

Foto 11

Cuenca del río Tuis. Finca Cristina. Se observan cicatrices de desprendimiento y terracillas en potreros para ganadería extensiva. Este fenómeno es producto de la eliminación de la vegetación natural y al mal uso posterior. Ejemplos de este tipo y de otros procesos y modelado de vertiente son apreciables en áreas de la cuenca que están siendo utilizadas en actividades agropecuarias.

Cia de algunos de estos fenómenos parece ser cíclica, es decir, se presentan en forma periódica, cada determinado número de años, cada 2, 5, 10 etc., como las sequías y las heladas; otros como los tornados son temporales, refiriéndose su suceso a una determinada época del año. Pero en el caso de las inundaciones, las erupciones volcánicas, los temblores y muchos otros, se aproximan en muchos casos a una distribución temporal y espacial aleatoria, es decir, que a través del tiempo y en zonas distintas se presentan de manera casual, imprevista o fortuita.

El hombre, hasta el momento, no ha alcanzado el conocimiento necesario para comprender la recurrencia lógica del fenómeno que nos ocupa. Pese a que podría existir posibilidades de explicarlo, éstas no se conocen en la actualidad, quizás por la falta de datos o por la falta de atención científica a su estudio.

Los datos existentes, y que esta investigación utiliza, demuestran efectivamente el carácter aleatorio de la ocurrencia de las inundaciones en la cuenca del río Tuís. Dichos datos se refieren a la ocurrencia de este fenómeno en el pasado, no sólo para la cuenca de estudio, sino para toda la región del Caribe de Costa Rica, para mayor comprensión. De esta manera, se parte desde principios del siglo pasado, con las primeras noticias de este tipo de eventos, hasta 1970, año de la última inundación en la región (ver anexo 7). A continuación se describen algunas de ellas.

Desde 1800 se tienen noticias de inundaciones en la vertiente del Caribe de Costa Rica. Sin embargo, no se hace referencia del río Tuís, sino hasta 1908, en donde dice que, entre otros, el Tuís produjo serios daños.

En noviembre de 1928 las lluvias fueron causa de uno de los mayores desastres sufridos en el Valle Central y en la zona del Caribe. Varios ríos provocaron numerosos daños; en La Suiza, el río Tuís inundó varias casas y destruyó dos puentes, sin ser esta el área principal de foco de precipitación. Las lluvias en esta oportunidad se concentraron a la margen izquierdo del río Reventazón, en Turrialba y Peralta (Fig. 12-a).

En noviembre de 1933, el río Tuís volvió a inundar La Suiza, y en diciembre de 1935, un temporal provocó lo que la prensa denominó como la más grande ~~inundación~~ inundación del siglo por parte del río Reventazón y sus afluentes, el Pejibaye y el Tuís, entre otros. El río Reventazón alcanzó los puentes viejos de La Angostura; además, causó daños en su curso inferior. Los registros de precipitación muestran que se concentró en Zent; no obstante, toda la región fue afectada (Fig. 12-b).

En diciembre de 1938 se dieron inundaciones en La Suiza, Pejibaye y Matina; según los reportes periodísticos de la época, nunca en la historia La Suiza sufrió mayor inundación por causa del río Tuís. Sin embargo, el registro de mayor precipitación de toda la zona se dió en Pejibaye, 198.1 mm en 24 horas, o sea, una intensidad de 8.25 mm por hora, que se califica de excepcional.

En la región se han producido inundaciones espectaculares, y entre ellas no se puede omitir la que se catalogó como la más grande que sufrió la ciudad de Turrialba en lo que lleva de historia. Esta inundación sucedió el domingo 4 de diciembre de 1949 a las 11 de la noche, la cual puso en

