

MUNIBE(Ciencias Naturales)	40	39-54	SAN SEBASTIAN	1988	ISSN 0027 - 3414
----------------------------	----	-------	---------------	------	------------------

Recibido: 20-XI-1987

Aceptado: 21-VII-1988

# Evaluación de la carga detrítica en suspensión y carga en solución del río Oñati (Cuenca del río Deba. Guipúzcoa)

## Evaluation of the Oñati stream detrital suspension and solution charge (Deba cantabrian basin. Basque Country)

**PALABRAS CLAVES:** Evaluación, carga detrítica, suspensión, carga solución, caudal, color, precipitación, cuenca.

**KEY WORDS:** Detrital, charge evaluation, suspension charge, colour, rainfall, basin, flow volume.

**M.R.BARTUREN\***  
**UGARTE, F.M\*\***

### ABSTRACT

We have realised an investigation work in the Oñati-stream basin (Deba river's tributary: Basque Country's cantabrian basin); over this work we have gathered some data concerning fluvial dynamic (water-flow volume, colour, detrital suspension charge, solution charge). As a result of this work we have established a statistical relationship between several data:

- water-flow volume/colour.
- water-flow volume/detrital suspension charge.
- water-flow volume/solution charge.

And with other variables also:

- water-flow volume/7 previous days precipitation.

The objective of this work is to obtain information over the total suspension/solution charge; the seasonal variation of the charge and the possible relationship between the charge and some climatic phenomena.

### RESUMEN

En este trabajo realizado en la cuenca del río Oñati (afuente del río Deba, cuenca cantábrica del País Vasco), por espacio de 14 meses, se han obtenido una serie de datos relativos a la dinámica fluvial (caudal, color, carga detrítica en suspensión, carga en solución). Estos datos han sido relacionados estadísticamente entre sí:

- caudal/color.
- caudal/carga en suspensión.
- caudal/carga en solución.

Y con otras variables:

- caudal/precipitación en los 7 días anteriores.

El objetivo más importante ha sido el de obtener información sobre el conjunto de la carga transportada, así su variación estacional durante el ciclo anual y las relaciones que se establecen entre la carga y algunos fenómenos climáticos.

### LABURPENA

Oñati errekarroan egindako ikerlan hortan, hamalau hilabete behar izan ditugu lana burutzeko, erreka dinamikaren zenbait dato jaso ditugu, (emaria, margoa, detritiko suspentsio karga, disolbatutako karga).

Dato hauek beren artean erlazio naturik izan dira, edtatistika teknikak erabiliaz hortan:

- emaria/margoa.
- emaria/suspentsio karga.
- emaria/disolbatze karga.

Baita ere beste dato batzuek:

- emaria/7aurre-egunetako euri kopurua.

Ikersaio honen helburua zera izan da:

- Erreka-garraio guztiaren berri jakitea.
- Urtean zeharreko garraio zehazketa.
- Klimatiko fenomeno batzuren eta suspentsio/disolbatu garraioen arteko hartu-emanen berri jakitea.

(\*) Nota: Este trabajo se llevó a efecto gracias a la Beca Post-Doctoral de Reincorporación (B.O.E. 25-03-85), otorgada por la Dirección General de Política Científica (Ministerio de Educación y Ciencia), a uno de nosotros.

\* Dpto. de Ecología. U.C de Madrid y S.C. Aranzadi.

\*\* Dpto. de Geografía. U.A. de Madrid y S.C Aranzadi.

## INTRODUCCION

Los estudios orientados a tratar de evaluar la carga detrítica (solución + suspensión + carga de fondo) transportada por los agentes fluviales, permiten realizar cálculos de ablación específica (carga total/km<sup>2</sup>) de las cuencas estudiadas. Los resultados obtenidos pueden ser analizados comparativamente con otras regiones con objeto de establecer la dinámica de los procesos actuales de erosión, transporte y sedimentación.

Es evidente que la carga transportada no está directamente relacionada con los procesos morfogenéticos actuales, salvo la parte correspondiente a la carga en solución, ya que buena parte de los materiales detríticos transportados se corresponden con alteritas pertenecientes a procesos morfogenéticos pre-Holocenos. De ahí que erosión actual y ablación específica no sean conceptos equivalentes.

