

acondicionamiento del curso inferior del río Var

NIZA * FRANCIA

G. VIÉ, Ing. de Minas

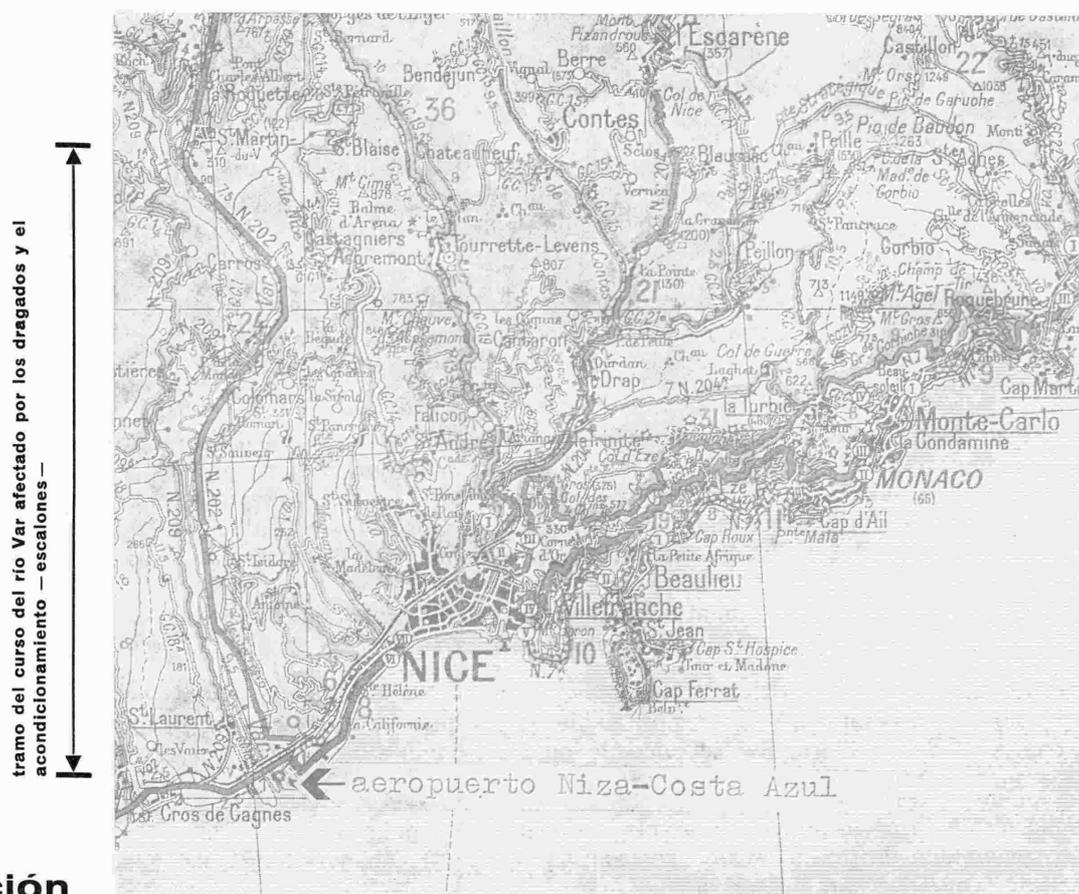
sinopsis

536-12

El sistema empleado en la ordenación del cauce del río Var se basa en la creación de una serie de escalones dispuestos transversalmente con una separación entre ellos de 1 km, con la finalidad también de mantener el nivel de la capa freática en la llanura adyacente.

Otros problemas directamente relacionados con el río, son la ampliación del aeropuerto próximo, la comprometida estabilidad de los puentes de la carretera nacional y del ferrocarril, a causa de los fenómenos de socavación y la delicada situación de las empresas extractoras de materiales del río, ante la necesidad de prohibir tales operaciones.

Se ha conseguido también evitar los daños que las avenidas periódicas ocasionaban en los terrenos de las márgenes del río.



situación

El Var es un río costero de rápida pendiente. Desciende de los Alpes hacia el Mediterráneo, a las puertas de la ciudad de Niza.

Antes de que estuviese encauzado en su curso inferior, ha causado en el transcurso de los años grandes estragos por sus desbordamientos. Las aportaciones sólidas le hacían a menudo cambiar de lecho.