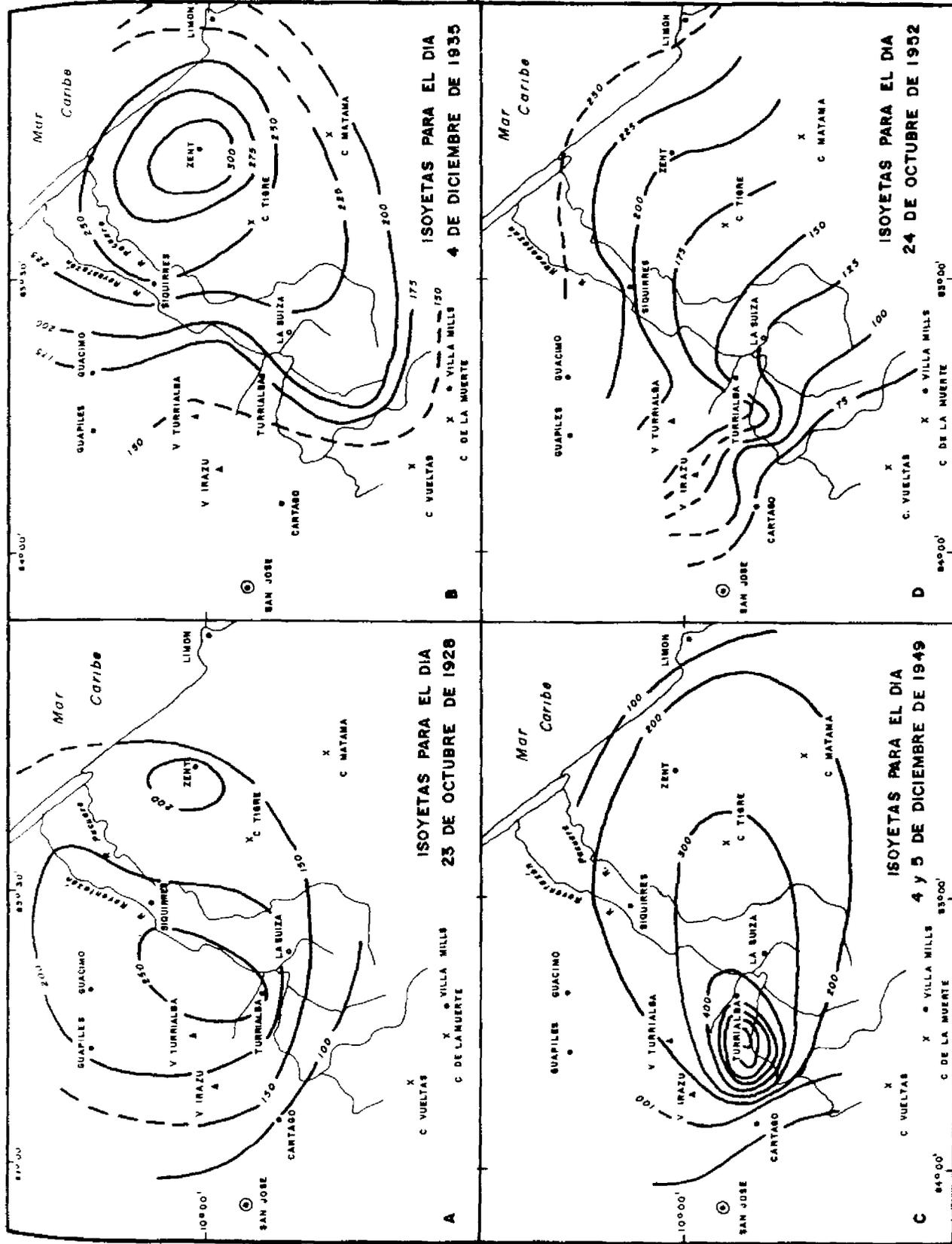


FIGURA 12

ADAPTADO POR EDUARDO BEDOYA
U C R 1982

FUENTE RODRIGUEZ, M., 1984,
MAPA FÍSICO-POLÍTICO 1:500,000 "COSTA RICA"
INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL, 1974

DISTRIBUCION DE LLUVIA PARA ALGUNAS TORMENTAS
EN LA CUENCA DEL RIO REVENTAZON Y ZONAS ALEDAÑAS.

jaque a esta ciudad, destruyendo casas, las defensas (diques), dos puentes, caminos, entre otros; lo que implicó a la vez, pánico, nerviosismo, o inquietud entre los residentes. La inundación fue motivada por el más fuerte aguacero que se haya registrado en Costa Rica, tanto en intensidad (27.93 mm por hora), como en duración: ¡ en Juan Viñas se registró, en 30 horas, una precipitación de 838.0 mm! (Fig. 12-c).

En octubre de 1952 aconteció un temporal, por el que toda la vertiente Caribe se vió afectada. El río Reventazón y sus afluentes, entre ellos se menciona el Tuís, crecieron sin causar daños. La precipitación mayor se dió en la costa: en Limón se registró en 24 horas una precipitación de 291.3 mm (12.13 mm por hora de intensidad), la cual disminuyó conforme se adentró en la cuenca del Reventazón (Fig. 12-d). Sin embargo, la cuenca en su totalidad se vió afectada por inundaciones.