Los datos obtenidos en esta investigación pueden tener una finalidad práctica para la resolución de ciertos problemas del tipo de los que se detallan a continuación:

- Cálculos de viabilidad de embalses.
- Ordenación de las márgenes fluviales, teniendo en cuenta el elemento fluvial como agente de transporte.
- Utilización de la carga en suspensión como indicador del estado del sistema natural, tratando de detectar procesos inusuales de erosión, debidos fundamentalmente a la acción humana (talas en matarrasa, destrucción de suelo en trabajos de obras públicas, por ejemplo).

Como se ha comentado anteriormente, una visión completa del arrastre total de un río requiere también la evaluación de la carga detrítica de fondo, para lo cual es necesaria la ejecución de los obras siguientes en el lecho del río:

- Limpieza de un tramo del lecho con objeto de eliminar la carga de fondo existente.
- Construcción de un barra transversal para la delimitación de un cuenco de recogida del material de arrastre.

La envergadura de las obras citadas no se encontraba al alcance de los medios con que se dispuso para la realización del presente trabajo, por lo que no llegó a efectuarse la evaluación de la carga de fondo. Sin embargo, los contactos llevados a cabo con la Diputación Foral de Guipúzcoa permitirán la puesta en marcha de esta investigación en un próxima fase.

Al mismo tiempo que estas cuestiones, se plantearon otras referentes a la incidencia que podían

presentar en las variaciones detectadas en la carga detrítica, aspectos tales como las oscilaciones climáticas anuales o diferentes métodos en la toma de muestras.

En el presente trabajo se abordan estos aspectos de la evaluación de la carga detrítica de un río vasco-cantábrico de cabecera en el período comprendido entre Junio de 1986 y Agosto de 1987.

## OBJETIVOS

Los objetivos del trabajo consisten, por una parte, en evaluar la carga detrítica, tanto en suspensión como en solución, en el río Oñati (afluente del Deba, Guipúzcoa) y observar su variabilidad durante un ciclo anual.

En segundo lugar, se persigue conocer la relación entre la carga detrítica y la variabilidad de algunos parámetros que se detallan a continuación:

- Relación caudal/carga en suspensión.
- Relación caudal/carga en solución.
- Relación entre la ocurrencia de algunos fenómenos climáticos (innivación, deshielo, tormentas de precipitación concentrada) y el aumento de la carga detrítica.

Estas relaciones se buscaron utilizando diversas técnicas de registro de la carga detrítica, con objeto de comparar los resultados entre distintos tipos de toma de muestras.

De forma complementaria, se ha hecho un estudio de la variación conjunta de ciertos aspectos del balance hidrológico: precipitación/caudal; color del flujo de agua/caudal.

## AREA DE ESTUDIO

### Características generales

El valle de Oñati es una cubeta abierta hacia el río Deba, a través de la cluse de Elorregui. Se halla situado en el SW. de Guipúzcoa, en el umbral de la cuenca vertiente cantábrica (río Oñati/río Deba), con la cuenca mediterránea del Ebro (ríos Zadorra-Arakil). Su localización corresponde a los siguientes datos Lat. N. 43°23'31"; Lat. S. 42°53'42"; Long. E. 2°21'; Long. W. 2°28'40" (Fig. 1).

El valle en su conjunto ocupa un total de 108,3 km<sup>2</sup> de los cuales 62,08 km<sup>2</sup> corresponden al valle principal, entre la Sierra Aloña-Aizkorri-Cuesta de Orkatzategui. Entre estos relieves y el monoclin de la Sierra de Artía (al S., interfluvio con la cuenca del



Figura 1. Datos geográficos y situación de la zona estudiada.

Oñati:	
Lat.	43°04'54" N.
	42°56'47" S.
Long.	2°21' E.
	2028'40W.
Super.	108, 3 km <sup>2</sup>

Cota máxima: 1.365 m.s.n.m. (Artzanburu. Sierra Aizkorri).  
Cota mínima: 175 m.s.n.m. (Elorregui. Río Deba).

Ebro y borde N. del sinclinal del Surco alavés), se abren la cabecera del río Aránzazu (27,13 km<sup>2</sup>) y la cubeta de Araoz (19,09 km<sup>2</sup>). (UGARTE 1982).

