Nombre del punto	Elevación (m)	Elev. corregida (m)	Estación	Distancia (m)
880 S162	1395,02		0+128	57
890 S164A	1396,05		0+199	71
900 S166	1395,96		0+257	58
910	1396,37		0+269	12
912 P.Tejar-Quebradilla (9)	1396,37		0+273	4
920 S167	1396,61		0+279	6
930 S168	1397,05		0+618	39
930 K44	1376,09	1375,87	0+000	
940 K43	1375,68		0+100	100
945 K46	1375,47		0+195	95
950 K50	1376,09		0+285	90
955 K53	1375,54		0+375	90
960 K54	1375,31		0+435	60
965 K55	1374,79		0+495	60
970 K56	1375,81		0+588	93
975 S62	1375,26		0+668	80
980 S63	1375,37		0+708	40
982	1376,14		0+728	20
984 P.Tejar-Quebradilla (10)	1376,14		0,735	7
990 S64	1375,66		0,740	5
995 S65	1375,42		0+773	33
1000 E7	1360,05		0+000	
1010 E6	1361,96		0+066	66
1020 E5	1362,53		0+151	85
1030 E4	1363,18		0+232	81
1040 E3	1363,58		0+305	73
1050 E1	1364,43		0+399	94
1060 S38	1366,67	1365,96	0+468	69
1070 S37	1366,47	1366,26	0+513	45
1080 S36	1367,00	1366,67	0+573	60
1090 S35	1367,46	1366,96	0+617	44
1090 S35	1367,46	1366,96	0+617	
1100 S34	1367,40	1367,25	0+661	44
1110 S29	1367,81	1367,56	0+706	45
1120 S30	1367,91		0+758	52
1130 S31	1368,86		0+833	75
1140 S32	1368,87		0+910	77
1150 S33	1369,33		1+014	104

Generación de perfiles naturales

Con esta información se corrió el programa, obteniéndose resultados que indican que el cauce actual, como se ha demostrado históricamente, no tiene capacidad para conducir el caudal de diseño. Por lo tanto, se determinaron los sectores en los que se produce inundación y hay déficit de nivel de las márgenes.

Dado el poco gradiente disponible, en este río debe procurarse el incremento de sección hidráulica por ampliación lateral y no por profundización del cauce. El mantenimiento del balance energético inicial es una de las premisas de diseño.

A continuación se procedió a modificar la sección del cauce, dándole una inclinación de talud de 1 y un ancho variable de la base, hasta lograr que el caudal de diseño fuera aproximadamente acomodado dentro de la sección del canal principal. En los sitios donde existiera déficit en la altura de los márgenes, se procuró que fuera limitado y fácil de solucionar con un dique. El material excavado fue utilizado para la construcción de diques y del borde libre.

En el puente Tejar-Tobosi, en la desembocadura del río Coris en el Purires y en la confluencia del río Purires con el río Reventado se hizo necesario profundizar el cauce para mejorar la capacidad hidráulica. Esta modificación se restringió a los valores menores posibles, para evitar alteraciones energéticas importantes. Se propone una excavación de 1,32 m en el puente Tejar-Tobosi, 0,52 m en la desembocadura del río Coris y 0,50 m en la confluencia del río Purires con el Reventado.

Análisis de la sección hidráulica de los puentes

En el tramo considerado se cuenta con diez puentes. En general, los puentes se construyen de modo que constituyen obstáculos para el transporte del caudal. Utilizando el modelo se analizó la conducta hidráulica de todos los puentes, concluyéndose que los puentes Tejar-Tobosi y Tejar-Barranca muestran características geométricas inadecuadas que provocan inundaciones, tal como se pudo verificar históricamente.

El puente Tejar-Tobosi es insuficiente en un 60% del caudal de diseño. En conclusión es necesario remover dicho puente y proponer una nueva estructura con capacidad para los requisitos del caudal correspondiente.

El puente Tejar-Barranca es insuficiente en un 20% y fue severamente deteriorado en la inundación de octubre de 1990. Además, la reducción del nivel en la confluencia del río Purires con el río Coris afecta la estabilidad de las pilas de dicho puente. Estos tres motivos hacen necesaria la demolición y reconstrucción de la estructura, adecuándola a las nuevas condiciones del perfil del río.

Diseño de diques

Los perfiles longitudinales de los diferentes tramos del río permiten identificar los sectores en los que deben levantarse diques y su altura, a la que hay que sumar el borde libre. Esta labor se facilita pues los considerables volúmenes de excavación se pueden utilizar para conformar esta protección. Los taludes de los diques deben ser muy planos para mejorar su estabilidad. Se recomiendan taludes del orden de 4:1 y deben ser, preferiblemente, cubiertos por césped.

Volúmenes de excavación

El programa calcula los volúmenes de excavación (HEC-2, 1991). Esta información es muy importante para efectos de la estimación de los costos asociados de excavación, transporte y utilización de los suelos removidos (Cuadro 9).