En oportunidades anteriores se ha hecho mención a la inundación de abril de 1970 en la cuenca del río Tuís, última en la zona de estudio. Esta inundación correspondió a lluvias en la vertiente del Caribe. En abril, la precipitación se concentró en la cuenca del río Tuís y zonas aledañas. En La Suiza se registró una precipitación de 483.4 mm en 24 horas, con una intensidad de 20.1 mm por hora, de carácter excepcional (Fig. 13). Los efectos fueron desastrosos. Casi la totalidad de los pueblos que se sitúan en las márgenes del río tuvieron problemas (Fot. 1 a 6, Primer capítulo).

El riesgo es permanente, pero la ocurrencia del fenómeno es de carácter aleatorio, en términos espaciales y temporales en la vertiente del Caribe,

DISTRIBUCION DE LLUVIA PARA LA TORMENTA DEL
DIA 9 DE ABRIL DE 1970

FIGURA 13

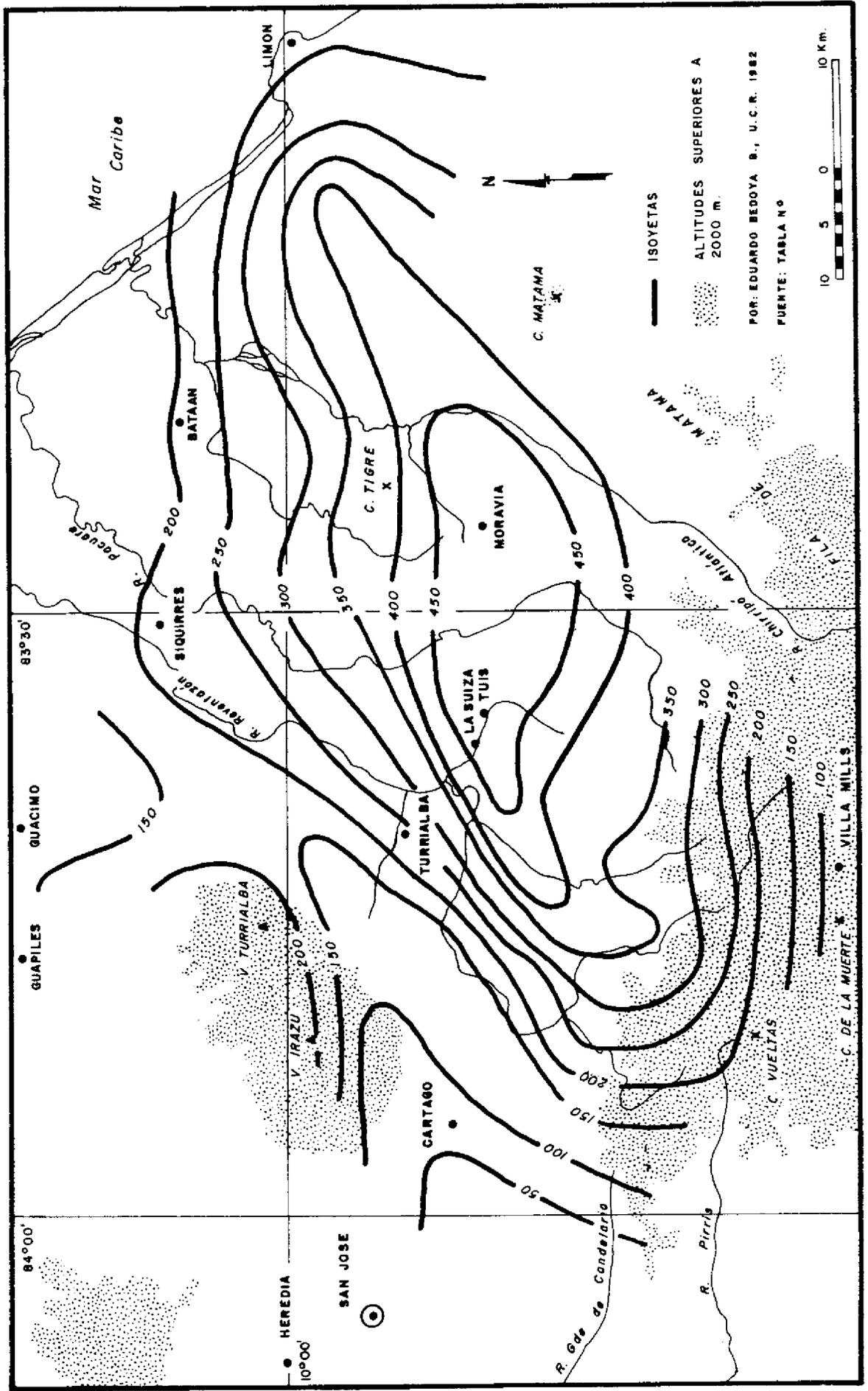


TABLA 4

PRECIPITACION EN MILIMETROS OCURRIDA DURANTE LA TORMENTA
DEL DIA 9 DE ABRIL DE 1970

| ESTACION | POSICION GEOGRAFICA | | ALTITUD EN METROS | PRECIPITACION EN MILIMETROS |
|--------------------|---------------------|-------------|----------------------|--------------------------------|
| | LATITUD N. | LONGITUD W. | | |
| AGUA CALIENTE | 09°50'00" | 83°50'00" | 1325 | 113.8 |
| ARENAL | 10°28'39" | 84°50'54" | 520 | 1.6 |
| ASUNCION | 09°54'00" | 83°10'00" | 130 | 416.9 |
| BATAAN | 10°05'15" | 83°20'30" | 15 | 206.6 |
| BERMA | 09°40'00" | 83°49'00" | 2558 | 245.9 |
| CACHI | 09°50'00" | 83°48'00" | 1050 | 146.0 |
| CERRO DE LA MUERTE | 09°35'00" | 83°42'00" | 2690 | 115.1 |
| CORDONCILLAL | 09°45'00" | 83°47'00" | 1240 | 359.4 |
| CUENCAS | 09°44'06" | 83°35'54" | 1835 | 343.3 |