Los contrastes altimétricos, tal como corresponden a una cabecera de cuenca cantábrica, son muy acusados; 1400-1500 m.s.n.m., en el cresterío de la Sierra de Aloña-Aizkorri; < 200 m. en la entrada del río Oñati en el Deba (Elorregui); con una cota de 200-230 m. para la vega actual. La altitud media es de 550 m., superior a la media de Guipúzcoa.

La superficie situada en cotas inferiores a los 300 m. (vegas actuales), sólo supone el 11,6% (12,6 km<sup>2</sup>) de la superficie total: la mayor amplitud de superficie se da entre los 300 y 600 m.; 44% (47,6 km<sup>2</sup>). A partir de la cota de los 800 m. la superficie disminuye sensiblemente: 22,2% (24,3 km<sup>2</sup>).

La morfología contrastada, vertientes con fuertes pendientes, relieves estructurales (cresterío, frentes de cuesta...), fondos de valle, se traduce en una media, superior a los 23° a partir de los 500 m., cota en donde empiezan a mostrarse las vertientes más duras de la estructura calcárea. De todas formas, las pendientes siguen siendo acusadas en cotas más bajas; 182 entre los 300 y 400 m.; 142 entre los 200 y 300 m. La actual vega aluvial ocupa una superficie inferior al 10% del total, con pendientes subhorizontales.

La red hidrográfica actual drena hacia el río Deba, constituyendo la cabecera oriental del mismo río (Deba-Oñati). En el borde oriental se encuentra el umbral de la cuenca del río Urola, interfluvio de Udana-Arratola-Jarodo (500-900 m., con una dirección N-S). (Fig. 2).

Existe un drenaje superficial predominante en las zonas de afloramientos de litología argilítico-areniscosa y de margo-calizas (núcleo anticlinal de Satui) y un drenaje hipogeo en la zona de calizas. En esta zona, debido a esta peculiaridad, se dan fenómenos de distorsión de la red hidrográfica; concentración de las zonas de emisión (surgencias, manantiales), trasvase de cuencas... El drenaje superficial se produce en dos niveles altimétricos.

a) Entre el umbral Cantábrico/Ebro (Sierra de Artia. 1100 m.) al S. y la estructura calcárea de la Sierra de Aloña-Aizkorri, Cuesta de Orkatzategui). Nivel de base relativo, cluse de Jaturabe (350-400 m).

b) A partir del contacto de las calizas (hacia el N.) con los materiales más impermeables (argilítico-areniscosos). Nivel de base relativo, río Deba (cota <200 m).

La característica del drenaje desde una perspectiva estructural es bastante compleja; se compone de las siguientes unidades:

- Cataclinal en el flanco S. del anticlinal de la Sierrade Satui.
- Ortoclinal en el valle principal.
- Anaclinal en el frente N. del monoclin de la Sierrade Artía; en la zona media del río Aránzazu y del río Urkuilu.
- Poco antes de entrar en el río Deba el río Oñati, al formar la cluse de Elorregui, incide un importante paquete de areniscas (flanco S. del anticlinal de Satui y el núcleo de margocalizas).

El modelo de disección es de tipo dendrítico en todas aquellas zonas donde predomina la litología argilítica; en zonas del flanco S. del anticlinal y Satui (control estructural, hog-back y crestones de arenisca) y espacios de estructura similar, hay una red de drenaje de tipo paralelo. La red de drenaje es muy irregular en zonas de afloramiento calizo, por anisotropía de los materiales aflorantes, con textura muy desigual (Fig. 2).



Figura 2. Red hidrográfica de Guipúzcoa. Localización de la zona estudiada.

### Rasgos geológicos y geomorfológicos

Desde el punto de vista de la ubicación geológica, el espacio estudiado se halla inmerso en la macroestructura denominada Anticlinorio de Vizcaya (Montes Vascos), borde occidental de la cadena Pirenaica, tal como indica AUBOUIN (1973) al referirse a las cadenas intercontinentales y concretamente al conjunto Montes Cantábricos-Pirineos-Provenza. La estructura geológica está perfectamente definida por FLOQUET y RAT (1975) cuando se refieren al «arc plissé basque».