Las formaciones de aluviones, en gran parte de origen granítico, representaban considerables volúmenes de material, cuya extracción, desde principio de siglo, y particularmente desde 1945, época que coincide con la aparición de la maquinaria mecánica Diesel, fue la fuente de sañados ingresos para las empresas de dragados.

En el transcurso del verano de 1970 no se contaban menos de 27 empresas de extracciones y dragados, repartidas sobre las dos orillas del curso inferior del río, las cuales han retirado del lecho, sólo durante el mes de junio de 1970, alrededor de 158.500 m³, ó 300.000 t de materiales.

Se calcula que en año y medio estos diferentes explotadores extraigan 3.600.000 t de arena, grava y guijarros, tanto río arriba, como río abajo, del Puente de La Manda, es decir, en los 20 km del curso inferior del río, entre Saint Martin du Var y su desembocadura, aguas abajo de los puentes de Saint Laurent du Var.

Un trabajo de tal tipo se había intentado realizar durante varias decenas de años, con medios casi siempre avanzados. El lecho del río se ha encontrado con una profundidad de 8 a 10 m, entre el encajonamiento de sus diques.

El nivel del agua ha sido proporcionalmente rebajado, y el descenso de la capa aluvial ha colocado a los ribereños y colectividades que allí se abastecían por bombeo, en serias dificultades.

Terrenos que otras veces quedaban inundados de una forma periódica, eran sorprendidos por la sequía.

En lo que respecta a los materiales retirados del río, su venta no ha representado dificultad alguna, en razón del desarrollo extremadamente rápido de las aglomeraciones, y de equipos de toda naturaleza, no solamente en la región de Niza, sino en toda la Costa Azul más cercana de la frontera italiana.

Las rocas que predominan en la zona litoral a una y otra parte de Niza son calizas relativamente blandas. Los pórfidos no pueden ser encontrados más que cerca de Saint Raphaël, en el macizo de Esterel, a casi 60 km de Niza, o los granitos en el macizo de Mercantour, a más de 60 km del norte de Niza.

La cantidad de materiales transportados cada año por el río, hacia su curso inferior en el llano, y su desembocadura, ha sido estimada, siguiendo los períodos de las crecidas, entre 100.000 y 200.000 m³. Las presas de las centrales hidroeléctricas construidas aguas arriba son ciertamente responsables en parte de la disminución de las aportaciones sólidas, puesto que hasta hace poco el material de aluvión constatado era mucho más importante. La evolución de las líneas de nivel, en el curso de los últimos 20 ó 25 años, en el emplazamiento del delta submarino del río Var, al sur del actual aeropuerto, no puede explicarse de otra forma, puesto que es, desde 1940, cuando este adelgazamiento del delta submarino ha podido ser observado.

Entre los inconvenientes más o menos graves resultantes del descenso del fondo del lecho del río, figuran el peligro de socavación al pie de los diques laterales de protección contra las crecidas, y el desequilibrio de las pilas de puentes, como el de Manda, a una docena de kilómetros aguas arriba de la desembocadura.

El lecho móvil, formado por limos, arenas y gravas, y los guijarros arrastrados por la corriente, es ya susceptible de que él mismo sea socavado, sin que un desequilibrio consecuente a los dragados, intervenga para acelerarle.

Con mayor razón, las desigualdades del relieve de este lecho móvil, entre regímenes torrenciales y fluviales, provocan torbellinos. En efecto, toda modificación de la forma de circulación nacida de los fenómenos de cavitación, puede tener peligrosas repercusiones para la estabilidad de las pilas de los puentes.

Las corrientes perturbadoras de una acción prolongada originan excavaciones más profundas en los suelos gravosos y pedregosos, que en los pulverulentos (fangosos), porque las pendientes arenosas se desmoronan cuando llegan a ser demasiado impetuosas. La experiencia demuestra que alrededor de una pila de un puente, el lecho de un curso de agua se socava más o menos profundamente. Se piensa, sin razón, que tal socavación presenta una profundidad máxima en el momento de una crecida, y que en parte se rellena de nuevo con la decrecida, a causa del acarreo de los elementos constitutivos del lecho del río, o por la sedimentación de granos u otros elementos finos en suspensión en el agua.