Cuadro 9. Volúmenes de excavación en los tramos modificados del río Purires

Tramo	Longitud (m)	Volumen (m ³)
EF	1090	24 900
DE	780	16 300
CD	1150	20 300
AC	3210	29 800
Tablón	640	4 000
Cabrera	320	1 500
Coris	775	15 700
Reventado	215	4 250
Aguacaliente	465	7 800
Total	8645	124 550

Acciones correctivas

REHABILITACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Se recomienda la rehabilitación hidráulica del río Purires de acuerdo con las siguientes características:

- a. Sector de la confluencia del río Reventado con el río Purires hasta la confluencia del río Purires con las quebradas Guatuso y Mollejones (Sector EF):

Longitud actual:	1300 m
Pendiente actual:	3,85/1000
Longitud rectificado:	1090 m
Pendiente con rectificación:	4,12/1000
Caudal:	113 m ³ /s
Plantilla:	12 m
Volumen de excavación:	24900 m ³
Volumen unitario:	25,15 m ³ /m

- b. Sector de la confluencia del río Purires con la quebrada Guatuso hasta la confluencia del río Purires con la quebrada Lobo (Sector DE):

Longitud actual:	780 m
Pendiente:	2,29/1000
Caudal:	96 m ³ /s
Plantilla:	12 m
Volumen de excavación:	16300 m ³
Volumen unitario:	20,90 m ³ /m

- c. Sector de la confluencia del río Purires con la quebrada Lobo, hasta la confluencia del río Purires con el río Coris (Sector CD):

Longitud actual:	1150 m
Pendiente:	2,48/1000
Caudal:	86 m ³ /s
Plantilla:	10 m
Volumen de excavación:	20300 m ³
Volumen unitario:	17,65 m ³ /m

- d. Sector de la confluencia del río Purires y el río Coris, hasta la confluencia del río Purires con la quebrada Cabrera (Sector AC):

Longitud actual:	3265 m
Pendiente actual:	5,53/1000
Longitud rectificado:	3210 m
Pendiente con rectificación:	5,70/1000
Caudal:	55 m ³ /s
Plantilla:	8 m
Volumen de excavación:	29800 m ³
Volumen unitario:	9,74 m ³ /m

- e. Sector de la confluencia del río Purires con la quebrada Cabrera hasta el puente sobre el río Purires, que une la población de Tobosi con la población de Quebradilla (Sector Tablón):

Longitud actual:	640 m
Pendiente:	11,70/1000
Caudal:	30 m ³ /s
Plantilla:	6 m
Volumen de excavación:	4000 m ³
Volumen unitario:	6,25 m ³ /m

- f. Sector de la quebrada Cabrera, desde su confluencia con el río Purires hasta el puente que une la población de Quebradilla con la población de Tejar (Sector Cabrera):

Longitud actual:	320 m
Pendiente:	9,03/1000
Caudal:	10 m ³ /s

Plantilla:	5 m
Volumen de excavación:	1500 m ³
Volumen unitario:	4,69 m ³ /m

- g. Sector del río Coris desde su confluencia con el río Purires hasta el puente que une la población de Tobosí con la población de Tejar (Sector Coris):

Longitud actual:	775 m
Pendiente actual:	<0
Pendiente modificada:	0,37/1000
Caudal:	32 m ³ /s
Plantilla:	10 m
Volumen de excavación:	15700 m ³
Volumen unitario:	20,25 m ³ /m

- h. Sector del río Reventado, aguas arriba de la confluencia con el río Purires (Sector Rev.2):

Longitud actual:	215 m
Pendiente:	8,84/1000
Caudal:	75 m ³ /s
Plantilla:	15 m
Volumen de excavación:	4250 m ³
Volumen unitario:	19,77 m ³ /m

- i. Sector del río Aguacaliente, aguas abajo de la confluencia con el río Purires (Sector Rev.1):

Longitud actual:	465 m
Pendiente:	9,53/1000
Caudal:	187 m ³ /s
Plantilla:	18 m
Volumen de excavación:	7800 m ³
Volumen unitario:	16,77 m ³ /m

RECTIFICACIÓN DE MEANDROS

Se requiere reencauzar el río Purires en el sector aguas abajo del puente que une las poblaciones de Tobosí y Barrancas (meandro ubicado en la finca de don Aníbal Arrieta) y el sector aguas abajo del puente que une las poblaciones de Tejar y Guayabal, desembocadura del río Purires en el río Reventado.

REDUCCIÓN DEL NIVEL DE FONDO

Se debe bajar el nivel de fondo del río Purires, principalmente antes y después del puente entre las poblaciones de Tejar y Tobosí, en la confluencia de los ríos Purires y Coris, y en la confluencia de los ríos Purires y Reventado.

PROTECCIÓN DE PUENTES

Mejorar la cimentación de algunos puentes ubicados sobre el río Purires, principalmente Tobosi-Quebradilla, Tobosi-Barranca y Tejar-Guayabal.