Las características estructurales de esta región vienen definidas por RAT (1959) de la manera siguiente: «...La structure des Pays cretaces basco-cantabrique résulte en majeure partie d'une tectonique de revêtement. En effet le manteau secondaire et éocène, s'il a joué pour son propre compte dans les détails, a épousé dans l'ensemble les déformations du socle. Non seulement les grandes unités, mais aussi certains accidents localisés traduisent la rigidité du bati hercynien dont les formations sous-jacentes ne sont qu'imparfaitement affranchies: le plus typique est, à cet égard, le coin soulevé de Ramales. Par contre, le style local reflète la réponse particulière de chaque terrain superficiel à un même effort orogénique».

Dentro de este conjunto macro-estructural el valle de Oñati se configura de la siguiente forma:

#### La cuenca baja del valle enmarcada por el anticlinal de Satui, al N.

Características topográficas: Alineación montañosa, de dirección predominante E-W., con cimas redondeadas cuyas cotas superiores se hallan entre los 700 y 947 m.

Datos geográficos y geomorfológicos: Anticlinal, con el eje de la charnela en dirección E-W., hundiéndose progresivamente hacia el W. (Elorregui). Flanco meridional, buzando hacia el S-SW. (inclinación 40-70°). Litología: intercalación de argilitas y areniscas (Albense sup./Cenomanense inf.) en los flancos, margocalizas (Aptenses/Albense sup.) en el núcleo.

El anticlinal es asimétrico, su núcleo llega a aflorar hacia el W., dando lugar a las cotas dominantes, mientras que en el zona oriental (koroskorostimendi) este mismo núcleo aflora (formando una combe) en el flanco S. En este flanco el modelado dominante es producto de la erosión diferencial entre las argilitas y areniscas (hog-back, crestones). Las regatas cataclinales han conferido a sus valles un aspecto de «V», creando abundantes fenómenos de epigénesis (ruz, etc.). En las vertientes,

los coluviones de matriz limo-arcillosa, con cantos de arenisca muy aristados, son un hecho generalizado.

#### Cuesta múltiple de la Sierra de Aloña-Aizkorri; cuesta de Orkatzategui.

Características topográficas: Relieves dominantes sobre el valle de Oñati (800-1400 m.), alineación NW-SE. Grandes contrastes altimétricos con los relieves circundantes. Importantes superficie aflorante que supone un 15-20% sobre el total del territorio estudiado.

Características geológicas y geomorfológicas: Anticlinal disimétrico cabalgante (RAT, 1959). Sólo se observa el flanco S., con buzamiento S-SW., con inclinaciones que cambian de valor de W. (< 30°) y del eje hacia los flancos. El anticlinal presenta una vergencia general hacia el W., levantándose hacia el E.

La cuesta de Orkatzategui forma parte del flanco sur del pliegue al empalmar con el abombamiento de la Sierra de Zaraya.

Desde el punto de vista litológico, existe una intercalación de calizas arrecifales (facies urgoniana del Aptense), configuradas en barras y lentejones muy irregulares, con abundantes cambios laterales de facies: con calizas biostrómicadas bien estratificadas. Las primeras, con alto contenido en carbonatos, son muy karstificables. La tectonización es muy acusada: fallas de desgarre, de distensión, diaclasamiento muy intenso...

El anticlinal de Aloña-Aizkorri presenta un modelado de relieve en cuesta, cuyo frente, al N., presenta una disposición escalonada, por intercalación de barras arrecifales y estratos de caliza margosa. En la base de la cuesta, en la zona del contacto por cabalgamiento, existen unos potentes depósitos de vertiente que regularizan el frente abrupto, en su parte inferior. En las zonas cimerales del frente de cuesta afloran las calizas arrecifales, a expensas de las cuales se ha desarrollado un importante modelado kárstico con lapiaces, dolinas, simas (ALONSO y UGARTE 1981). En el dorso de la cuesta afloran las calizas biostrómicadas (margosas) con intercalación de barras irregulares de caliza arrecifal. El relieve es menos abrupto, con un acusado perfil cóncavo, en cuya superficie existe un importante depósito coluvial.

