |                |                 |
| Desbordamiento lateral   |                |                     |                | Infraestructura       |                   |                  |        | Oleaje             |                |                 |
| Datos de caudal  |                |                     |                |                       |                   |                  |        |                    |                |                 |
| Datos de precipitación   |                |                     |                |                       |                   |                  |        |                    |                |                 |
| Datos sobre la envergadura del evento  |                |                     |                |                       |                   |                  |        |                    |                |                 |
| Pequeña o habitual   |                |                     |                | Mediana               | x                 |                  | Grande |                    |                |                 |
| Áreas inundadas  |                |                     |                |                       |                   |                  |        |                    |                |                 |
| Vivienda   | x              | Estructura vitales  |                |                       |                   | Infraestructuras |        |                    | Industria      |                 |
| Uso y Cobertura del Suelo  |                |                     |                |                       |                   |                  |        |                    |                |                 |
| Tipo Cobertura   |                |                     |                |                       |                   |                  |        |                    |                |                 |
| Vegetación herbácea  |                |                     | Bosques        |                       |                   | Matorrales       |        |                    | Cuerpo de agua | Cultivo         |
| Escasa vegetación  | x              | Construcciones      |                | x                     |                   | Sin cobertura    |        |                    |                |                 |
| Tipo Uso   |                |                     |                |                       |                   |                  |        |                    |                |                 |
| Ganadería  | Área protegida |                     |                |                       |                   | Vía              |        |                    | Agrícola       | Recreación      |
| Minería  |                |                     | Arqueología    |                       |                   | Industrial       |        |                    | Vivienda       | x               |
|  |                |                     |                |                       |                   |                  |        |                    |                |                 |
| Utilización del recurso subterráneo  |                |                     |                |                       |                   |                  |        |                    |                |                 |
| Abastecimiento   |                |                     |                | Agricultura           |                   | Industria        |        |                    | Otros          |                 |
| Focos de contaminación   |                |                     |                |                       |                   |                  |        |                    |                |                 |
| Urbano   | x              |                     | Agrícola       |                       |                   | Industrial       |        |                    | Minera         |                 |
| Zona de encharcamiento   |                |                     |                |                       |                   |                  |        |                    |                |                 |
| Pérdida de trabajabilidad  |                |                     | x              | Problem. sanitarios   |                   |                  |        | Daños infra.       | x              | Pérd. Económica |
| Ecosistemas dependientes   |                |                     |                |                       |                   |                  |        |                    |                |                 |
| Ríos   |                |                     |                | Lagos                 |                   |                  |        | Terrestre          | x              |                 |
| Infraestructura afectada u Observaciones Generales   |                |                     |                |                       |                   |                  |        |                    |                |                 |
| La ultima vez que se inundo fue en Noviembre de 2016 con una altura aproximadamente de 1m y el marzo de 2016 llego hasta el patio. |                |                     |                |                       |                   |                  |        |                    |                |                 |

| <b>SEGUNDA VIVIENDA</b>   |   |
|---|---|
| <b>Ubicación</b>  |   |
|    |    |
| <b>Foto frontal</b>   | <b>Foto lateral</b>   |
|    |    |
| <b>Acceso</b>   | <b>Condiciones del suelo</b>  |
|   |   |
| <b>Altura máxima por inundación</b>   | <b>Altura mínimo por inundación</b>   |
|  |  |

