

## **Evaluación del peligro y vulnerabilidad ante la ocurrencia de inundaciones.**

### **Cuenca del Cauto. Cuba.**

*MsC. Miguel Sánchez Celada.*

*Dr. José Luis Batista Silva.*

**Instituto de Geografía Tropical de Cuba**

**Teléfono: 832-9786**

**e-mail: [miguels@geotech.cu](mailto:miguels@geotech.cu)**

#### **Introducción.**

La Cuenca Hidrográfica del Río Cauto, considerada la más grande del país (9 540 Km<sup>2</sup>), situada en su parte oriental, tiene una altura media de 93.8 m.s.n.m. y 343 Km de recorrido en su cauce principal. La densidad de drenaje es de 0.7 Km/Km<sup>2</sup>. El área de estudio comprende a las provincias de Granma, con superficie dentro de la cuenca de 3 281 Km<sup>2</sup>, Santiago de Cuba, 2 943 Km<sup>2</sup>, Holguín, 2 685 Km<sup>2</sup>. La menor extensión pertenece a la provincia Las Tunas con 631 Km<sup>2</sup>.

El nacimiento del Cauto se encuentra ubicado a 35 Km de distancia aproximadamente de la ciudad de Santiago de Cuba, en la loma La Estrella, a 808 m de altura y desemboca en el Golfo de Guacanayabo, en el Mar Caribe. La orientación general de la corriente principal es de Este a Oeste, donde los afluentes de la margen Sur nacen en la Sierra Maestra, en alturas mayores de 1 000 m y corren en dirección Norte; los afluentes de la margen opuesta (Norte) nacen en el parteaguas que divide a la vertiente del Atlántico de la del Caribe a una altura de más de 200 m y corren en dirección Sur. (Figura 1).

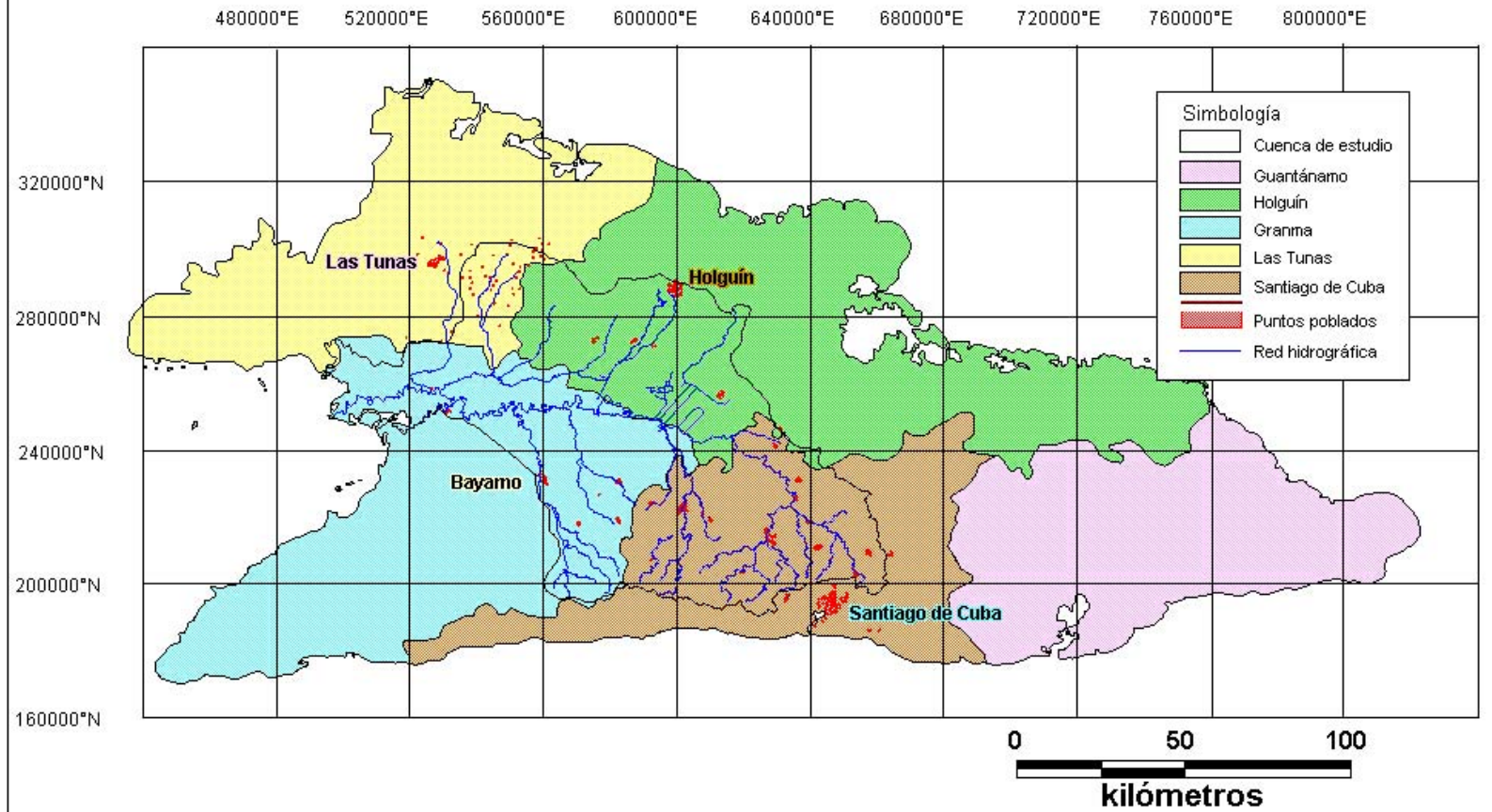
“Desde el punto de vista estructural la cuenca se desarrolló sobre la depresión de tipo graben-sinclinal del Cauto-Guacanayabo, formando parte del bloque-graben Cauto-Nipe, está cubierta parcialmente por abundantes depósitos terrígeno-carbonatados de edad Pleistocénica y origen marino-aluvial de la Formación Cauto principalmente.