Más al S. en el flanco, el río Aránzazu incide en forma de cañón kárstico las calizas arrecifales y margosas. En esta zona los fenómenos conexos con la karstificación son numerosos:

- redes hipogeas fósiles y funcionales.
- relieves residuales fuertemente karstificados: Gaztelu-aitz, Bellotza, Erbiskun, Aitzabal.
- lapiares, dolinas.
- circulación estacional en el cauce del río: pérdidas kársticas: Guesaltza.

Otro tipo de macroformas son también visibles en este flanco S.: depresiones de génesis nivokárstica (Duru, Malla, Urbía).

La zona de Orkatzategui presenta un típico modelado en cuesta, producto de la erosión diferencial entre las calizas arrecifales (relieves superiores abruptos) y las calizas margosas, que forman las pendientes regularizadas de la base de la cuesta. En la zona superior, coincidiendo siempre con el afloramiento de las calizas arrecifales, aparece un paleokarst bien desarrollado y con formas muy espectaculares. En el dorso de cuesta se halla la cubeta de Araoz, labrada sobre las margas que se superponen a las calizas arrecifales.

Relieves que cierran el valle por el S., siendo el umbral de la cuenca vertiente superficial entre el Cantrábrico y el Ebro: Sierra de Artía.

Características topográficas: Alineación E-W. con relieves superiores situados en cotas entre los 1000 y 1100 m. en una longitud de unos 10 km. dentro del T.M. de Oñati.

Características geológicas y geomorfológicas: Estructura monocinal que corresponde al flanco N. del sinclinal del surco alavés (RAMIREZ del Pozo, 1973). Eje con dirección dominante E-W. y buzamiento generalizado hacia el S. (15-30°).

Litología: Arcillas apizarradas y arenisca intercaladas en la base (Albense inf.); areniscas de grano medio a grueso en el techo de la formación (Albense medio).

El modelado presenta la morfología de un relieve en cuesta con trazos poco marcados en su frente N., correspondiendo la vertiente alavesa al dorso de cuesta con perfiles muy tendidos; las cimas son redondeadas y el conjunto del paisaje de aspecto ondulado.

### La elección del ámbito del estudio

Hemos elegido la cuenca del río Oñati para la realización de esta investigación por los siguientes motivos:

Existe una estación meteorológica que presenta una buena fiabilidad en sus datos y se halla en el interior de la cuenca.

- La estructura de la cuenca fluvial y la geometría de la misma, con límites bien establecidos en su

perficie y salida única (Elorregui) de la red de drenaje hacia el río Deba, permiten un excelente control del territorio estudiado.

- La posibilidad de contar con medidas de caudal.
- La existencia de estudios geomorfológicos (UGARTE, 1982; UGARTE, et al. 1984; GONZALEZ, et al. 1988) que permiten un conocimiento detallado de la fisiografía, las formaciones detríticas superficiales, los procesos morfogenéticos actuales y ciertos aspectos de la hidrología.
- La moderada concentración humana e industrial de la cuenca.

Como aspectos negativos de la cuenca, sobre todo en lo que se refiere a la posibilidad de realizar cálculos sobre el balance hidrogeológico, hay que decir que, debido a la dinámica hidrogeológica kárstica, ciertos caudales correspondientes a la zona de alimentación de la Sierra de Zaraya vierten a la cuenca del río Oñati por medio de la surgencia de Saratxo, en Araoz. Que en la Sierra de Aloña-Aizkorri no se ha delimitado aún la dirección de drenaje, y, por último, que el río Urkullu, en su cuenca media, deriva aguas hacia el consumo humano (embalse de Urkullu), por lo que los datos necesarios para el balance se ven afectados.

Perturbaciones del sistema natural por la actividad humana, detectadas en la zona

### Hidrodinámica

Existen numerosas presas y pequeños azudes situadas a lo largo del talweg en todo el valle: presas realizadas por las empresas industriales para la utilización hidroeléctrica e industrial del agua, azudes de molinos. Estas retenciones del flujo de agua distorsionan la dinámica de arrastre de elementos detríticos de fondo.

Los baños de verano (aguas arriba de Olate y en la zona de Usako, río Aránzazu) provocan una turbidez artificial en los caudales de estiaje.