### Tercera vivienda

| FICHA TECNICA VULNERABILIDAD   |              |                     |                      |                       |                          |                          |              |                    |                  |
|--|--------------|---------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------|--------------------|------------------|
| <b>Datos de identificación</b>   |              | <b>Fecha:</b>       | 07 / 07 / 2017       |                       | <b>No. Ficha:</b>        | 3                        |              |                    |                  |
| <b>Dirección</b>   |              |                     |                      |                       |                          |                          |              |                    |                  |
| <b>Cant. De pisos</b>  |              | 1                   |                      |                       | <b>Cant. De personas</b> |                          | > 8000       |                    |                  |
| <b>Provincia</b>   |              | <b>Municipio</b>    |                      | <b>Sección</b>        |                          | <b>Paraje</b>            |              | <b>Coordenadas</b> |                  |
| Santo Domingo  |              | Santo Domingo Norte |                      | La Victoria           |                          | La Unión                 |              | <b>X</b>           | <b>Y</b>         |
|  |              |                     |                      |                       |                          |                          |              | 410852.752         | 2055307.361      |
| <b>Cuenca:</b>   |              | Ozama               |                      |                       | <b>Sub cuenca:</b>       |                          | Arroyo Dajao |                    |                  |
| Tipo de asentamiento   |              |                     |                      |                       |                          |                          |              |                    |                  |
| Aislado  | x            | Disperso            |                      | Concentrado           |                          |                          |              |                    |                  |
| Emplazamiento de las viviendas   |              |                     |                      |                       |                          |                          |              |                    |                  |
| Al borde del río   |              |                     |                      | En la cañada          |                          |                          |              | Zona endorreica    |                  |
| Expuesto a derrumbe  |              |                     |                      | Deslizamiento         |                          |                          |              | Hundimiento        |                  |
| Próx. Lagunas, pantanos  |              | x                   |                      | Cerro                 |                          |                          |              | Otros              |                  |
| Grado de Aproximidad de la Vivienda                                    |              |                     |                      |                       |                          |                          |              |                    |                  |
| <b>Relación al Río</b>   |              |                     |                      | 1 - 50 mts            |                          | 50-100mts                |              | 100-200mts         | > 200mts x       |
| <b>Relación a la laguna, cañada o pantano</b>                          |              |                     |                      | 1 - 50 mts            |                          | 50-100mts                | x            | 100-200mts         |                  |
| Tipología de la Vivienda   |              |                     |                      |                       |                          |                          |              |                    |                  |
| <b>Techo</b>   | Madera       |                     | Tejamaní             |                       | Zinc                     |                          | Concreto     | x                  | Otros            |
| <b>Paredes</b>   | Madera       |                     | Tejamaní             |                       | Zinc                     |                          | Concreto     | x                  | Block o Ladrillo |
| <b>Piso</b>  | Madera       |                     | Cemento              | x                     | Tierra                   |                          | Mármol       |                    | Granito          |
| Acceso a la Vivienda   |              |                     |                      |                       |                          |                          |              |                    |                  |
| Calle asfalt.  | x            | Calle no Asfalt.    |                      | Carretera Asfaltada   |                          | Carr. no Asfalt.         |              |                    |                  |
| Funcionalidad de la Vivienda   |              |                     |                      |                       |                          |                          |              |                    |                  |
| <b>Abast. de Agua</b>  | Acueducto    | x                   | Lluvia               |                       | Pozo                     |                          | Manantial    |                    | Río o Arrollo    |
| <b>Alumbrado</b>   | Energ. Eléc. | x                   | Lamp. de gas Propano |                       | Lamp. De gas kerosene    |                          |              |                    |                  |
| <b>Combustible de cocina</b>   | Gas Propano  | x                   | Carbón               |                       | Leña                     |                          |              |                    |                  |
| <b>Servicio Sanitario</b>  | Inodoro      | x                   | Letrina              |                       | Sin servicio             |                          |              |                    |                  |
| Calidad Estructural de la Vivienda                                     |              |                     |                      |                       |                          |                          |              |                    |                  |
| Bueno  | x            | Regular             |                      | Malo                  |                          | Muy malo                 |              |                    |                  |
| Eliminación de Desechos Sólidos  |              |                     |                      |                       |                          |                          |              |                    |                  |
| Ayuntamiento   | x            | Quemar              |                      | Tirar en un vertedero |                          | Tirar a río o cañada     |              |                    |                  |
| Zonas con Respecto a las Vías  |              |                     |                      |                       |                          |                          |              |                    |                  |
| Por debajo de la Vía   |              |                     |                      | Por encima de la Vía  |                          | Al mismo nivel de la Vía |              | x                  |                  |
| Elevación sobre el suelo de la edificación                             |              |                     |                      |                       |                          |                          |              |                    |                  |
| Sin Elevar   |              | Sobre Pilotes       |                      | x                     | Otros                    |                          |              |                    |                  |
| OBSERVACIONES GENERALES  |              |                     |                      |                       |                          |                          |              |                    |                  |
| La cárcel está retirada del río, pero cercanía de las zonas pantanosas |              |                     |                      |                       |                          |                          |              |                    |                  |