Las inundaciones en Cuba están asociadas a problemas tales como: modificaciones del terreno producidas por prácticas agrícolas inadecuadas, tala de árboles, incendios, urbanización y otras intervenciones impropias en el medio ambiente o las combinaciones de ellas. El conocimiento y la representación espacial de los territorios propensos a inundarse tienen una amplia aplicación, puesto que la información obtenida podrá ser utilizada por las instituciones encargadas de la Protección Civil, lo cual permite tomar las medidas correspondientes en cada caso y mitigar las consecuencias, a veces desastrosas, y no esperar que ocurran los eventos adversos.

Pequeños arroyos y ríos aumentan su caudal de forma súbita y producen inundaciones en el territorio de sus cuencas fluviales. De continuar las lluvias, el terreno anegado se extiende, y en lugares con poca pendiente del terreno, a veces se unen varias corrientes formando extensas zonas inundadas.

Fig. 1

## Cuenca Hidrográfica del Río Cauto



Se conoce como peligro de inundación a las consecuencias o los daños causados por desbordamientos de corrientes naturales, así como al aumento del área de espejo de embalses y los terrenos anegados por roturas de presas. Una crecida o avenida es el resultado del escurrimiento producido por la lluvia en cantidades tan grandes que no pueden alojarse en los cauces de las corrientes para niveles bajos. La influencia de lluvias intensas y prolongadas se refleja de diversas formas en el terreno. Así, en las zonas rurales con deficientes condiciones de drenaje (poca pendiente, suelos de baja infiltración), las aguas anegan campos que en ocasiones producen pérdidas de las cosechas y dificultan la aplicación de las técnicas agrícolas. En zonas urbanizadas la aglomeración de edificios y otros objetivos dispuestos por el hombre hacen que sean mayores las probabilidades de inundaciones, por lo cual aumentan también las probabilidades de pérdidas de vidas humanas y de destrucción de bienes.

Representar espacialmente los territorios potencialmente inundables en la Cuenca del Cauto requiere, en primer término la selección y el análisis de los elementos indicadores que intervienen en la formación del anegamiento del terreno; En segundo término, una herramienta que permita superponer los mapas escogidos para representar espacial y temporalmente las zonas inundables: un Sistema de Información Geográfica (SIG). Por último una base conceptual que posibilite la aplicación práctica de los conceptos de Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo.

### **Objetivos.**

El objetivo del presente trabajo es la identificación de las áreas vulnerables y bajo peligro de inundación en la Gran Cuenca del Río Cauto.

Peligro, Vulnerabilidad y Riesgos.

Para tener una visión más clara de lo tratado es necesario dar los conceptos de **Peligro** y **Vulnerabilidad** aplicados en el desarrollo del presente proyecto y enunciado por los autores del mismo.

El **Peligro** es la susceptibilidad que presenta un territorio ante un desastre, por tanto este depende tanto de las características físico - geográficas como socio - económicas del mismo, y éstas a su vez del desastre que sea factible que ocurra (Sánchez M. 2001).

La **Vulnerabilidad** ante un desastre dado es la capacidad de respuesta ante el fenómeno, es decir, que un objeto sea vulnerable a un fenómeno determinado es, en primera instancia, que sea susceptible de sufrir daños por la acción de este fenómeno; ahora bien, si se entiende como objeto cualquier objetivo social o económico, entonces la vulnerabilidad estará en dependencia de las características específicas del fenómeno, así como del objeto cuya vulnerabilidad se desee evaluar (Sánchez M. 2001).

La vulnerabilidad no es estática, sino un proceso dinámico en dependencia de las condiciones tanto naturales como sociales. Es evidente que no presenta la misma vulnerabilidad un edificio ante una inundación que ante un terremoto, sin embargo, para

este último la vulnerabilidad no será la misma en un área rural que en una ciudad, de ahí la importancia de definir el objeto de evaluación.

### **Procedimientos metodológicos.**

Cuando se trata el problema de la ocurrencia o riesgo por inundaciones es conveniente definir espacio, frecuencia, la magnitud del fenómeno y los sectores o esferas socio-económicas sujetas a afectaciones.

Teniendo en cuenta que un mapa de peligro por inundación puede tener varias facetas, es necesario disponer de una información razonablemente confiable, de manera que los resultados a obtener también puedan ser considerados seguros. En este caso, se obtiene teniendo en cuenta criterios de influencia integrada y la correlación de los principales factores físico geográficos que provocan las inundaciones del terreno; Para determinar y representar espacialmente el peligro que producen las inundaciones en la Cuenca del Río Cauto, se han seleccionado varios indicadores físico-geográficos inherentes a esta cuenca, a partir de la superposición de mapas de litología, tipos de suelos, pendiente y altura del terreno.