Son numerosas las construcciones venidas abajo a causa de que la socavación en sus apoyos desciende más abajo de la cota inferior de su cimentación.

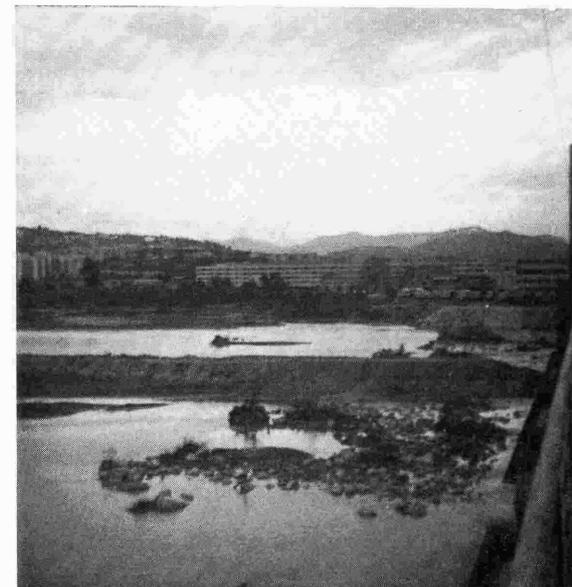
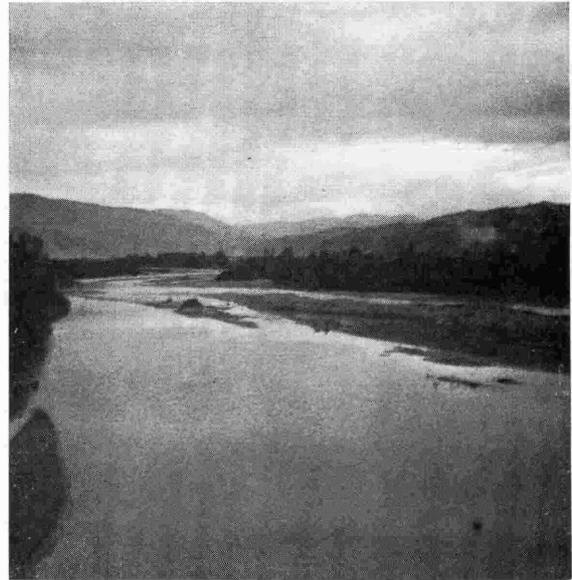
El peligro aumenta cuando el desequilibrio es provocado por la recogida mecánica de materiales del lecho móvil, jugando el factor tiempo un papel importante.

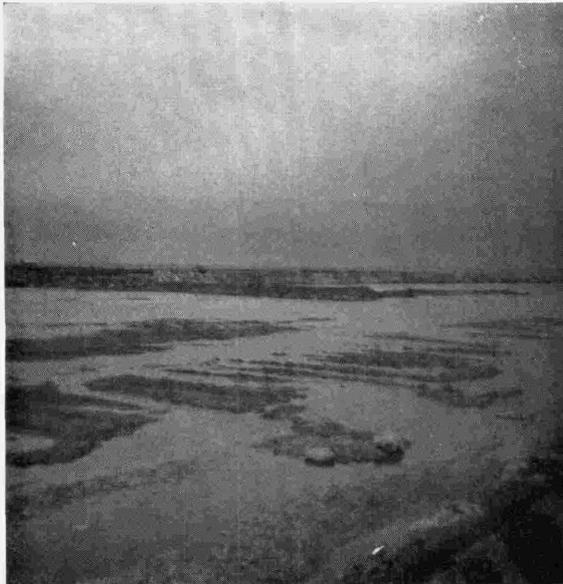
Las precauciones que podrían adoptarse corren el riesgo de ser inoperantes, no siendo la posición del lecho invariable. Los fenómenos de «vórtice» (cavitación) pueden socavar los aluviones en embudo hasta, por ejemplo, una veintena de metros de profundidad alrededor del obstáculo en la corriente, que materialice una pila de puente, o la escollera que rodea sus cimientos, teóricamente para protegerlos.

El problema es demasiado complejo para pretender establecer unas fórmulas que tengan una significación precisa; es en efecto evidente que el flujo principal es acompañado de corrientes secundarias, generadoras de complicaciones.