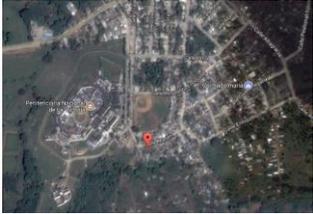
| FICHA TÉCNICA AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS     |                |                     |                       |                    |              |               |                  |                    |                 |  |
|--|----------------|---------------------|-----------------------|--------------------|--------------|---------------|------------------|--------------------|-----------------|--|
| <b>Datos de identificación</b>                       |                | <b>Fecha:</b>       | 07 / 07 / 2017        | <b>No. Ficha:</b>  | 3            |               |                  |                    |                 |  |
| <b>Provincia</b>                                     |                | <b>Municipio</b>    |                       | <b>Sección</b>     |              | <b>Paraje</b> |                  | <b>Coordenadas</b> |                 |  |
| Santo Domingo  |                | Santo Domingo Norte |                       | La Victoria        |              | La Unión      |                  | <b>X</b>           | <b>Y</b>        |  |
|  |                |                     |                       |                    |              |               |                  | 410852.752         | 2055307.361     |  |
| <b>Cuenca:</b>                                       | Ozama          |                     |                       | <b>Sub cuenca:</b> | Arroyo Dajao |               |                  |                    |                 |  |
| PELIGROSIDAD   |                |                     |                       |                    |              |               |                  |                    |                 |  |
| Aspectos Morfológicos                                |                |                     |                       |                    |              |               |                  |                    |                 |  |
| Pendientes   | <1°            |                     | 2°-5                  |                    | 5°-10        |               | 10°-25           | x                  | >50°            |  |
| Posición Fisiográfica                                |                |                     |                       |                    |              |               |                  |                    |                 |  |
| Cauce  |                |                     |                       |                    |              | Pie de monte  |                  |                    |                 |  |
| Llanura de inundación                                | x              |                     |                       |                    |              | Cono Aluvial  |                  |                    |                 |  |
| <b>Terraza</b>                                       | Baja           |                     | Media                 |                    | Alta         |               | Abanico Aluvial  |                    |                 |  |
| OBSERVACIONES  |                |                     |                       |                    |              |               |                  |                    |                 |  |
|  |                |                     |                       |                    |              |               |                  |                    |                 |  |
| Fuente superficial Río/ Arroyo                       |                |                     |                       |                    |              |               |                  |                    |                 |  |
| Tipo de inundación                                   |                |                     |                       |                    |              |               |                  |                    |                 |  |
| Desbordamiento fluvial                               | x              |                     | Escorrentía de ladera |                    |              |               | Arroyo           |                    |                 |  |
| Desbordamiento lateral                               |                |                     | Infraestructura       |                    |              |               | Oleaje           |                    |                 |  |
| Datos de caudal                                      |                |                     |                       |                    |              |               |                  |                    |                 |  |
| Datos de precipitación                               |                |                     |                       |                    |              |               |                  |                    |                 |  |
| Datos sobre la envergadura del evento                |                |                     |                       |                    |              |               |                  |                    |                 |  |
| Pequeña o habitual                                   |                |                     | Mediana               |                    |              |               | Grande           |                    | x               |  |
| Áreas inundadas                                      |                |                     |                       |                    |              |               |                  |                    |                 |  |
| Vivienda   |                |                     | Estructuras vitales   |                    |              |               | Infraestructuras |                    | x Industria     |  |
| Uso y Cobertura del Suelo                            |                |                     |                       |                    |              |               |                  |                    |                 |  |
| Tipo Cobertura                                       |                |                     |                       |                    |              |               |                  |                    |                 |  |
| Vegetación herbácea                                  | x              |                     | Bosques               |                    |              |               | Matorrales       |                    |                 |  |
| Escasa vegetación                                    |                |                     | Construcciones        |                    |              |               | Sin cobertura    |                    |                 |  |
| Tipo Uso   |                |                     |                       |                    |              |               |                  |                    |                 |  |
| Ganadería  | Área protegida |                     |                       |                    | Vía          |               |                  |                    | Agrícola        |  |
| Minería  |                |                     | Arqueología           |                    |              |               | Industrial       |                    | Vivienda        |  |
|  |                |                     |                       |                    |              |               |                  |                    | Recreación      |  |
|  |                |                     |                       |                    |              |               |                  |                    | Otros           |  |
|  |                |                     |                       |                    |              |               |                  |                    | x               |  |
| Utilización del recurso subterráneo                  |                |                     |                       |                    |              |               |                  |                    |                 |  |
| Abastecimiento                                       | x              |                     | Agricultura           |                    | Industria    |               |                  |                    | Otros           |  |
| Focos de contaminación                               |                |                     |                       |                    |              |               |                  |                    |                 |  |
| Urbano   | x              |                     | Agrícola              |                    | Industrial   |               |                  |                    | Minera          |  |
| Zona de encharcamiento                               |                |                     |                       |                    |              |               |                  |                    |                 |  |
| Perdida de trabajabilidad                            |                |                     | Problem. sanitarios   |                    | x            |               | Daños infra.     |                    | Pérd. Económica |  |
| Ecosistemas dependientes                             |                |                     |                       |                    |              |               |                  |                    |                 |  |
| Ríos   | x              |                     | Lagos                 |                    |              |               | Terrestre        |                    |                 |  |
| Infraestructura afectada u Observaciones Generales   |                |                     |                       |                    |              |               |                  |                    |                 |  |
| La última vez que se inundó fue en Noviembre de 2016 |                |                     |                       |                    |              |               |                  |                    |                 |  |

| TERCERA VIVIENDA  |   |
|---|---|
| Ubicación   |   |
|    |    |
| Foto frontal  |   |
|    |    |
| Acceso  |   |
|   |   |
| Altura máxima por inundación  |   |
|  |  |
| Altura mínima por inundación  |   |
|  |  |