Uno de los requisitos principales para que una zona se inunde, es la inexistencia de suficiente gradiente para que el agua escurra superficialmente y además, en el estancamiento de las aguas influye considerablemente la topografía, pues, es natural que los terrenos bajos se inunden más rápidamente que los altos, entonces escogemos la pendiente del terreno y la hipsometría. Teniendo estas condicionantes aceptadas se pasa a la siguiente en importancia: otro requisito para que ocurra la inundación en el territorio, es que ésta no se infiltre; Para ello la superficie sobre la que se deposite debe ser impermeable, por tanto es imprescindible ponderar las características del suelo. Los descritos anteriormente no constituyen todos los elementos que condicionan la formación de inundaciones, es necesario tener en cuenta también la superficie subyacente, donde puede ocurrir la inundación, por ello es necesario introducir otro indicador más: la litología.

Como se ha expresado anteriormente, después de analizados y definidos todos los elementos físico-geográficos que influyen en el peligro, se escogió la información contenida en los siguientes mapas:

1. Altura sobre el nivel del mar.
2. Pendiente del terreno.
3. Tipos de suelos.
4. Litología.

Para la elaboración del Mapa de Peligro por inundación para el 1% de probabilidad, se introduce un nuevo elemento:

5. Precipitaciones máximas diarias del 1% de probabilidad.

A continuación se presenta una breve descripción del tratamiento previo que se le dio a cada mapa para la posterior utilización el método de superposición y los correspondientes cruzamientos y correlaciones.

### *Altura sobre el nivel del mar.*

El proceso de estancamiento de las aguas, así como la cantidad de precipitaciones, influye considerablemente la altura del lugar, es natural, que los terrenos bajos estén más propensos a inundarse que los altos. El mapa hipsométrico considera el relieve como uno de los factores principales para la formación de inundaciones. La geomorfología mundial aún no se ha puesto de acuerdo a partir de cual cota comienzan los territorios montañosos, aunque existe un amplio consenso en nuestro país de que estos comienzan a partir de los 150 m de altura. Por esta razón, y dejando un margen de 10 m se ha considerado como indicador una cota por debajo de 160 m.s.n.m para que se produzcan inundaciones.

Tabla 1. Alturas sobre el nivel del mar.

| <b>Altura (metros)</b> | <b>Característica</b>  |
|------------------------|------------------------|
| 0 – 20                 | Intensamente inundable |
| 20 – 40                | Muy Inundable          |
| 40 – 80                | Inundable              |
| 80 – 120               | Medianamente Inundable |
| 120 – 160              | Poco Inundable         |
| Más de 160             | No Inundable           |

### *Pendiente del terreno.*

La pendiente del terreno es uno de los factores que más influye en el proceso del anegamiento de un terreno, es lógico que se pondere este indicador, que es un elemento geomorfológico determinante en la formación de los territorios propensos a inundarse. Generalmente un terreno con una pendiente alta no se inundará, en este caso se ha asumido que, por debajo de una pendiente máxima de 3 grados (5.24%), existen condiciones para la inundación ante la ocurrencia de intensas y prolongadas lluvias. Por encima de 5 grados las probabilidades de inundación son nulas debido a la rápida evacuación de las aguas superficiales a lugares con menor pendiente.

Tabla 2. Pendiente del terreno.

| <b>Pendiente (grados)</b> |
|---------------------------|
| mayores de 5.0            |
| 3.0 - 5.0                 |
| 1.0 - 3.0                 |
| 0.5 - 1.0                 |
| menores de 0.5            |

### *Tipos de suelos.*

La porosidad, permeabilidad, compactación y otras características de los suelos determinan la permanencia o no de una lámina de agua durante cierto período de tiempo. Es muy engorroso incluir todos los suelos presentes en la cuenca, por ello se han agrupado de acuerdo con la posibilidad de que contribuyan a la inundación del

terreno, es decir, atendiendo a sus propiedades físicas-mecánicas, pues ellos pueden ser más o menos permeables dependiendo de su estructura interna y su composición.

Se definieron tres categorías de los suelos de la cuenca de acuerdo a los objetivos del proyecto: **Impermeables, Medianamente Permeables y Permeables.**

Algunos ejemplos de suelos agrupados son:

- Amarillo tropical pseudohidromorfo -gley ferráltico típico desaturado de materiales silicios finos transportados, Gley Tropical fuertemente y medianamente gleyzados, los suelos de la ciénaga costera y los negros tropicales típicos. (**Impermeables**).
- Gley tropical medianamente gleizado -gley ferráltico concrecionario de materiales silicio fino transportados de esquistos, Gley tropicales típicos, Pardos típicos humificados y Amarillento montañosos típicos (**Medianamente permeables**).
- Amarillo tropical típico -ferráltico cuarcítico amarillo lixiviado típico desaturado, eluvio de esquistos micaceos, cuarcíticos o similares, Calizos pardos y Pardos tropicales típicos (**Permeables**).

### *Litología.*

La característica geológica en Cuba está dada, no sólo por la formación litológica, sino por el grado de fraccionamiento que ésta presenta. Es significativo que el 70% del territorio cubano esté constituido por rocas carbonatadas y que presentan un desigual desarrollo cárstico. La Cuenca Hidrográfica del Río Cauto no es una excepción en relación con la presencia de fenómenos cársticos.

La influencia del carso sobre la formación del escurrimiento y por ende en las inundaciones se manifiesta de forma compleja, mediante la combinación de intercambio de aguas superficiales y subterráneas, positiva y negativamente, en general y puede afectar el balance hídrico de una cuenca de diferentes formas. En las zonas cársticas pueden encontrarse ríos cuyos índices de escurrimiento no se someten a una acción concisa, sino a la combinación de diferentes tipos de afectación cárstica.