La construcción de pistas de montaña, talas a matarrasa de pinares (*Pinus insignis* Dougl.) y obras públicas que requieren la destrucción de suelos y la remoción de formaciones detríticas superficiales y del sustrato, facilitan el movimiento de la carga detrítica en suspensión.

### Vertidos líquidos

Son de dos tipos principales:

- a) Relacionados con las actividades agrícolas y ganaderas. Existe una cabaña ganadera de más de 1145 unidades de vacuno, 4559 unidades de ganado lanar y 459 unidades de ganado porcino (datos

de 1980). Además las instalaciones agrarias (case-ríos) suman un total de 300, repartidos en 15 barrios rurales. En general, los desechos de esta actividad no se vierten directamente al sistema superficial de drenaje, salvo los baños con tratamiento contra la sarna, efectuados por los pastores de ganado lanar.

b) Prodecentes de la zona urbano-industrial. El conjunto de la población del valle es de 11.000 habitantes, concentrados (80%) en el centro urbano de Oñati. Los vertidos urbanos se realizan directamente al río, aguas abajo del centro urbano. La transformación, vierte fundamentalmente los contenidos de:

- Baños electrolíticos.
- Baños de decapado y limpieza de metales.
- Restos de aceites y grasas.

## METODOLOGIA

El método utilizado en este trabajo ha constado de las siguientes etapas:

- Fijación de un punto de referencia de todos los datos obtenidos, que ha tenido lugar en el denominado puente de Elorregui (antiguo ferrocarril), próximo a la confluencia con el río Deba.
- Toma de muestras en dicho punto, durante un ciclo anual, para las siguientes variables: fecha, caudal, color del flujo de agua, carga detrítica en suspensión y carga en solución. Las muestras de carga detrítica en suspensión y carga en solución exigieron una labor posterior de análisis en laboratorio y la estimación del caudal, una elaboración posterior en gabinete.
- Toma de datos, proporcionadas por la estación meteorológica de Aránzadu (situada en la cabecera de la cuenca), sobre precipitación y días de innivación, deshielo y tormenta con fuerte concentración horaria de precipitación.

Análisis de las relaciones entre diversas variables mediante métodos estadísticos de ajuste polinómico y determinación de la correlación entre variables de tipo cuantitativo, y análisis de distribución de frecuencias entre variables de tipo cuantitativo y cualitativo.

Hemos utilizado sistemas de obtención de datos y análisis de las muestras sancionados por organismos competentes (United Nations and World Meteorological Organisation, 1962. «Field methods and equipment used in hydrology and hydrometeorology». United Nations, New York by R.E. OTTMAN),

los cuales han servido para la confección de una tabla de valores recogida en el Apéndice 1. A continuación se especifican los métodos y técnicas utilizados para la medida de cada una de las variables consideradas.

### Carga detrítica en suspensión

Entre Junio de 1986 y Agosto de 1987 se recogieron un total de 119 muestras utilizando en principio una botella de plástico (1 litro) de cuello estrecho, rellenando la botella en un nivel superficial (-0.05 m.). Posteriormente, se dispuso de una turbisonda (modelo USA G.S.), proporcionada por el Centro de Estudios Hidrográficos (Madrid), cuya utilización resulta más aconsejable, debido a la acumulación falsa de sedimento que suele tener lugar al usar una botella. La toma era doble, una en superficie (-0.05 m.) y otra combinada moviendo la turbisonda a lo largo de toda la altura del perfil en este punto. Este método se utilizó a partir de Mayo de 1987, obteniéndose un total de 21 muestras en superficie y 15 muestras en la modalidad combinada.

Las muestras así obtenidas han sido analizadas en el Laboratorio de Sedimentología de la S. C. Aranzadi (San Sebastián), con el siguiente procedimiento:

- Evaluación del volumen de agua recogido.
- Secado de filtros «Whatman, Glass microfibre filters. GF/C», una hora en la estufa a 105°, eliminación de humedad en desecador (7 minutos) y pesada en balanza de precisión (a).
- Secado del filtro en estufa a 105°C (una hora), eliminación de humedad, desecador (7 minutos).
- Pesada de precisión (A).
- Evaluación de la carga por diferencia de peso (A-a).