## Cuarta vivienda

| FICHA TECNICA VULNERABILIDAD                               |        |                     |                |                      |                          |                          |              |                       |             |
|--|--------|---------------------|----------------|----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------|-----------------------|-------------|
| <b>Datos de identificación</b>                             |        | <b>Fecha:</b>       | 07 / 07 / 2017 |                      | <b>No. Ficha:</b>        | 4                        |              |                       |             |
| <b>Dirección</b>   |        |                     |                |                      |                          |                          |              |                       |             |
| <b>Cant. De pisos</b>                                      |        | 1                   |                |                      | <b>Cant. De personas</b> |                          | 3            |                       |             |
| <b>Provincia</b>   |        | <b>Municipio</b>    |                | <b>Sección</b>       |                          | <b>Paraje</b>            |              | <b>Coordenadas</b>    |             |
| Santo Domingo  |        | Santo Domingo Norte |                | La Victoria          |                          | La Unión                 |              | <b>X</b>              | <b>Y</b>    |
|  |        |                     |                |                      |                          |                          |              | 410905.909            | 2055192.918 |
| <b>Cuenca:</b>   |        | Ozama               |                |                      | <b>Sub cuenca:</b>       |                          | Arroyo Dajao |                       |             |
| Tipo de asentamiento                                       |        |                     |                |                      |                          |                          |              |                       |             |
| Aislado  |        | Disperso            |                | Concentrado          |                          | x                        |              |                       |             |
| Emplazamiento de las viviendas                             |        |                     |                |                      |                          |                          |              |                       |             |
| Al borde del río   |        | En la cañada        |                | Zona endorreica      |                          |                          |              |                       |             |
| Expuesto a derrumbe  |        | Deslizamiento       |                | Hundimiento          |                          |                          |              |                       |             |
| Próx. Lagunas, pantanos                                    |        | x                   |                | Cerro                |                          | Otros                    |              |                       |             |
| Grado de Aproximidad de la Vivienda                        |        |                     |                |                      |                          |                          |              |                       |             |
| <b>Relación al Río</b>                                     |        | 1 - 50 mts          |                | 50-100mts            |                          | 100-200mts               |              | > 200mts              |             |
|  |        |                     |                |                      |                          |                          |              | x                     |             |
| <b>Relación a la laguna, cañada o pantano</b>              |        | 1 - 50 mts          |                | 50-100mts            |                          | 100-200mts               |              | > 200mts              |             |
|  |        |                     |                |                      |                          |                          |              | x                     |             |
| Tipología de la Vivienda                                   |        |                     |                |                      |                          |                          |              |                       |             |
| <b>Techo</b>   | Madera | Tejamaní            |                | Zinc                 |                          | x                        |              | Concreto              |             |
| <b>Paredes</b>   | Madera | x                   |                | Tejamaní             |                          | Zinc                     |              | Concreto              |             |
| <b>Piso</b>  | Madera | Cemento             |                | x                    |                          | Tierra                   |              | Mármol                |             |
|  |        |                     |                |                      |                          |                          |              | Granito               |             |
| Acceso a la Vivienda                                       |        |                     |                |                      |                          |                          |              |                       |             |
| Calle asfalt.  |        | Calle no Asfalt.    |                | x                    |                          | Carretera Asfaltada      |              | Carr. no Asfalt.      |             |
| Funcionalidad de la Vivienda                               |        |                     |                |                      |                          |                          |              |                       |             |
| <b>Abast. de Agua</b>                                      |        | Acueducto           |                | x                    |                          | Lluvia                   |              | Pozo                  |             |
|  |        |                     |                |                      |                          |                          |              | Manantial             |             |
| <b>Alumbrado</b>   |        | Energ. Eléc.        |                | x                    |                          | Lamp. de gas Propano     |              | Lamp. De gas kerosene |             |
| <b>Combustible de cocina</b>                               |        | Gas Propano         |                | x                    |                          | Carbón                   |              | Leña                  |             |
| <b>Servicio Sanitario</b>                                  |        | Inodoro             |                | Letrina              |                          | x                        |              | Sin servicio          |             |
| Calidad Estructural de la Vivienda                         |        |                     |                |                      |                          |                          |              |                       |             |
| Bueno  |        | Regular             |                | Malo                 |                          | x                        |              | Muy malo              |             |
| Eliminación de Desechos Sólidos                            |        |                     |                |                      |                          |                          |              |                       |             |
| Ayuntamiento   |        | x                   |                | Quemar               |                          | Tirar en un vertedero    |              | Tirar a río o cañada  |             |
| Zonas con Respecto a las Vías                              |        |                     |                |                      |                          |                          |              |                       |             |
| Por debajo de la Vía                                       |        | x                   |                | Por encima de la Vía |                          | Al mismo nivel de la Vía |              |                       |             |
| Elevación sobre el suelo de la edificación                 |        |                     |                |                      |                          |                          |              |                       |             |
| Sin Elevar   |        | x                   |                | Sobre Pilotes        |                          | Otros                    |              |                       |             |
| OBSERVACIONES GENERALES                                    |        |                     |                |                      |                          |                          |              |                       |             |
| La casa está por debajo de la calle, aproximadamente 0.4 m |        |                     |                |                      |                          |                          |              |                       |             |