“Los procesos cársticos -ampliamente desarrollados en Cuba- influyen en la formación de las inundaciones y determinan el tiempo y la profundidad de la lámina de estancamiento de las aguas durante una inundación. Algunas veces el denominado "carso cubierto" contribuye a inundar el terreno, otras, la presencia de formaciones cársticas intensas acelera el proceso de infiltración del agua y no facilita el anegamiento de los suelos

Dependiendo del tipo y del grado de desarrollo cárstico, su influencia puede manifestarse tanto en todos los parámetros del escurrimiento fluvial (escurrimiento medio anual, distribución en un año, fluctuaciones de muchos años, inundaciones del territorio, etc.) como por alguno de ellos en particular”, (Batista y Rodríguez, 1993).

Las distintas litologías han sido agrupadas en cuatro categorías, atendiendo fundamentalmente a su grado de permeabilidad: **Muy impermeables, Impermeables, Medianamente Permeables y Muy Permeable.**

Para este agrupamiento geológico no sólo se tuvo en cuenta las propiedades físico-químicas de las formaciones geológicas, sino también el grado de fraccionamiento que éstas presentan.

Ejemplo de algunos agrupamientos de la litología:

Las formaciones Bayamo y Charco Redondo que están compuestas por arcillas, arenas arcillosas, areniscas, arcillas bentoníticas, conglomerados polimícticos, arcillas organógenas – detriticas y margas, fue considerada como **Muy Permeable.**

La formación San Luis constituida por areniscas aleurolíticas calcáreas, subordinadamente calizas y conglomerados polimicticos en la base fue considerada como **Impermeable**, mientras las arenas arcillosas, arenar, guijarros, limos, gravas, conglomerados polimicticos, además de depósitos carbonatados terrígenos, turbaceos de pantanos, limos arenosos y arcillas arenosas fue considerada como **Medianamente Permeable.**

La formación Jagueyes, constituida por margas, calcarenitas, calizas organógeno-detriticas, aleurolitas arcillosas y gravelitas. **Muy Impermeable.**

*Precipitaciones máximas diarias.*

Los indicadores señalados (Altura, Pendiente, suelos y Litología) son características propias de la cuenca que, en su integralidad, constituyen el escenario natural donde se producirá o no una inundación, la cual anegará, en mayor o menor grado el territorio, en dependencia, fundamentalmente de la cantidad de precipitaciones a ocurrir. Por tanto, una precipitación máxima diaria del 1% de probabilidad o tiempo de recurrencia de 100 años, podría ocasionar una inundación de esa probabilidad y es además, un indicador importante.

La cantidad de precipitaciones máximas diarias en la Cuenca Hidrográfica del Río Cauto varía de 300 a 450 mm y más, para el 1% de probabilidad. Esto significa que en 24 horas puede precipitar el 30% o más del promedio anual histórico para esta cuenca.

En este trabajo se ha tomado solamente la lluvia del 1% de probabilidad para integrarlo con los otros indicadores arriba señalados y elaborar un mapa de peligro de inundaciones para esta probabilidad, utilizando los métodos de superposición y comparación integrada.

Este indicador presenta precipitaciones del 1% de probabilidad con intervalos asumidos para poder así correlacionarlos con los otros mapas. La frecuencia del 1% de probabilidad es de 1 vez en 100 años de ocurrencia y es un valor estadístico probabilístico, un buen indicador cuantitativo en el estudio de la formación de las

inundaciones. De esta forma una lluvia dada puede producir inundaciones con cierto grado de peligro.

Tabla 3. Precipitaciones máximas diarias para el 1% de probabilidad.

**1% de probabilidad (mm)**

300 - 350

350 - 400

400 - 450

más de 450

A partir de esta etapa se comienza a establecer una relación espacial de estos mapas con criterios muy bien definidos y dando un peso a cada uno de los indicadores tratando de que en esta conjunción exista una ponderación de los mismos, que represente la ocurrencia real del fenómeno analizado.

La utilización de estos cuatro indicadores permite la elaboración del Mapa de Peligro de Inundación, que es la base de todo el trabajo posterior. En este mapa (Fig. 2) fueron decantados numerosos territorios que cumplían con determinados requisitos anteriormente citados pero que no lo eran con otros.

Siguiendo el criterio de influencia integrada y de correlaciones entre los principales factores físico geográficos que producen las inundaciones y el procedimiento de superposición de pares de mapas, se introduce un el indicador de las precipitaciones para el 1% de probabilidad, elaborándose un nuevo mapa de peligro (Fig. 8), que representa las inundaciones en la cuenca, precisamente para esta misma probabilidad.

Una herramienta imprescindible para la elaboración del presente resultado lo es sin duda el Sistema de Información Geográfica (SIG), debido a lo engorroso del manejo de la información espacial y alfanumérica, que es necesario procesar.

### **Evaluación del Peligro y la Vulnerabilidad ante inundaciones pluviales.**

Peligro.

La utilidad del Mapa de Peligro por inundación (Fig. 2) es ilimitada, su aplicación puede ser desde la planificación territorial hasta el seguro en caso de desastres, de una forma u otra esto permite una determinada seguridad a la hora de la toma de decisiones de las autoridades competentes, que estará en dependencia de la seriedad del análisis.