Una solución radical consistirá en prohibir toda extracción de materiales en el río Var, pero las necesidades son tales que convenía conceder a

A todo lo largo de su curso, el río está dividido por una franja de tierra y piedras.





las empresas el plazo de tiempo necesario para abrir canteras en otra parte u otras fuentes de aprovisionamiento, y, por otro lado, darles también un plazo susceptible de permitirles amortizar algunas de sus grandes y modernas instalaciones dragadoras del río Var.

Una Disposición Prefectoral, con fecha de abril de 1968, limitaba, en una primera restricción, las extracciones en un espesor de 3 m por encima del fondo del lecho, y una anchura de 250 m, río arriba de Lingostierè, o sea, a 7 km aguas arriba de la desembocadura.

La creación de escalones a lo ancho del río Var debía permitir, a partir de agosto de 1970, extraer 7 millones de toneladas suplementarias en una primera fase, y posteriormente, y para finalizar, otros 3 millones de toneladas, si las condiciones se revelaban favorables según el examen de los resultados.

El Sindicato de empresas de extracción, trabajando al ritmo de 2 millones de toneladas anuales, habrá pues ganado cinco años de supervivencia, a partir del verano de 1970.

El Sindicato tiene por misión vigilar las extracciones, y debe percibir el canon por tonelada, fijado por la disposición Prefectoral, siendo los fondos recogidos asignados a la financiación de los trabajos.

La empresa más potente tiene aún, al borde del lecho del río Var, seis instalaciones agrupadas, con una capacidad de machaqueo-clasificación = 10.000 t/día, para una densidad de aluvión = 2.

La extracción en el río está asegurada por dos palas NORD-EST P. 90 con cangilones de 2.300 litros, funcionando en dragalina.

Se cuenta con 8 camiones Euclid, de 37 t de carga unitaria. Como en un momento dado las operaciones de dragados se realizaban a 12 km río arriba de las seis instalaciones mecánicas agrupadas, esta misma empresa contaba con 16 Euclid, recorriendo cada uno de ellos unos 600 kilómetros/día.

Las seis instalaciones agrupadas cubren una extensión superficial de 56 hectáreas en los márgenes del río Var, con un almacenaje casi permanente de 50.000 t de arenas y gravas, a 10 km de Niza.

Al fondo, final de la pista del aeropuerto. Se distingue la faja de tierra construida hasta el centro del río. Dos vistas desde la ribera derecha, girando hacia el mar.

Vista desde la ribera derecha, de espaldas al mar, hacia el puente.

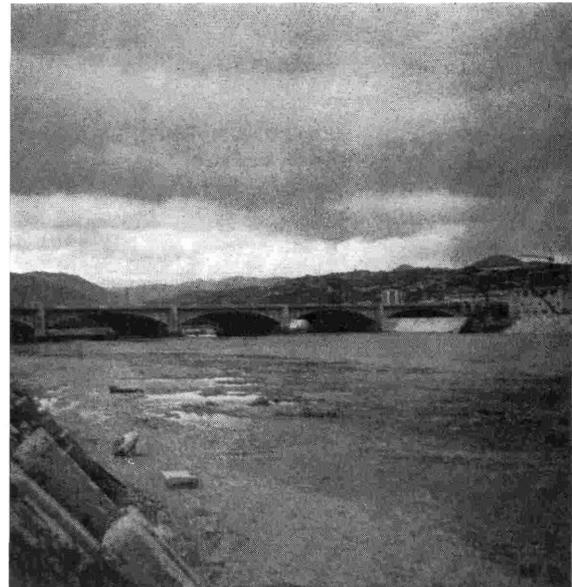
Otros problemas se han sumado al del restablecimiento del nivel de la capa freática, en la llanura aluvial del río Var.

Citemos, por ejemplo, el de la prolongación de la pista principal del aeropuerto, precisando la construcción de diques de encauzamiento en el lecho del río Var, aguas abajo del puente de la carretera denominada «Bord de Mer».