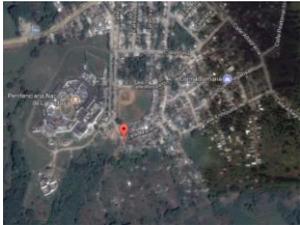
| FICHA TÉCNICA AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS   |                     |                     |                       |                    |                    |                  |                 |                 |         |
|--|---------------------|---------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|------------------|-----------------|-----------------|---------|
| <b>Datos de identificación</b>                     |                     | <b>Fecha:</b>       | 07 / 07 / 2017        | <b>No. Ficha:</b>  | 4                  |                  |                 |                 |         |
| <b>Provincia</b>                                   | <b>Municipio</b>    | <b>Sección</b>      |                       | <b>Paraje</b>      | <b>Coordenadas</b> |                  |                 |                 |         |
| Santo Domingo                                      | Santo Domingo Norte | La Victoria         |                       | La Unión           | <b>X</b>           |                  | <b>Y</b>        |                 |         |
|  |                     |                     |                       |                    | 410905.909         |                  | 2055192.918     |                 |         |
| <b>Cuenca:</b>                                     | Ozama               |                     |                       | <b>Sub cuenca:</b> | Arroyo Dajao       |                  |                 |                 |         |
| PELIGROSIDAD                                       |                     |                     |                       |                    |                    |                  |                 |                 |         |
| Aspectos Morfológicos                              |                     |                     |                       |                    |                    |                  |                 |                 |         |
| Pendientes   | <1°                 |                     | 2°-5                  |                    | 5°-10              | x                | 10°-25          |                 | >50°    |
| Posición Fisiográfica                              |                     |                     |                       |                    |                    |                  |                 |                 |         |
| Cauce  |                     |                     |                       | Pie de monte       |                    |                  |                 |                 |         |
| Llanura de inundación                              | x                   |                     |                       | Cono Aluvial       |                    |                  |                 |                 |         |
| <b>Terraza</b>                                     | Baja                |                     | Media                 |                    | Alta               |                  | Abanico Aluvial |                 |         |
| OBSERVACIONES                                      |                     |                     |                       |                    |                    |                  |                 |                 |         |
|  |                     |                     |                       |                    |                    |                  |                 |                 |         |
| Fuente superficial Río/ Arroyo                     |                     |                     |                       |                    |                    |                  |                 |                 |         |
| Tipo de inundación                                 |                     |                     |                       |                    |                    |                  |                 |                 |         |
| Desbordamiento fluvial                             | x                   |                     | Escorrentía de ladera |                    |                    |                  |                 | Arroyo          |         |
| Desbordamiento lateral                             |                     |                     |                       | Infraestructura    |                    |                  |                 | Oleaje          |         |
| Datos de caudal                                    |                     |                     |                       |                    |                    |                  |                 |                 |         |
| Datos de precipitación                             |                     |                     |                       |                    |                    |                  |                 |                 |         |
| Datos sobre la envergadura del evento              |                     |                     |                       |                    |                    |                  |                 |                 |         |
| Pequeña o habitual                                 |                     |                     | Mediana               |                    |                    | Grande           | x               |                 |         |
| Áreas inundadas                                    |                     |                     |                       |                    |                    |                  |                 |                 |         |
| Vivienda   | x                   | Estructuras vitales |                       |                    |                    | Infraestructuras | Industria       |                 |         |
| Uso y Cobertura del Suelo                          |                     |                     |                       |                    |                    |                  |                 |                 |         |
| Tipo Cobertura                                     |                     |                     |                       |                    |                    |                  |                 |                 |         |
| Vegetación herbácea                                |                     |                     | Bosques               |                    |                    | Matorrales       | Cuerpo de agua  |                 | Cultivo |
| Escasa vegetación                                  |                     |                     | Construcciones        | x                  |                    | Sin cobertura    |                 |                 |         |
| Tipo Uso   |                     |                     |                       |                    |                    |                  |                 |                 |         |
| Ganadería  | Área protegida      |                     |                       |                    | Vía                | Agrícola         |                 | Recreación      |         |
| Minería  | Arqueología         |                     |                       |                    | Industrial         | Vivienda         |                 | x               | Otros   |
| Utilización del recurso subterráneo                |                     |                     |                       |                    |                    |                  |                 |                 |         |
| Abastecimiento                                     |                     |                     | Agricultura           | Industria          |                    | Otros            |                 | x (Septico)     |         |
| Focos de contaminación                             |                     |                     |                       |                    |                    |                  |                 |                 |         |
| Urbano   | x                   |                     | Agrícola              |                    |                    | Industrial       | Minera          |                 |         |
| Zona de encharcamiento                             |                     |                     |                       |                    |                    |                  |                 |                 |         |
| Perdida de trabajabilidad                          |                     |                     | Problem. sanitarios   |                    | Daños infra.       |                  | x               | Pérd. Económica |         |
| Ecosistemas dependientes                           |                     |                     |                       |                    |                    |                  |                 |                 |         |
| Ríos   |                     |                     | Lagos                 |                    |                    | Terrestre        | x               |                 |         |
| Infraestructura afectada u Observaciones Generales |                     |                     |                       |                    |                    |                  |                 |                 |         |
|  |                     |                     |                       |                    |                    |                  |                 |                 |         |

| <b>CUARTA VIVIENDA</b>  |   |
|---|---|
| <b>Ubicación</b>  |   |
|    |    |
| <b>Foto frontal</b>   | <b>Foto lateral</b>   |
|    |    |
| <b>Acceso</b>   | <b>Condiciones del suelo</b>  |
|   |   |
| <b>Altura máxima por inundación</b>   | <b>Altura mínima por inundación</b>   |
|  |  |