Fig. 2 **Peligro de inundación pluvial (Cuenca del Río Cauto)**

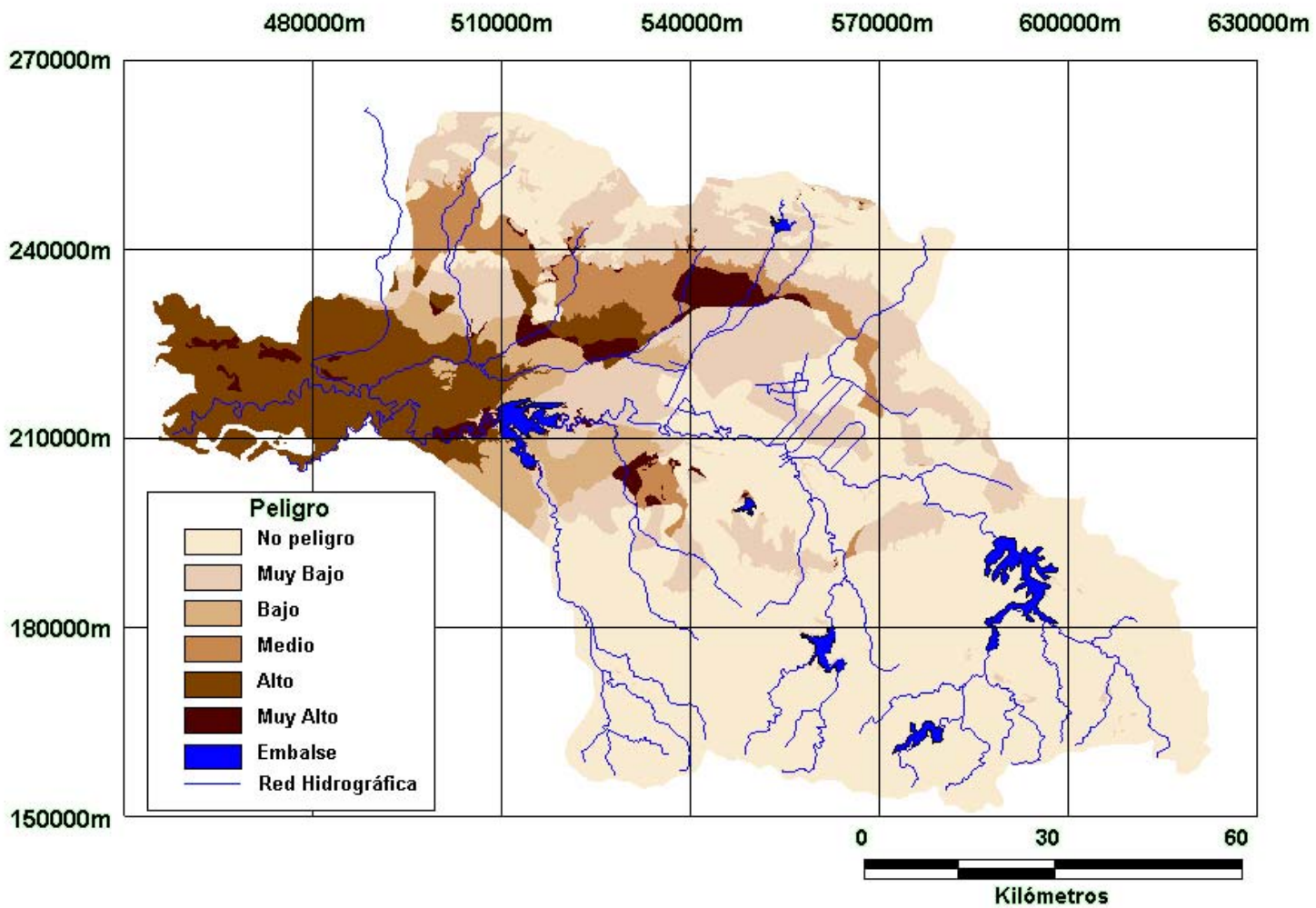


Tabla 4. Distribución de áreas de la Cuenca del Río Cauto, según Mapa de Peligro por Inundación Pluvial.

| <b>Peligro</b> | <b>Área (Km<sup>2</sup>)</b> | <b>Por ciento</b> |
|----------------|------------------------------|-------------------|
| Muy Alto       | 270                          | 2.8               |
| Alto           | 1 060                        | 11.1              |
| Medio          | 510                          | 5.4               |
| Bajo           | 440                          | 4.6               |
| Muy Bajo       | 1 830                        | 19.2              |
| No Peligro     | 5 430                        | 56.9              |
| <b>Total</b>   | <b>9540</b>                  | <b>100</b>        |

Es de creencia general que la Cuenca del Río Cauto posee extensas áreas sujetas a inundaciones de origen pluvial, debido a la situación geográfica y las peculiaridades geomorfológicas que posee, sin embargo el resultado obtenido muestra que sólo el 14 % del área total de la cuenca se encuentra ante peligros Alto y Muy Alto. Por otra parte, casi el 60 % del área total de la cuenca son territorios que no ofrecen peligro de inundación pluvial. Además de que las dos provincias con más alto por ciento de territorio bajo peligro Muy Alto y Alto son Granma y Holguín, (Tabla 5) Esto es debido a que en la provincia de Holguín se encuentra la confluencia del Río Salado, con las complicaciones que trae una litología que propicia la inundación, mientras la provincia Granma es la que ocupa el tercio inferior de la cuenca con la hipsometría más baja de la misma además de otras condicionantes como la litología y los suelos de mal drenaje. Es significativo apuntar la inexistencia de extremos de peligro (Alto y Bajo) en la provincia de Santiago de Cuba, así como un alto por ciento de ausencia de peligro por inundación pluvial en la misma, debido a que la zona de la provincia interesada en la cuenca es precisamente parte de la zona montañosa aunque existen zonas de peligro muy bajo en la Sierra Maestra, que coinciden precisamente con los valles intramontanos.