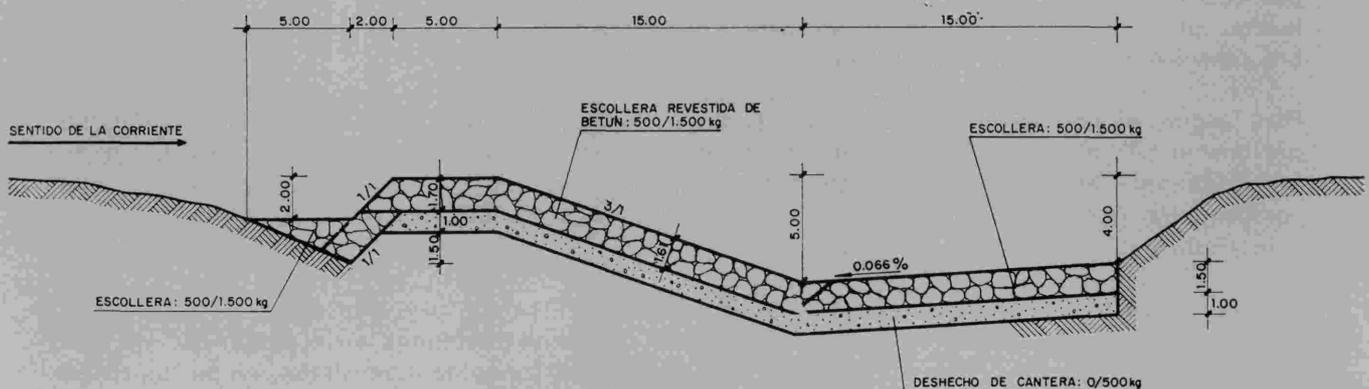
Los terraplenes del aeropuerto ya habían sido ganados al mar otras veces, por terraplenado, empleando materiales extraídos del lecho del río.

La pista, que responde en longitud a las normas actuales, es sin embargo insuficiente para los grandes aviones «jets».

El problema de la construcción de enlaces viarios implica, por otra parte, la apropiación de terrenos en la orilla derecha del río, inmediatamente río arriba del puente de la carretera Bord de Mer, y a más largo plazo en la orilla izquierda, río arriba de un nuevo puente que se ha de construir para el cruce del río con la Autopista este-oeste. El control de la evolución probable requería experiencias previas en modelos reducidos. Estas demostraron la socavación del lecho del río, fuesen o no detenidas las extracciones de materiales, lo que condujo a considerar el mantenimiento de la capa freática por la creación de escalones transversales al cauce. Se consideraron varios tipos de escalones, bien de tipo vertederos en escollera, bien constituidos por una simple o doble ataguía metálica. La estabilidad de estos diferentes escalones ha sido estudiada en modelo fluvial reducido. Su eficacia en el intento de mantener el nivel de la capa freática durante los períodos de estiaje estaba condicionada por la verificación de un caudal



sección tipo solución II



su parte de aguas abajo, lo que simultáneamente arriesgaba comprometer la estabilidad de los puentes de la carretera nacional y del ferrocarril París-Niza a la altura de Saint Laurent du Var, así como del pie de los diques de protección de los márgenes, de provocar una irrupción de agua de mar bastante lejos hacia aguas arriba, y amenazar la explotación normal de los pozos de captación de agua potable de la ciudad de Niza, que se encuentra precisamente en la orilla izquierda del río Var, frente a los puentes de Saint Laurent.

En 1970 se construyó, pues, un escalón de tablestacas bajo los puentes, protegiendo al mismo tiempo sus cimientos, y elevando el nivel del agua del río Var, para disponer las tomas de las bombas al abrigo de las avenidas de agua salada.

Las líneas de corriente del agua en período de estiaje pueden tener una cierta tendencia a divagar sobre un cauce de gran anchura, por lo que se han tomado ciertas disposiciones para dirigir las hacia la orilla izquierda y los pozos de captación de la ciudad de Niza.

Los riesgos de colmatación han sido objeto de un minucioso examen. La irregularidad del perfil transversal del lecho del Var es tal que la línea de agua en estiaje se encuentra muy sensiblemente por debajo del cero medio del fondo del lecho. Se deduce de ello que los escalones nivelados a ras de este cero medio originarán la elevación de la línea de agua en estiaje, y gracias a una regulación del lecho aguas arriba del escalón podrá evitarse la creación de zonas de aguas estancadas, propicias a la decantación y sedimentación de elementos finos en suspensión en dichas aguas.