| EL CAÑON | 09°41'00" | 83°55'00" | 2460 | 154.6 |
| EL LLANO | 09°46'00" | 83°52'00" | 1572 | 188.5 |
| JUAN VIÑAS | 09°54'00" | 83°45'00" | 1180 | 185.4 |
| LA AMISTAD | 09°59'00" | 83°34'00" | 500 | 254.8 |
| LIMON | 10°00'00" | 83°03'00" | 3 | 228.1 |
| LOS DIAMANTES | 10°13'00" | 83°46'00" | 300 | 167.6 |
| OJO DE AGUA | 09°58'00" | 84°13'00" | 850 | 126.4 |
| PACAYAS | 09°55'00" | 83°48'00" | 1735 | 101.0 |
| PLATANILLO | 09°48'00" | 83°48'00" | 368 | 405.4 |
| ROCAS BLANCAS | 09°43'00" | 83°30'50" | 825 | 396.4 |
| SANATORIO DURAN | 09°56'00" | 83°53'00" | 2337 | 75.3 |
| SAN JOSE | 09°56'00" | 84°05'00" | 1172 | 102.2 |
| SQUIRRES | 10°06'05" | 83°30'35" | 70 | 202.8 |
| TRES DE JUNIO | 09°40'00" | 83°31'00" | 2660 | 218.8 |
| T. SEIS | 09°43'00" | 83°46'00" | 2075 | 370.8 |
| VILLA MILLS | 09°33'00" | 83°43'00" | 3000 | 93.7 |
| VILLA QUESADA | 10°19'00" | 84°26'00" | 658 | 132.0 |
| TURRIALBA IICA | 09°53'00" | 83°38'00" | 602 | 287.9 |
| MORAVIA | 09°51'00" | 83°25'00" | 1200 | 471.8 |
| LA SUIZA | 09°51'00" | 83°37'00" | 616 | 483.4 |

FUENTE. "INFORME HIDROLOGICO PRELIMINAR SOBRE LA AVENIDA DEL RIO REVENTAZON OCURRIDA EL 9 DE ABRIL DE 1970". INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD ESTUDIOS BASICOS SAN JOSE, COSTA RICA 1971.

es decir, a nivel regional. No se puede precisar dónde y en qué año se presentará una inundación. Aunque se presenten las condiciones climatológicas, no se puede estimar cuál va a ser el área donde se concentrará la precipitación y, por tanto, la inundación. Los núcleos de lluvia se han presentado indistintamente en el espacio y en el tiempo.