Existen fuertes contrastes en la zona este de la ciudad de Bayamo por la contigüidad de peligros medios y muy alto y bajos y muy altos, esto es debido a la impermeabilidad de las formaciones litológicas presente en esa zona.

Es importante destacar la zona de Muy Alto Peligro que se encuentra enclavada en la confluencia formada por los Ríos Cauto, Bayamo y Cautillo, que está directamente asociada a la morfometría de la misma.

Existe también una zona de Muy Alto peligro en el plano de inundación del Río Salado, zona donde existen suelos de muy mal drenaje además de la complejidad litológica antes expresada.

Tabla 5. Distribución de los por cientos de peligro en la Cuenca por provincias.

| Provincia     | Superficie (Km <sup>2</sup> ) | Peligro (%) |       |       |      |          |           |
|---------------|-------------------------------|-------------|-------|-------|------|----------|-----------|
|               |                               | Muy Alto    | Alto  | Medio | Bajo | Muy Bajo | No existe |
| Granma        | 3281                          | 4.66        | 24.56 | 9.47  | 11.8 | 13       | 36.51     |
| Holguín       | 2685                          | 4.33        | 3.11  | 11.57 | 1.49 | 38.5     | 41        |
| Las Tunas     | 631                           | 0.54        | 6.22  | 23.82 | 2.15 | 36.42    | 30.85     |
| Stgo. De Cuba | 2943                          | 0.01        | --    | 0.14  | --   | 4.71     | 95.14     |

Al ser introducido en el análisis el indicador de las precipitaciones máximas diarias, en el mapa resultante, las áreas inundables varían, ejemplo de ello es que las áreas sin peligro son sólo el 40 % del área total de la cuenca. Es obvio que al cambiar la probabilidad de ocurrencia de la lluvia la estructura del mapa será otra, a modo de ejemplo se ha tomado esta lluvia (tiempo de recurrencia igual a 100 años) por considerar valores extremos para una mejor comprensión del fenómeno.

#### Vulnerabilidad

El análisis de la vulnerabilidad en la Cuenca Hidrográfica del Río Cauto se enfoca hacia las personas expuestas al peligro ante las inundaciones, y hacia las viviendas ubicadas en la cuenca de estudio. Además de esto se han tomado algunas afectaciones a la red vial y a los principales cultivos de la zona.

Dentro de la Cuenca existe un total 1 167 000 habitantes, con un total de 304626 de las cuales 89578 se encuentran en mal estado para un 29.5 %, llegando al 43 % en la provincia de Las Tunas, aunque esta provincia presenta sólo el 6.76 % de su superficie bajo Alto y Muy Alto Peligro por inundación, en el caso de la provincia Granma, el por ciento de su superficie bajo peligro extremo por inundación (Alto y Muy Alto) es de 29.22, llegando sus viviendas en mal estado al 22.1 %, por lo que sin lugar a dudas esta es la provincia con más afectaciones en cuento a las inundaciones de tipo pluvial. Este indicador es muy importante para la determinación de la vulnerabilidad ante las inundaciones pluviales, pues el estado de la vivienda determina en buena medida la respuesta de la misma ante un evento extremo como el tratado.

Otro indicador importante para la determinación de la vulnerabilidad de los inmuebles es si dudas la presencia o no de fluido eléctrico en el mismo, pues los inmuebles con este servicio, tienen efectos electrodomésticos que son más susceptibles de sufrir daños ante una inundación.

El 83.29 % de los asentamientos de la cuenca poseen servicio de electricidad, esto hace que la vulnerabilidad de los mismos ante la ocurrencia de inundaciones aumente, en general todas las provincias con presencia en la cuenca tienen un alto grado de electrificación en sus asentamientos, por lo que aumenta su vulnerabilidad ante inundaciones por este concepto.

Apenas 153 asentamientos dentro de la cuenca no tienen electricidad en sus viviendas, la mayoría de estos, (47) se encuentran en la provincia Granma, siendo esta provincia la primera de las presentes en la cuenca con mayores peligros extremos (Alto y Muy Alto) (Ver Tabla 5), la otra provincia importante en cuanto a la cantidad de asentamientos sin el servicio eléctrico (42) es Holguín, teniendo ésta un 5.44% de su superficie con peligros extremos (Tabla 5).

Por otro lado los peligros de inundación desencadenan otros tipos de peligro especialmente hidrológicos, como puede ser la contaminación de las aguas, de especial interés en la cuenca, por la localización de la fuente de abasto de 2 capitales provinciales (Bayamo y Holguín), lo que pudiera rebasar los límites físicos de la cuenca, pudiendo llegar a tener consecuencias sobre las poblaciones fuera de ésta. Esto está muy vinculado a la solución técnica que se le haya dado a la evacuación de residuales y el abasto de agua.