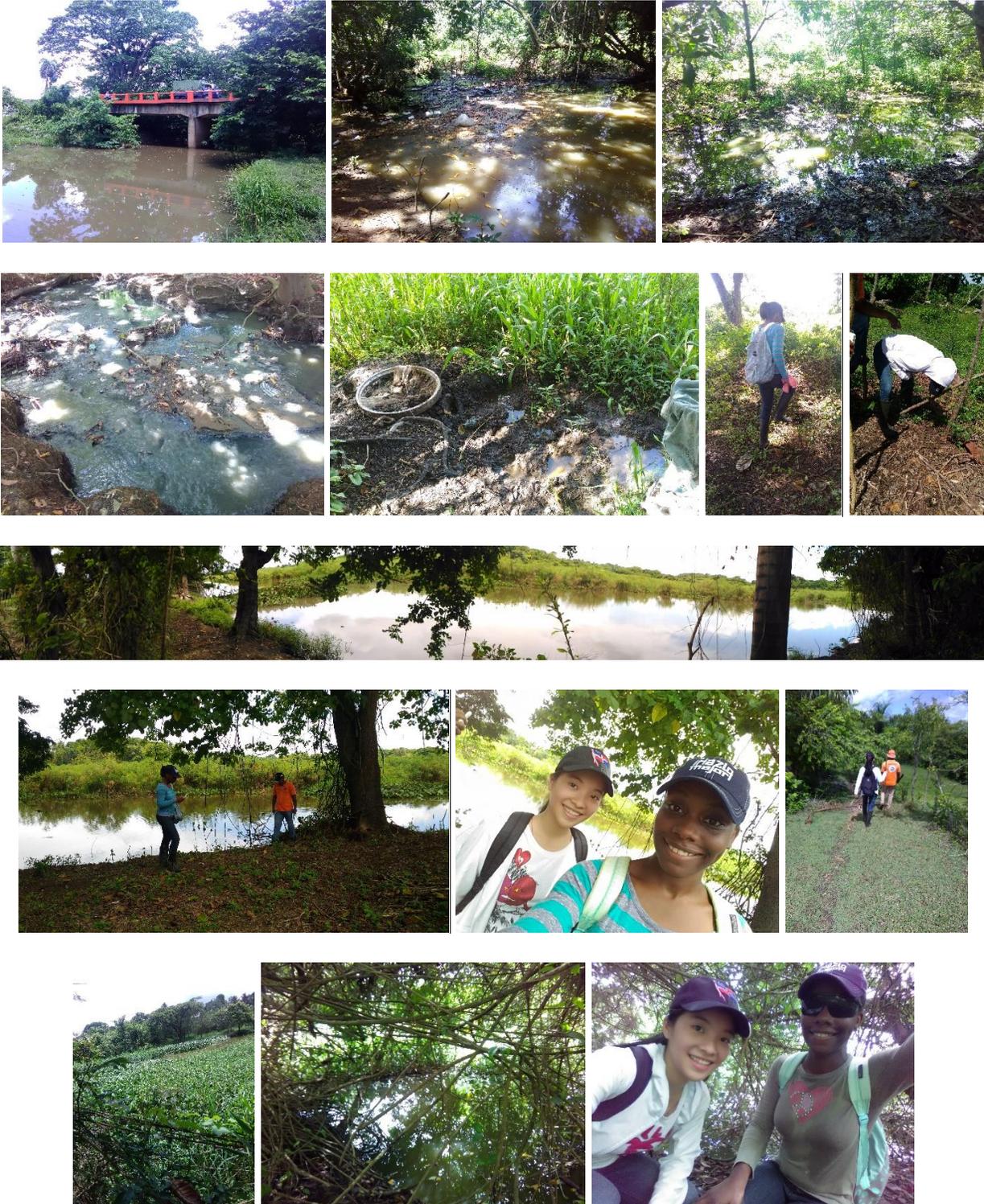
## Quinta vivienda

| FICHA TECNICA VULNERABILIDAD  |                     |                  |                      |                       |                          |                          |                    |             |                    |
|---|---------------------|------------------|----------------------|-----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------|-------------|--------------------|
| <b>Datos de identificación</b>  |                     | <b>Fecha:</b>    | 07 / 07 / 2017       |                       | <b>No. Ficha:</b>        | 5                        |                    |             |                    |
| <b>Dirección</b>  |                     |                  |                      |                       |                          |                          |                    |             |                    |
| <b>Cant. De pisos</b>   |                     | 1                |                      |                       | <b>Cant. De personas</b> |                          | 4                  |             |                    |
| <b>Provincia</b>  | <b>Municipio</b>    |                  | <b>Sección</b>       |                       | <b>Paraje</b>            |                          | <b>Coordenadas</b> |             |                    |
| Santo Domingo   | Santo Domingo Norte |                  | La Victoria          |                       | La Unión                 |                          | <b>X</b>           | <b>Y</b>    |                    |
|   |                     |                  |                      |                       |                          |                          | 410885.746         | 2055191.132 |                    |
| <b>Cuenca:</b>  | Ozama               |                  |                      | <b>Sub cuenca:</b>    | Arroyo Dajao             |                          |                    |             |                    |
| <b>Tipo de asentamiento</b>   |                     |                  |                      |                       |                          |                          |                    |             |                    |
| Aislado   |                     | Disperso         |                      | Concentrado           | x                        |                          |                    |             |                    |
| <b>Emplazamiento de las viviendas</b>   |                     |                  |                      |                       |                          |                          |                    |             |                    |
| Al borde del río  |                     |                  | En la cañada         |                       |                          | Zona endorreica          |                    |             |                    |
| Expuesto a derrumbe   |                     |                  | Deslizamiento        |                       |                          | Hundimiento              |                    |             |                    |
| Próx. Lagunas, pantanos   |                     | x                | Cerro                |                       |                          | Otros                    |                    |             |                    |
| <b>Grado de Aproximidad de la Vivienda</b>  |                     |                  |                      |                       |                          |                          |                    |             |                    |
| <b>Relación al Río</b>  |                     |                  | 1 - 50 mts           |                       | 50-100mts                |                          | 100-200mts         | > 200mts    | x                  |
| <b>Relación a la laguna, cañada o pantano</b>   |                     |                  | 1 - 50 mts           |                       | 50-100mts                |                          | 100-200mts         | > 200mts    | x                  |
| <b>Tipología de la Vivienda</b>   |                     |                  |                      |                       |                          |                          |                    |             |                    |
| <b>Techo</b>  | Madera              |                  | Tejamaní             |                       | Zinc                     |                          | Concreto           | x           | Otros              |