En el futuro, cualquier área de la vertiente del Caribe puede ser centro de tormenta, ya que no existe ningún patrón común de manifestación de este fenómeno. Hay inundaciones que se presentan en un mismo año, como también, han existido lapsos de hasta 30 años. Sin embargo, hay épocas en el año en donde se puede esperar una inundación, para la vertiente del Caribe el 80% y para la cuenca del río Tuís el 75% de las inundaciones se han concentrado a final del año, coincidiendo con los meses de mayor precipitación: octubre, noviembre y diciembre. No obstante, se han presentado, y de manera inesperada, en meses de poca lluvia, como el caso de abril de 1970, así, como muchos otros casos; razón que mantienen el carácter de casual o fortuito del fenómeno, incluso a esta escala.

A nivel local, o sea, en el caso particular de la cuenca del río Tuís, la ocurrencia de inundación es aleatorio temporal y espacialmente. Las inundaciones se han presentado indistintamente a través del tiempo, sin mostrar una frecuencia constante, como ocurre a nivel regional; igualmente, hay que hacer la salvedad que en el transcurso del año hay meses donde hay propensión, pero sin dejar de lado lo imprevisto en la manifestación del fenómeno que nos ocupa, como se tiene la experiencia. Especialmente, aunque existen áreas de riesgo alto de inundación, en donde han ocurrido inundaciones

en el pasado, y en donde hay vestigios geomorfológicos de su ocurrencia, no se puede establecer con exactitud en cuál margen del río y en que sección se dará el desbordamiento.

En resumen, el factor condicionante más importante en la distribución de las inundaciones en la cuenca del río Tuís, es el comportamiento climatológico arrítmico de la vertiente del Caribe, del cual han dependido graves inundaciones que afectaron en el pasado las partes bajas del río Tuís. Como también se observó, las lluvias no se concentran únicamente en la cuenca en estudio, sino que afectan otras áreas de la cuenca del río Reventazón y de la región en general. No obstante, hay que reafirmar que existen condiciones internas ligadas a la morfogénesis natural y antrópica que facilitan las transformaciones del fenómeno climatológico en un acontecimiento de resultados graves, como son las inundaciones.

3.5. Jerarquización del riesgo de inundación.

El análisis de las inundaciones en la cuenca del río Tuís se ha fundamentado en la explicación del fenómeno según sus causas y efectos, así como de las múltiples evidencias espaciales y manifestaciones cronológicas.

Las características del fenómeno son muy claras, y no han sido presentadas tan sólo para describir un evento de aparición tan evidente; ha sido necesario conocerlo científicamente con el objeto primordial de jerarquizar el riesgo. En ese sentido, la jerarquización consiste en la expresión del orden en las diferencias del mismo en la cuenca del río Tuís, estableciendo una gradación de áreas.

La distribución y delimitación de las áreas de riesgo necesitó el conocimiento de las características de la cuenca en relación estrecha con el fenómeno que se estudia: concretamente se refiere al análisis anterior a esta sección. Sobre la base de este conocimiento se han seleccionado los criterios para tal jerarquía; determinados principalmente por el grado de severidad o peligrosidad conforme a altitud, estructura, morfología, pendiente y la recurrencia de las inundaciones. De esta manera, las áreas que están sujetas a riesgo inminente son aquellas que presentan cualidades tales como poca altura, dominio de formaciones de origen aluvial, que implican el proceso de sedimentación, por tanto modelado de tipo fluvial (valles de fondo plano, conos de deyección y desbordamiento), que presenta la cualidad de tener pendientes menores a los 7 grados.

Aunque la acumulación de precipitación es lo más relevante para las inundaciones, no es criterio para delimitar las áreas de riesgo en la cuenca del río Tuis, ya que llueve menos en donde hay peligro e inversamente, donde llueve más no existe riesgo de inundación, precisamente son zonas de causa y no de efecto de las inundaciones.

Dos criterios son importantes: el modelado y la recurrencia del evento. El primero porque manifiesta procesos que tienen relación con los efectos de las inundaciones: de esta manera, el área que cubre un cono aluvial o un desbordamiento es un área de riesgo, mientras que el modelado de vertiente se excluye de ésta. Aunque sean terrenos de riesgo de otra naturaleza, no lo son de inundación.