La cuenca posee sólo tres plantas de tratamiento de residuales para los 916 asentamientos que la integran, de estos apenas 16 poseen servicio de alcantarillados, habiendo en todos estos un total de 860 letrinas, de estos 916 asentamientos 522 poseen abastecimiento de agua a través de pozos. En el caso de Granma, ésta no posee ninguna planta de tratamiento en toda la superficie de la provincia dentro de la cuenca, y sin embargo posee 266 letrinas del total de la cuenca con un abasto de agua fundamentalmente de pozo con 149 de ellos en la superficie de la misma dentro de la cuenca. La provincia de Holguín tampoco posee planta de tratamiento para sus residuales y tiene 262 letrinas diseminadas entre sus 265 asentamientos y el abasto de agua potable fundamental de la provincia son los pozos con 180 de ellos en la misma, se mencionan solamente estas provincias por ser la que más superficie de su territorio tienen bajo peligros extremos, además de que sus dos cabeceras provinciales están dentro de la cuenca, es muy fácil inferir la problemática por contaminación de las aguas de abasto que podría ocasionar una inundación en los territorios de las provincias mencionadas, con el consiguiente daño a las personas, este peligro de contaminación podría rebasar los límites físicos de la cuenca pues además de los pozos existen otras fuentes de abasto entre las que se encuentran los ríos.

Dentro de la cuenca se encuentran diseminados unos 50 asentamientos en las áreas sujetas a Alto y Muy Alto Peligro, que ante la ocurrencia de intensas y prolongadas precipitaciones, están propensos al daño de sus propiedades e inclusive a su integridad personal. Es muy significativo, pues incrementa las condiciones de vulnerabilidad de estas provincias que de estos, 41 asentamientos pertenecen a la provincia de Granma, que es la que presenta mayores problemas en cuanto a la superficie que se encuentra bajo peligros extremos, y 9 asentamientos pertenecen a la provincia de Holguín, que es la que le sigue en cuanto a superficie bajo peligros extremos, el resto de las provincias con superficie territorial dentro de la cuenca no tienen asentamientos en áreas de Alto y Muy Alto peligro

Desglosando la estructura de los asentamientos bajo peligro se encuentra un poblado urbano (Cristino Naranjo), tres pueblos (Cacocúm, Río Cauto y Guama Embarcadero), 39 poblados rurales y 7 caseríos. La población que se encuentra expuesta a Muy Alto y

Alto Peligro por Inundación pluvial están en un rango entre 130 000 y 150 000 personas según estimados de la Oficina Nacional de Estadísticas para el año 1984 para los asentamientos directamente afectados por estos peligros.

En cuanto a las afectaciones a los viales de la cuenca, contemplando las áreas de Muy Alto y Alto peligro sería dañada la carretera de primer orden, que comunica Bayamo con Las Tunas, en un tramo de aproximadamente 35 Km. Además, en estas dos provincias también serían afectados viales de segundo y tercer orden así como distintos terraplenes.

La carretera de primer orden, que une Bayamo con Holguín, sería inundada en unos 3 – 4 Km, además de otras afectaciones a los viales. La carretera de segundo orden que comunica Mango con Guama Viejo, sería afectada totalmente (6 Km y medio aproximadamente).

Generalmente, ante la ocurrencia de intensas lluvias, sobre todo las que acompañan a los ciclones, las organizaciones de la Defensa Civil toman las medidas necesarias y trasladan a los moradores a lugares más altos. No obstante, al retirarse las aguas los daños a las viviendas y animales son cuantiosos.

Los peligros producen cambios en las necesidades y las prioridades sociales. La diferenciación de los niveles de peligro en la cuenca, permite identificar áreas prioritarias de intervención especial tanto en las actividades pre y post desastres. Sin embargo estas áreas pueden o no coincidir con las áreas de mayor peligro de inundación, pues ellas están condicionada por la existencia de poblaciones en las mismas.

### **Conclusiones.**

1. Sólo el 14 % del área total de la cuenca se encuentra ante peligros Alto y Muy Alto. Por otra parte.
2. Casi el 60 % del área total de la cuenca son territorios que no ofrecen peligro de inundación pluvial.
3. Las dos provincias con más alto por ciento de territorio bajo peligro Muy Alto y Alto son Granma y Holguín, debido a que en la provincia de Holguín se encuentra la confluencia del Río Salado, con las complicaciones que trae una litología que propicia la inundación, mientras la provincia Granma es la que ocupa el tercio inferior de la cuenca con la hipsometría más baja de la misma además de otras condicionantes como la litología y los suelos de mal drenaje.
4. Al ser introducida las precipitaciones máximas diarias, las áreas inundables varían, ejemplo de ello es que las áreas sin peligro son sólo por este concepto del 40 % del área total de la cuenca.