Más río arriba, el curso del Var, en varios kilómetros, ha sido seccionado en «esclusas» sucesivas, tantas como escalones en el modelo materializado por uno u otro de los esquemas reproducidos en el presente artículo.

La elección se ha basado sobre todo en consideraciones sobre el precio de coste de cada obra, en el conjunto de los escalones de tipo trapecoidal en escollera.

Se ha demostrado más recientemente que los niveles de los pozos testigos tenían una tendencia a la estabilidad, incluso a la ascensión, en regiones cercanas del lecho abandonado por los extractores. De ahí la decisión de no crear escalones, al menos provisionalmente, en la parte del lecho aguas arriba de La Manda.

Cada escalón construido transversalmente está precedido, en el sentido de la corriente, de una banda de unos 20 m de anchura, unida al fondo aguas arriba por un talud escarpado, y seguido, aguas abajo, de una banda de 50 m de anchura, unida al fondo del lecho por un talud de 5 m de anchura por 1 de alto.

Los escalones están separados 1.000 m. En estiaje, son susceptibles de mantener la capa de agua con un caudal perdido por fugas en total (infiltraciones subterráneas y laterales, fugas directas), de alrededor de 5 m³ para un caudal de estiaje de 11 m³.

La prueba ha sido realizada basada en que la presencia de los escalones tenía una influencia sensible, incluso a distancia, sobre el nivel de la capa en la llanura del Var. El perfil longitudinal del lecho del río entre el puente de La Manda y Lingostière (unos 6.000 m), acusa una pendiente que varía, de aguas arriba hacia abajo, entre 4,6 y 6,2 milésimas.

Para el escalón formado por dos ataguías, el intervalo concierne a toda la anchura de los puentes ferroviario y de carretera, con solera de bloques naturales estabilizados de betún u hormigón. Este escalón soporta permanentemente una lámina de agua de 1 m de altura, con rastrillo abajo terminando la obra.

Los estudios relativos a la desembocadura del Var han demostrado que el lecho podía ser reducido, río abajo de los puentes de Saint Laurent, en una anchura de 220 m para realizar una prolongación de la pista del aeropuerto de Niza, que alcanzaría los 3.000 m de longitud, para facilitar las evoluciones de los tetrarreactores y la creación de nuevos puestos de estacionamiento, parking e instalaciones destinadas al tráfico viajero. El movimiento actualmente se aproxima a los 2 millones de pasajeros. Alcanzará de 3 a 3,5 millones hacia 1978.

Serios problemas se han planteado, y se plantean todavía, para la construcción de una segunda pista de 3.000 m al sur de la pista actual, pues no se dispone del terreno adecuado, salvo una estrecha banda de tierra al sur, frente al litoral mediterráneo.

Se está considerando, pues, la posibilidad de expropiar unas 280 a 300 hectáreas sobre el mar, siendo determinada esta superficie teniendo en cuenta la topografía y naturaleza de los fondos marinos, cuyo conocimiento es completo. 25 millones de m³ serán necesarios para el relleno y sólo dos soluciones pueden ser consideradas para procurarse estos materiales.

La primera solución consistiría en extraer las gravas y guijarros dragando los fondos marinos, alrededor de la desembocadura del Var a profundidades de 40 y 100 m, y suficientemente lejos de las playas para que no exista el riesgo de desaparición por falta de asiento.

La segunda idea sería recuperar estos 25 millones de m³ de relleno, creando 500 hectáreas de terrazas sobre la orilla derecha del Var, aguas arriba de los puentes de Saint Laurent, con una altura media de 5 m, a lo largo de algunas de las culminaciones que bordean el río. Tal solución presentaría además la ventaja de abrir a la construcción terrenos actualmente inutilizables.

Incluso en los conglomerados, cuya presencia es bien conocida, la apertura de canteras no es fácil por razón de las necesidades de protección del paisaje.

En algunos años, una vez expirado el período de transición, las empresas ya no gozarán del beneficio del plazo que se concedió, y las extracciones de materiales estarán completamente prohibidas en el lecho del río Var, no siendo las reservas inagotables.