| <b>Paredes</b>  | Madera              |                  | Tejamaní             |                       | Zinc                     |                          | Concreto           |             | Block o Ladrillo x |
| <b>Piso</b>   | Madera              |                  | Cemento              |                       | Tierra                   |                          | Mármol             | x           | Granito            |
| <b>Acceso a la Vivienda</b>   |                     |                  |                      |                       |                          |                          |                    |             |                    |
| Calle asfalt.   |                     | Calle no Asfalt. |                      |                       | x                        | Carretera Asfaltada      |                    |             | Carr. no Asfalt.   |
| <b>Funcionalidad de la Vivienda</b>   |                     |                  |                      |                       |                          |                          |                    |             |                    |
| <b>Abast. de Agua</b>   | Acueducto           | x                | Lluvia               |                       | Pozo                     |                          | Manantial          |             | Río o Arrollo      |
| <b>Alumbrado</b>  | Energ. Eléc.        | x                | Lamp. de gas Propano |                       | Lamp. De gas kerosene    |                          |                    |             |                    |
| <b>Combustible de cocina</b>  | Gas Propano         | x                | Carbón               |                       | Leña                     |                          |                    |             |                    |
| <b>Servicio Sanitario</b>   | Inodoro             | x                | Letrina              |                       | Sin servicio             |                          |                    |             |                    |
| <b>Calidad Estructural de la Vivienda</b>   |                     |                  |                      |                       |                          |                          |                    |             |                    |
| Bueno   | x                   | Regular          |                      | Malo                  |                          | Muy malo                 |                    |             |                    |
| <b>Eliminación de Desechos Sólidos</b>  |                     |                  |                      |                       |                          |                          |                    |             |                    |
| Ayuntamiento  | x                   | Quemar           |                      | Tirar en un vertedero |                          | Tirar a río o cañad      |                    |             |                    |
| <b>Zonas con Respecto a las Vías</b>  |                     |                  |                      |                       |                          |                          |                    |             |                    |
| Por debajo de la Vía  |                     |                  | Por encima de la Vía |                       | x                        | Al mismo nivel de la Vía |                    |             |                    |
| <b>Elevación sobre el suelo de la edificación</b>   |                     |                  |                      |                       |                          |                          |                    |             |                    |
| Sin Elevar  |                     | Sobre Pilotes    |                      | x                     | Otros                    |                          |                    |             |                    |
| <b>OBSERVACIONES GENERALES</b>  |                     |                  |                      |                       |                          |                          |                    |             |                    |
| La vivienda queda en el mismo nivel de la calle, está hecha de concreto y está en buena condición estructural |                     |                  |                      |                       |                          |                          |                    |             |                    |