### Carga de solución

Esta muestra era enviada al Laboratorio Agrario Provincial (Zizurkil. Diputación Foral de Guipúzcoa), donde se realizaron los análisis de las siguientes variables: pH, turbidez U.N.F., conductividad (MS/cm), cloruros en Cl (mg/1), Sulfatos en SO<sub>4</sub> (mg/1), bicarbonatos en CO<sub>3</sub>H (mg/1), amonio en NH<sub>4</sub> (mg/1), dureza en Ca (mg/1), hierro en Fe (mg/1), total, manganeso en Mn (mg/1), plomo en Pb (mg/1), cromo en Cr (mg/1), cadmio en Cd (mg/1), cobre en Cu (mg/1), níquel en Ni (mg/1) y cinc en Zn (mg/1), considerándose como carga en solución la suma total de aniones y cationes analizados (mg/1),

### Caudal

En el momento de la toma de la muestra de carga se ha evaluado la altura del agua con un regleta

provisional instalada en la base del puente. Por su parte, los Servicios de medición de caudales del Dpto. de Política Territorial y Medio Ambiente de la Diputación Foral han efectuado diversas medidas puntuales de caudal (28 medidas en total), lo cual ha permitido la confección de una curva de gastos del río en este punto, cuyo cálculo queda reflejado en el Apéndice 2.

### Color

La evaluación del color se ha efectuado de manera cualitativa, observando en el momento de la toma de muestra el color del agua correspondiente al flujo del caudal. Se han distinguido cinco grupos de color, utilizando para ello valores de la Tabla Munsell.

### Precipitación

Se han tenido en cuenta los datos aportados por la estación de ARANZAZU (770 m.s.n.m.), estación ligada a la red de observatorios del Golfo de Vizcaya (San Sebastián), situada en el interior de la cuenca del río Oñati, localizada en cabecera, en el marco de una zona de montaña media.

Además de los datos de precipitación diaria (mm.), se han tenido en cuenta otros aspectos climáticos:

- Días de innivación.
- Días de deshielo.
- Días de tormenta con fuerte concentración horaria de precipitación.

Con objeto de observar el período de respuesta entre la variación de caudal observada en el punto de muestreo y el registro de precipitación en cabecera, se han elaborado estos últimos datos, construyendo un total de siete variables que representan respectivamente la precipitación acumulada del día anterior al que se tomó el dato de caudal, de los días anteriores, etc, hasta un máximo de siete días.

### Análisis estadísticos de los datos obtenidos

En primer, lugar, se efectuó un análisis de correlación lineal ( $r$  de Pearson) entre pares de variables cuantitativas, cuyos resultados se encuentran recogidos en los cuadros 1, 2, 3 y 4. Este análisis se efectuó con objeto de poner de manifiesto las relaciones más relevantes entre las distintas variables observadas, así como para descartar la profundización posterior en algunos aspectos que se revelasen como poco fructíferos, bien debido al pequeño número de muestras o a otras causas. Para la realización de estos análisis se eliminaron las muestras correspondientes a los caudales superiores a 27.000

CARGATURB1			
	COEF. CORREL.	TAMAÑO	SIGNIFIC.
CARGATURB2	0.72159	14	SI
LLUVIA1	0.20199	21	NO
LLUVIA2	0.45515	21	SI
LLUVIA3	0.60852	21	SI
LLUVIA4	0.54048	21	SI
LLUVIA5	0.4295	21	SI
LLUVIA6	0.29672	21	NO
LLUVIA7	0.22316	21	NO

Tabla 1. Correlación lineal entre el caudal y el resto de las variables consideradas, GARCABOTEL; carga detrítica en suspensión obtenida mediante botella en superficie. CARGATURB1; carga detrítica en suspensión obtenida mediante turbisona en superficie. CARGATUR2; carga detrítica en suspensión obtenida en forma combinada. LLUVIA $n$ ; Precipitación acumulada en los  $n$  días anteriores a la toma de muestras.