La recurrencia de las inundaciones es un criterio cuantitativo; presenta el número de veces que han sido inundados algunas áreas. Dos fuentes son empleadas: una, el registro que se presenta en el anexo 7, y la otra, las entrevistas con personas en la parte baja de la cuenca del río Tuís. La gente tiene presente la última inundación, la de abril de 1970, de la cual citan lugares que fueron afectados por las inundaciones como La Suiza, La Leona, La Selva y Canadá. Muy pocas personas recuerdan más atrás de esta inundación. Ellas se refieren a una por los años de 1920 o de 1930. No coinciden en la fecha, pero sí en que hubo pérdidas humanas. Específicamente un grupo de indígenas, en Tuís. De esta manera, se encuentran lugares en donde efectivamente han ocurrido inundaciones, y en donde se pueden volver a presentar por las características de las formas del relieve actual, criterio que se ha utilizado para delimitar estas áreas.

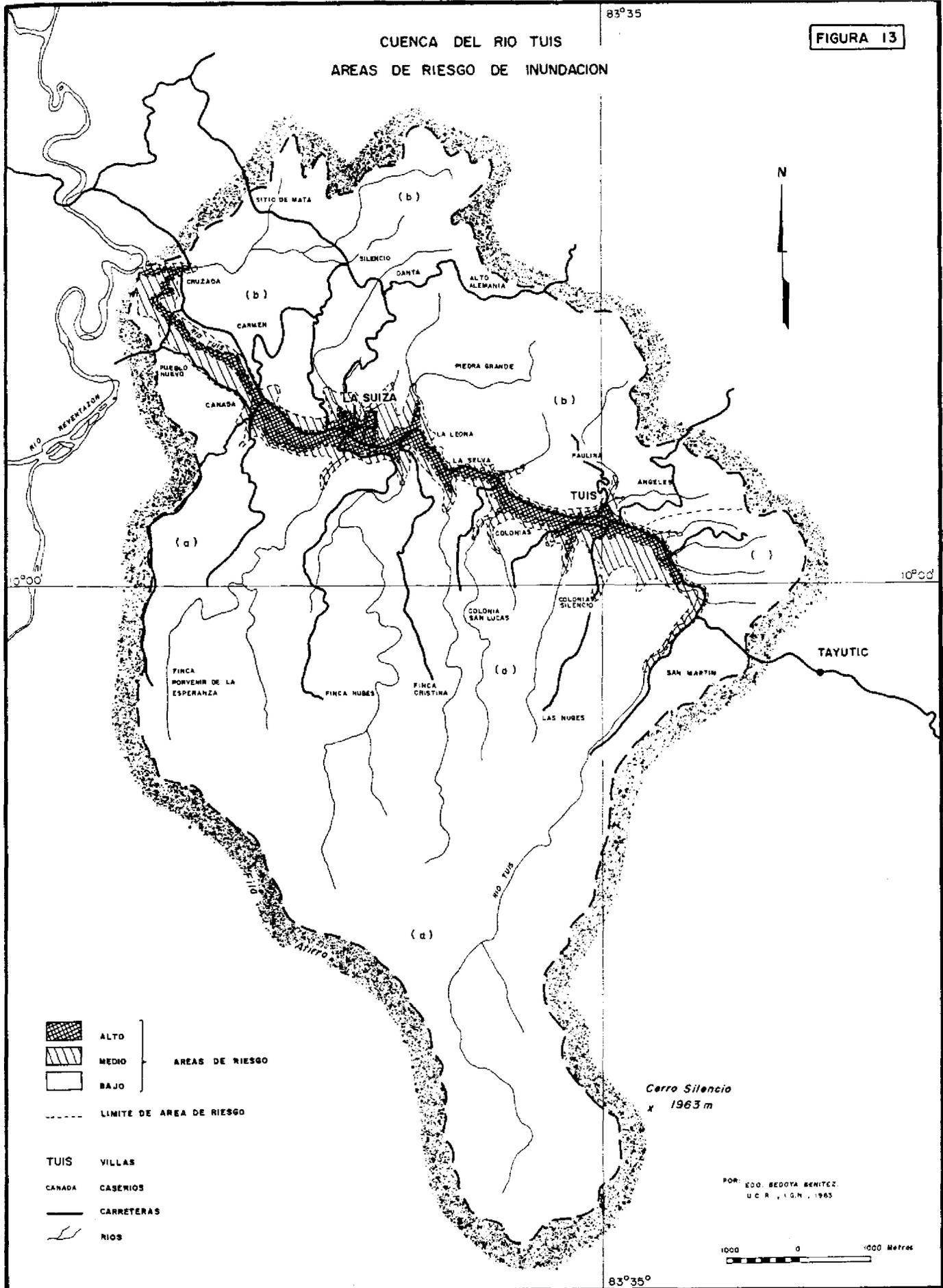
Así se delimitan tres zonas de riesgo: 1-Alto, 2-Medio y 3-Bajo. Espacialmente se aprecian en la Fig. 14 y una síntesis de sus características en la Tabla 5.