## Bibliografía

1. Academia de Ciencias de Cuba. Instituto de Suelos. (1973): Génesis y clasificación de los suelos de Cuba; texto explicativo del Mapa Genético de los suelos de Cuba, escala 1:250 000. Habana. Consejo editorial de la Academia de Ciencias, pp. 315.
2. Acevedo, M. Geografía Física de Cuba. Tomo II. Editorial Pueblo y educación. 1983.
3. Batista Silva, J. L., Rodríguez Rubio, J. (1986): Influencia del carso en el régimen de escurrimiento de los ríos de Cuba, Revista Ciencia de la Tierra y del Espacio No 12, Academia de Ciencias de Cuba, pp. 22-35.
4. Batista, J. L., Sánchez M. (1995): "La infancia y el riesgo ante los desastres". Documento de trabajo elaborado como una contribución a la IX Reunión de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe. IGEO Tropical y UNICEF, La Habana, 1995, 32 pp.
5. Batista Silva, J. L.; Sánchez Celada, M: "Peligro y Vulnerabilidad en el Este de La Habana", Revista Mapping No. 88, Septiembre 2003, Madrid, España, pp. 86-98.
6. Batista, J.L.; Sánchez, M.; Díaz, M.(1992): Territorios inundables en Cuba, (III Congreso Internacional sobre desastres), La Habana, 17 pp.
7. Bennett, H.H.;Allison, R.V. (1966): Los suelos de Cuba y algunos nuevos suelos de Cuba. Edición Revolucionaria, La Habana, 125 pp.
8. Calderón Aragón Georgina (1995): "Los desastres a través del cristal de Alfredo Zitarrosa" V Encuentro de Geógrafos de América Latina. 6 pp.
9. CEE. Censo de Población y Viviendas 1981. Superficie y densidad poblacional de los Distritos Rurales y lugares habitados Urbanos. Cuba, Julio de 1984.
10. Cross, J. A. (1992): Natural Hazards within the West Indies. Journal of Geography, vol. 91, 5:190-199.
11. Coburn, A.W.; Spence, R.J.S.; Pomonis, A. (1991): Vulnerability and Risk Assessment, United Kingdom, UNDRO, 57 pp.
12. Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente Secretaría Ejecutiva para Asuntos Económicos y Sociales Organización de Estados Americanos (1993): "Manual Sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado", Washington, D.C., Cap. N° 2, 8 y 12.
13. Estado Mayor Nacional de la Defensa Civil (1990): Desarrollo científico-técnico de la Defensa Civil. Conferencia, 45 pp.
14. Hernández, A.;Pérez Jiménez, J.M.;Ascanio, O. (1971): Mapa genético de suelos de Cuba. 1ra. Edición, escala 1:250 000, Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía. La Habana.
15. Hernández Santana, J.R.; Batista Silva, J.L., Ortiz Pérez, Oropeza Orozco, M.A. (1993): Desastres mono y poligenéticos complejos: Ruptura gradual y súbita de los umbrales críticos intra e intergeosféricos. 1er. Coloquio geográfico sobre América Latina, UAE, Toluca, México, pp.195-201.
16. Huitron, J. (1993): Riesgos por fugas y derrames. Material de difusión. Módulo VI: Riesgo Ambiental. Diplomado de Impacto Ambiental. Fac. de Química, UAEM.
17. Instituto de Geografía (1989): Nuevo Atlas Nacional de Cuba, Editora Instituto Geográfico Nacional de España, Madrid.

18. Instituto de Geografía (1989): Nuevo Atlas Nacional de Cuba, Editora Instituto Geográfico Nacional de España, Madrid, 540 pp.
19. Instituto de Geología y Paleontología (1988): Mapa geológico de Cuba. Escala 1:250 000. Instituto de Geología, Moscú.
20. Instituto de Suelos (1973): Génesis y clasificación de los suelos de Cuba (texto explicativo del mapa genético de los suelos de Cuba, escala 1:250 000), 315 pp.
21. Instituto de Suelos (1980): Antología de suelos. Academia de Ciencias de Cuba.
22. Karasik, G. (1989 a): Esgurrimiento fluvial. En: Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Eds. Instituto de Geografía de la Academia de Ciencias de Cuba, Instituto Cubano de Geodesia y Cartografía e Instituto Geográfico Nacional (España). España. VII.1.3: 3.
23. Kochiashvili, B. (1972): Lluvias torrenciales en Cuba, GHN, La Habana, 17 pp.
24. Maskrey, A. (ed.). 1993. *Los Desastres no son Naturales*. La Red-ITDG; Bogotá, Colombia Tercer Mundo Editores.
25. Mestre Cabrer, P.; Vázquez García, R.: Suelos agrícolas cubanos. Ciencia y Técnica. Instituto del Libro.
26. Mosquete, M. T. (1990); REGLAMENTACIÓN DE LOS RIESGOS PARA EL MEDIO AMBIENTE. En: Gerencia de Riesgos, Editorial MAPFRE S.A. Año VIII, No. 32, 4to. trimestre, Madrid, España.
27. Organización Panamericana de la Salud (1993): Análisis de vulnerabilidad. Cuaderno Técnico N° 37, Washington D.C., pp. 15-28.
28. Roche, P.A. (1989): Les inondations: L Exemple de Nimes. Recherche. Environment N°212, pp- 17-21.
29. Sánchez M. et-al.(1997): Delimitación de las subcuencas del Cauto y su caracterización morfométrica., Inédito, 15 pp.
30. Sánchez M. (2001): Concepción teórica del termino riesgo y la terminología asociada.
31. Trusov, I.I.;Izquierdo, A.;Díaz Císneros, L.R. (1983): Características espaciales y temporales de las precipitaciones en Cuba. Editorial Academia, La Habana, 150 pp.
32. UNDRO (1977): Análisis de vulnerabilidad combinada. Metodología y estudio de la zona metropolitana de Manila, Ginebra, 74 pp.
33. UNDRO (1992): Drought emergency in Southern Africa. May-June, 24 pp.
34. Velázquez, G.; García, M. C. (1996): Calidad de vida y desigualdad social en ciudades intermedias latinoamericanas. Un análisis de Tandil (BSAS-Argentina). pp. 165-182.
35. Wilches-Chaux, G.(1989): "La vulnerabilidad Global. Publicado en Desastres, ecologismo y formación profesional". Cap. II, SENA, Colombia, 50 pp.