CONSTRUCCIÓN DE PUENTES

Para un eficaz drenaje de la cuenca, se requiere demoler y reconstruir los siguientes puentes:

- a. Puente sobre el río Purires en el camino que une las poblaciones de Tejar y Tobosi:

Caudal: 55 m³/s
Luz: 10 m
Claro: 3,0 m

- b. Puente sobre el río Purires en el camino que une las poblaciones de Tejar y Barrancas:

Caudal: 86 m³/s
Luz: 12 m
Claro: 4,25 m

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El método del Número de Curva del Servicio de Conservación de Suelos es el más recomendable para calcular las pérdidas por infiltración, dado que permite al usuario tomar en consideración las condiciones edafológicas y de cobertura vegetal.
2. El hidrograma adimensional del SCS es el producto de la combinación de numerosos hidrogramas unitarios en diferentes condiciones climáticas, por eso se recomienda su uso dado su carácter más universal que los otros hidrogramas unitarios propuestos en el modelo.
3. Para mejorar el ajuste de los hidrogramas calculados con los hidrogramas observados, se recomienda derivar hidrogramas unitarios típicos para las diferentes zonas geográficas y climáticas que caracterizan el territorio nacional.
4. Debe determinarse el tiempo de desfase con base en eventos históricos de la cuenca, evitándose en lo posible el uso de ecuaciones empíricas derivadas en cuencas de diferente conducta hidrológica.
5. La modelación hidrológica utilizando HEC-1 ha demostrado ser una poderosa herramienta para la simulación de caudales máximos, aún dentro de las

limitaciones que surgen de la insuficiencia de datos, ya que permite la generación sintética de la información faltante.

6. La modelación hidráulica utilizando HEC-2 es, a su vez, una valiosa metodología de análisis y diseño de obras en los ríos, incluidas estructuras hidráulicas tales como puentes o alcantarillas. Sin embargo, sus requisitos de información de entrada son más exigentes en comparación con el modelo HEC-1. La información de entrada debe ser levantada directamente en el campo y esto constituye un gran esfuerzo en tiempo, recursos humanos y financieros. Se recomienda, en conclusión, dar prioridad a la obtención de los datos del HEC-2, al iniciarse un proceso de modelación hidrológica e hidráulica de una cuenca. Debe tenerse cuidado en levantar la información topográfica de acuerdo a los requisitos del HEC-2.
7. En el análisis hidráulico se determinó que hay dos puentes: Tejar-Tobosi y Tejar-Barranca, que no tienen la capacidad hidráulica suficiente. En consecuencia, estos deben ser removidos y reconstruidos de acuerdo al diseño geométrico propuesto. Esta es una condición indispensable para el correcto funcionamiento del sistema de drenaje presentado.
8. El mantenimiento del balance energético inicial es una de las premisas de diseño. Para ello, en casos de poca pendiente debe procurarse el incremento de la sección hidráulica por ampliación lateral, y no por profundización del cauce.
9. La garantía para el funcionamiento adecuado del sistema de protección contra las inundaciones se basa en el mantenimiento de las características geométricas de diseño del cauce. En consecuencia se requiere una periódica labor de mantenimiento de la base, taludes, pendientes longitudinales y vegetación, para corregir las alteraciones introducidas por erosión o sedimentación. Esta recomendación adquiere mayor relieve en los sectores en los que se ubican los puentes y en las confluencias de ríos.
10. Se debe implementar un plan de manejo de uso de la tierra para minimizar el conflicto existente entre el uso actual y su capacidad de uso. Con este estudio se señalan las zonas de alto riesgo de erosión. Dado que los bosques constituyen la cobertura vegetal más eficiente para la conservación de agua y suelo, que la cuenca alta cae dentro de la categoría de uso potencial de bosques, que las zonas altas parecen económicamente poco activas y que existen programas estatales con incentivos técnicos y económicos, se considera que un programa de reforestación podría ser realista y existoso. De no darse este plan de rehabilitación de la cuenca alta no se puede garantizar que se mantenga el período de retorno para el cual fueron diseñadas las obras.
11. Es necesario implementar labores de extensión/educación ambiental para concientizar a los pobladores de la cuenca (desde la parte alta hasta la parte baja) sobre el concepto de manejo integrado de los recursos naturales y uso correcto de los recursos agua, suelo, bosques, etc.

FINANCIAMIENTO REQUERIDO

El Proyecto tiene un contenido de 30,5 millones de colones desglosados de la siguiente manera:

Aporte MIDEPLAN (recursos PL-416)	20 000 000
Aporte CNE	3 300 000
Aporte Grupo de Productores de Helechos y Ornamentales	7 200 000
	<hr/>
TOTAL	¢ 30 500 000

Presupuesto estimado

Excavación para rehabilitación (130 000 m ³)	20 150 000
Excavación cauce nuevo (18000 m ³)	1 800 000
Excavación en roca (140 m ³)	420 000
Relleno/compactación cauce viejo (16000 m ³)	1 600 000
Obras menores	1 000 000
Obras por administración	500 000
Indemnizaciones	450 000
Personal técnico (topógrafo y dibujante)	900 000
Gastos de viaje	240 000
Combustible y lubricantes	200 000
Equipo de dibujo y oficina	350 000
	<hr/>
TOTAL	¢ 27 610 000