3.5.1. Riesgo Alto.

El Riesgo Alto corresponde a la parte baja de la cuenca del río Tuís, es decir, al curso inferior y medio del río, caracterizado geomorfológicamente por el modelado fluvial, cuyas formas más importantes, para efectos de delimitación son los conos de deyección y los depósitos de desbordamientos, claras evidencias de que han sido áreas de inundación. Constituye una superficie con poco desnivel o ligeramente inclinada, con pendientes menores de 7 grados, particularidad que permite el desbordamiento de los ríos y

CUENCA DEL RIO TUIS
AREAS DE RIESGO DE INUNDACION

FIGURA 13



Cerro Silencio
x 1963 m

POR EDO. SEDOYA BENITEZ.
U.C.R., I.G.N., 1963

1000 0 1000 Metros

TABLA 5

CUENCA DEL RIO TUIS. CARACTERISTICAS DE LAS AREAS DE RIESGO

| GRADO DE RIESGO | CARACTERISTICAS | | | | | | | | | | RECORRENCIA DE LAS INUNDACIONES EN AÑOS | EFECTOS PREVISIBLES |
|-----------------------------------|--|---|----------------------|---------------------|----------------------------|---|---|---|---|--|--|---------------------|
| | FORMACIONES SUPERFICIALES | MODELADO | PENDIENTES EN GRADOS | ALTITUDES EN METROS | PRECIPITACION ANUAL EN mm. | VILLAS Y CASERIOS | POBLACION % | USO DEL SUELO | OBRAS PUBLICAS | | | |
| ALTO 225 M. 3.0% | -DEPOSITOS DE ORIGEN ALUVIAL | -FLUVIAL -CONOS DE DEYECCION -DEBORDAMIENTOS -VALLES DE FONDO PLANO | MENORES DE 7° | 560 A 780 | MENORES A 2500 | LA SUIZA LA LEONA CANADA LA MELVA TUIS | 21.19 5.36 10.50 2.78 13.84 93.07 | URBANO 0.0 CAFE; 0.5 PASTOS 0.7 CARA 0.3 CHARRAL 0.8 3.0% | -50.0 Km DE CARRETERA -7 PUENTES -COLEGIO AGROPECUARIO -2 IGLESIAS -PLAZA DE DEPORTES | 1908 1928 1933 1935 1936 1938 1952 1970 | SOBRE LAS CARACTERISTICAS HUMANAS INCLUIDAS EN 1 2 3 4 EFECTOS DIRECTOS (VER TEXTO) | |
| MEDIO 290 M. 4.0% | -DEPOSITOS DE ORIGEN ALUVIAL -DEPOSITOS DE PIE DE VERTIENTE | -FLUVIAL -CONOS DE DEYECCION -ERAZAS -VALLES DE FONDO PLANO -DE VERTIENTE -TALUDES DE EROSION -ABARRANCAMIENTOS -TERRACILLAS -DESIZAMIENTOS | MENORES DE 7° | 560 A 800 | MENORES A 2500 | CRUZADA COLONIAS PUEBLO NUEVO | 2.88 4.08 2.32 9.08 | CAFE 0.4 CARA 2.5 PASTO 0.6 CHARRAL 0.3 4.0% | -7.2 Km DE CARRETERA -COLEGIO AGROPECUARIO -CUARRO -2 PUENTES | 7 (NO HAY DATOS) | CARACTERISTICAS HUMANAS 1 2 3 4 EFECTOS DIRECTOS E INDIRECTOS (VER TEXTO) | |
| BAJO 7150 O.M. 93.0% | -DEPOSITOS DE PIE DE VERTIENTE -AFLORAMIENTOS ROCOSOS | -DE VERTIENTE -TALUDES DE EROSION -DESIZAMIENTOS -TERRACILLAS -SOLIFLUCCION -ABARRANCAMIENTOS | MAYORES DE 7° | 360 A 1922 | 2300 A 6000 | CARMEN PIEDRA GRANDE SAN GERARDO BONIA ALTO ALEMANIA CUESTA CARRIZAL PORVENIR DE LA ESPERANZA FINCA CRISTINA SILENCIO LAS NUBES BITIO MATA LAS NUBES SAN MARTIN | 3.39 2.85 1.45 1.42 0.88 3.83 1.83 0.81 7.87 0.87 7.18 3.28 2.81 37.84 | CAFE 7.0 CARA 8.0 PASTO 19.0 CHARRAL 8.0 BORQUE 8.0 SECUNDARIO 8.0 BORQUE 43.0 93.0% | -40.8 Km DE CARRETERA -5 ESCUELAS -2 IGLESIAS | 7 (NO HAY DATOS) | EFECTOS INDIRECTOS (VER TEXTO) | |