| FICHA TÉCNICA AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS   |                     |                     |                       |                    |                   |                    |                 |                 |                |
|--|---------------------|---------------------|-----------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-----------------|-----------------|----------------|
| <b>Datos de identificación</b>                     |                     | <b>Fecha:</b>       | 07 / 07 / 2017        |                    | <b>No. Ficha:</b> | 5                  |                 |                 |                |
| <b>Provincia</b>                                   | <b>Municipio</b>    | <b>Sección</b>      |                       |                    | <b>Paraje</b>     | <b>Coordenadas</b> |                 |                 |                |
| Santo Domingo                                      | Santo Domingo Norte | La Victoria         |                       |                    | La Unión          | <b>X</b>           | <b>Y</b>        |                 |                |
|  |                     |                     |                       |                    |                   | 410885.746         | 2055191.132     |                 |                |
| <b>Cuenca:</b>                                     | Ozama               |                     |                       | <b>Sub cuenca:</b> | Arroyo Dajao      |                    |                 |                 |                |
| PELIGROSIDAD                                       |                     |                     |                       |                    |                   |                    |                 |                 |                |
| Aspectos Morfológicos                              |                     |                     |                       |                    |                   |                    |                 |                 |                |
| Pendientes   | <1°                 |                     | 2°-5                  |                    | 5°-10             | x                  | 10°-25          |                 | >50°           |
| Posición Fisiográfica                              |                     |                     |                       |                    |                   |                    |                 |                 |                |
| Cauce  |                     |                     |                       |                    | Pie de monte      |                    |                 |                 |                |
| Llanura de inundación                              | x                   |                     |                       |                    | Cono Aluvial      |                    |                 |                 |                |
| <b>Terraza</b>                                     | Baja                |                     | Media                 |                    | Alta              |                    | Abanico Aluvial |                 |                |
| OBSERVACIONES                                      |                     |                     |                       |                    |                   |                    |                 |                 |                |
|  |                     |                     |                       |                    |                   |                    |                 |                 |                |
| Fuente superficial Río/ Arroyo                     |                     |                     |                       |                    |                   |                    |                 |                 |                |
| Tipo de inundación                                 |                     |                     |                       |                    |                   |                    |                 |                 |                |
| Desbordamiento fluvial                             |                     | x                   | Escorrentía de ladera |                    |                   |                    | Arroyo          |                 |                |
| Desbordamiento lateral                             |                     |                     |                       | Infraestructura    |                   |                    | Oleaje          |                 |                |
| Datos de caudal                                    |                     |                     |                       |                    |                   |                    |                 |                 |                |
| Datos de precipitación                             |                     |                     |                       |                    |                   |                    |                 |                 |                |
| Datos sobre la envergadura del evento              |                     |                     |                       |                    |                   |                    |                 |                 |                |
| Pequeña o habitual                                 |                     |                     | Mediana               | x                  |                   | Grande             |                 |                 |                |
| Áreas inundadas                                    |                     |                     |                       |                    |                   |                    |                 |                 |                |
| Vivienda   | x                   | Estructuras vitales |                       |                    |                   | Infraestructuras   |                 | Industria       |                |
| Uso y Cobertura del Suelo                          |                     |                     |                       |                    |                   |                    |                 |                 |                |
| Tipo Cobertura                                     |                     |                     |                       |                    |                   |                    |                 |                 |                |
| Vegetación herbácea                                |                     |                     | Bosques               |                    |                   | Matorrales         |                 |                 | Cuerpo de agua |
| Escasa vegetación                                  |                     |                     | Construcciones        |                    | x                 | Sin cobertura      |                 |                 |                |
| Tipo Uso   |                     |                     |                       |                    |                   |                    |                 |                 |                |
| Ganadería  | Área protegida      |                     |                       |                    | Vía               |                    |                 | Agrícola        | Recreación     |
| Minería  |                     |                     | Arqueología           |                    | Industrial        |                    | Vivienda        | x               | Otros          |
| Utilización del recurso subterráneo                |                     |                     |                       |                    |                   |                    |                 |                 |                |
| Abastecimiento                                     | x                   | Agricultura         |                       | Industria          |                   |                    |                 | Otros           |                |
| Focos de contaminación                             |                     |                     |                       |                    |                   |                    |                 |                 |                |
| Urbano   | x                   |                     | Agrícola              |                    | Industrial        |                    |                 |                 | Minera         |
| Zona de encharcamiento                             |                     |                     |                       |                    |                   |                    |                 |                 |                |
| Perdida de trabajabilidad                          |                     |                     | Problem. sanitarios   |                    | x                 | Daños infra.       |                 | Pérd. Económica | x              |
| Ecosistemas dependientes                           |                     |                     |                       |                    |                   |                    |                 |                 |                |
| Ríos   |                     |                     | Lagos                 |                    |                   |                    | Terrestre       |                 | x              |
| Infraestructura afectada u Observaciones Generales |                     |                     |                       |                    |                   |                    |                 |                 |                |
|  |                     |                     |                       |                    |                   |                    |                 |                 |                |

| QUINTA VIVIENDA   |   |
|---|---|
| Ubicación   |   |
|    |    |
| Foto frontal  | Foto lateral  |
|    |    |
| Acceso  | Condiciones del suelo   |
|   |   |
| Altura máxima por inundación  | Altura mínima por inundación  |
|  |  |

### Anexo 3. Recorrido de campo a la desembocadura, intersección con el río Yuca





**Anexo 4. Recorrido de campo al barrio La Unión, interactuando con los moradores**



**Anexo 5. Mapas de isoyetas máximas en 24 horas para períodos de retorno de 5, 10 y 25 años.**