La mayor empresa de la región de Niza (Jean Spada) ha creado una gran cantera en Roquefort les Pins, en las dolomías, a 18 km al oeste del aeropuerto de Niza-Costa Azul, donde se tiene organizada una extracción hasta una media de 4.000 t/día, en unos terrenos que totalizarán una superficie de 35 hectáreas correspondientes a reservas explotables del orden de 20 millones de toneladas.

La extracción en cantera será más costosa que en el lecho del río Var, y el factor de un transporte más lejano se hará igualmente sentir sobre los precios de coste. El canon, o derechos de extracción en el lecho del Var, es de 1,50 francos por tonelada, y sirve para la financiación de los trabajos de instalación de los escalones transversales en el cauce.

Por el contrario, la sobrecarga por tonelada prevista para los materiales extraídos en cantera con explosivos es de 5 francos, en las condiciones de 1971.



La exposición que precede muestra las dificultades que son factibles de manifestarse cuando la importancia de los préstamos fluviales llegan a ser tales, que su caudal sólido no puede corresponder a los que son extraídos.

Los desórdenes que de ello resultan pueden plantear problemas singulares, cuya solución puede ser larga y costosa.

En la mayor parte de los cursos de agua sobre los cuales las Sociedades de Energía hidroeléctrica han construido grandes presas de retención, estos materiales de aluvión son retenidos, y las recogidas realizadas río abajo, por las empresas de materiales, no pueden reconstituirlos.

Las extracciones en el lecho de ríos torrentosos destruyen el equilibrio de los terrenos que constituyen las orillas. Estos terrenos se desfondan, y el lecho se ensancha en perjuicio de los propietarios ribereños. Resulta de ello que frecuentemente se entablan procesos judiciales, y conocemos ejemplos en que ha sido preciso disponer cimentaciones o escolleras sobre las orillas para evitar su erosión.



este dique existe sólo en la ribera derecha

detalle de un dique de contención

résumé

Aménagement du cours inférieur du Var - Nice (France)

Georges Vié, ingénieur des mines

Le système suivi pour l'endiguement du cours du Var est basé sur la création d'une série de seuils en travers espacés de mille mètres, dans le but également de maintenir le niveau de la nappe phréatique dans la plaine contiguë.

D'autres problèmes directement liés à ce cours d'eau sont l'allongement de la piste principale de l'aéroport voisin, la stabilité compromise des ponts de la route nationale et du chemin de fer Paris-Nice, à cause des phénomènes de cavitation, et la situation délicate des entreprises de scrapage et de dragage des matériaux du fleuve, devant l'interdiction de cesser de telles opérations.

On est arrivé à éviter également les ravages que les débordements périodiques occasionnaient aux terrains riverains.

summary

Conditioning of the lower course of the river Var - Nice (France)

Georges Vié, Mining Engineer

The system used for remaking the bed of the River Var is founded on the creation of a series of steps placed diagonally at intervals of 1 km, with the added purpose of maintaining the ground water level on the adjacent plain.

Other problems directly related with the river are the enlargement of the nearby airport, the endangered stability of the highway and railway bridges due to the phenomena of undermining, and the difficult situation of the companies which extract materials from the river, faced with the necessity of prohibiting such operations.

This scheme has also managed to prevent the damage that used to be caused by periodical flooding along the banks of the river.

zusammenfassung

Kanalisation des Unterlaufes des Var, Niza - Frankreich

Georges Vié, Tiefbauing

Das angewandte System um den Fluss Var zu Kanalisieren, besteht einfach in der Bildung einer Reihe von Querstufen, mit ca. 1 km. Entfernung zwischen den einzelnen, um gleichzeitig den Wasserspiegel in der anliegenden Ebene zu erhalten.

Andere Probleme, die in direkter Verbindung mit dem Flusse erscheinen, sind: die Erweiterung des benachbarten Flughafens, die unsichere Stabilität der Strassen- und Eisenbahnbrücken, die auf dem Phänomen der Unterhöhlung zurückzuführen ist und die heikle Lage der Unternehmen, die aus dem Fluss Rohstoffe gewinnen, vor der Notwendigkeit diese Tätigkeiten zu verbieten.

Man erreichte ebenfalls eine Verhinderung neuer Schäden, welche durch periodische Hochwasser in den umliegenden Landflächen entstanden.