quebradas que afluyen al colector principal, o sea, el Tuis. Un detalle importante y que comprueba el grado de peligrosidad de esta área, es que en ella ha habido 9 grandes inundaciones desde 1908 a 1970.

Dadas las experiencias vividas, esta área viene a demostrar las contradicciones que a veces presenta el desarrollo de algunas actividades humanas con la utilización del espacio. Paradójicamente, siendo una área de alto grado de riesgo, resulta ser la más habitada, con un 53.02% de la población total de la cuenca de estudio (1). La concentración de la población, del comercio y de los servicios, en general, es precisamente lo que preocupa en la presente investigación. Lógicamente, esta área debería de ser la que repudiese las actividades humanas, dadas las experiencias vividas.

3.5.2. Riesgo Medio.

Igual que la anterior, el Riesgo Medio corresponde a la parte inferior y media del río Tuis. Así mismo, las características del modelado que imperan son de tipo fluvial, principalmente el valle de fondo plano, terrazas y conos de deyección; se incluyen dentro de la misma el modelado de depósito de pie de vertiente, tales como taludes de erosión y abarrancamientos.

De acuerdo con los datos del Censo de Población de 1973.

Es esta un área de transición, la cual corresponde a zonas en donde no hay mucha evidencia de riesgo. Sin embargo, por la proximidad a la zona de Alto Riesgo, puede presentar alguna forma de peligro. O sea, puede sufrir efectos directos o indirectos, dependiendo de la magnitud de las inundaciones. Algunos efectos pueden medirse como directos cuando en altas aguas cubre secciones de esta área, poniendo en peligro vidas humanas, viviendas y cultivos. Otros efectos son indirectos, son notables en un área aparentemente no inundable, cuando se obstaculiza el fácil acceso o salida de los habitantes del sector, es decir, se dificulta la satisfacción de necesidades de abastecimiento de alimentos y medicinas; además, la entrega de sus cosechas y otras necesidades.

La poca población de esta área se distribuye en pequeños caseríos, generalmente lineales, y en residencias en la periferia de los centros poblados. Presenta aproximadamente 9.08% de la población total de la cuenca.

3.5.3. Riesgo Bajo o nulo.

Area sin ningún efecto directo de inundación. Corresponde a las partes altas de la cuenca del río Tuís, donde el modelado que predomina es de vertiente. Las pendientes son variadas, sin embargo, predominan las mayores de 15 grados.

Es necesario hacer una distinción elemental en esta área. Como se ha citado, la ubicación espacial de ella está a salvo del peligro directo, pero se hace una división clara entre la vertiente sur (s) y la vertiente

norte (b), (Fig. 14), en el sentido de que en caso de inundación en la parte baja de la cuenca, ya sea en las áreas de Riesgo Alto o Medio, la vertiente sur queda aislada, sufriendo efectos indirectos, pero la vertiente norte no; ésta última sí tiene accesibilidad.

Por sus características, además de la acción del hombre, esta área influye fuertemente en las causas de las inundaciones, como podemos deducir de los análisis climatológico y geomorfológico realizados.

Al incluir esta área en la clasificación del Riesgo Bajo no se refiere a la posibilidad de una inundación, como se anotó, pero sí podemos afirmar que una política de utilización intensiva del uso de estas tierras, sin las debidas técnicas de conservación, aceleraría la morfodinámica, pudiendo generarse un aporte adicional de carga en los cursos fluviales. Este aporte cambiaría la modalidad de crecidas por una de transportes sólidos que entraría en la clasificación de coladas de lodo, aún más nefastas que los desbordamientos fluviales, por el poder aumentado en la viscosidad del líquido.