CARGABOTEL			
	COEF. CORREL.	TAMAÑO	SIGNIFIC.
CARGATURB1	0.5721	20	SI
CARGATURB2	0.36113	15	NO
LLUVIA 1	0.32348	103	SI
LLUVIA2	0.38444	103	SI
LLUVIA3	0.38419	103	SI
LLUVIA4	0.34303	103	SI
LLUVIA5	0.29613	103	SI
LLUVIA6	0.2402	103	SI
LLUVIA7	0.19549	103	SI

Tabla II. Correlación lineal entre la carga detrítica en suspensión obtenida mediante botella en superficie (CARGABOTEL) y las siguientes variables: CARGATUR1; carga detrítica en suspensión obtenida mediante turbisona en superficie, CARGATURB2; carga detrítica en suspensión obtenida en forma combinada. LLUVIA $n$ ; Precipitación acumulada en los  $n$  días anteriores a la toma de muestras.

CAUDAL			
	COEF. CORREL.	TAMAÑO	SIGNIFIC.
CARGABOTEL	0.13093	103	NO
CARGATURB1	0.49752	21	SI
CARGATURB2	0.39998	15	NO
LLUVIA1	0.1325	115	NO
LLUVIA2	0.32566	115	SI
LLUVIA3	0.50595	115	SI
LLUVIA4	0.55732	115	SI
LLUVIA5	0.64745	115	SI
LLUVIA6	0.66106	115	SI
LLUVIA7	0.68089	115	SI

Tabla III. Correlación lineal entre la carga detrítica en suspensión obtenida mediante turbisona en superficie (CARGATURB1) y las siguientes variables: CARGATURB2; carga detrítica en suspensión obtenida en forma combinada. LLUVIA $n$ ; Precipitación acumulada en los  $n$  días anteriores a la toma de muestras.

CARGATURB2			
	COEF.CORREL.	TAMAÑO	SIGNIFIC.
LLUVIA1	0.54432	15	SI
LLUVIA2	0.49507	15	NO
LLUVIA3	0.47491	15	NO
LLUVIA4	0.33829	15	NO
LLUVIA5	0.20155	15	NO
LLUVIA6	0.12814	15	NO
LLUVIA7	0.076518	15	NO

Tabla IV. Correlación lineal entre la carga detrítica en suspensión obtenida mediante turbisonda en forma combinada (CARGATURB2) y la precipitación acumulada en los n días anteriores a la toma de muestras (LLUVIA<sub>n</sub>).

m<sup>3</sup>/s. por resultar atípicos al ajustar los datos a una distribución normal (en total 4 muestras eliminadas).

Del análisis de estos cuadros se deducen las siguientes observaciones preliminares respecto a los objetivos propuestos:

El caudal presenta una correlación significativa únicamente con la carga detrítica en suspensión obtenida mediante turbisonda en suspensión obtenida mediante turbisonda en superficie, no siendo ésta muy elevada ( $r=0.497$ ).

El caudal presenta una correlación significativa con la precipitación acumulada a partir del segundo día, tanto mayor cuanto más extenso es el período de acumulación considerado, alcanzándose un máximo para una precipitación acumulada de 7 días anteriores ( $r=0.68$ ).

Al comparar los distintos métodos de obtención de la carga detrítica en suspensión, las dos modalidades de uso de la turbisonda son las que presentan una mejor correlación lineal ( $r=0.721$ ). Existe también una correlación significativa, aunque no muy elevada, entre los datos obtenidos mediante botella y turbisonda en superficie ( $r=0.572$ ).

Los datos de precipitación acumulada presenta, en general, correlaciones significativas y bajas con respecto a los datos de carga detrítica en suspensión en sus distintas modalidades. Como más relevantes pueden citarse los coeficientes de correlación obtenidos entre la carga detrítica por turbisonda en superficie y la precipitación de los tres días anteriores ( $r=0.608$ ) y entre la carga detrítica en suspensión por turbisonda combinada y la precipitación del día anterior ( $r=0.544$ ).

## RELACIONES CAUDAL/PRECIPITACION

El caudal mínimo obtenido corresponde a 715 l/s. La elevada frecuencia de aparición de este va-

CAUDAL (l/s.)				
Lim. inf.	Lim.sup.	FA	%	
715	750	22	18.5	
750	850	8	7.6	
850	950	2	1.7	
950	1050	6	5.0	
1050	1150	1	0.8	
1150	1250	11	9.2	
1250	1350	12	10.1	
1350	1450	0	0	
1450	1550	7	5.9	
1550	1650	5	4.2	
1650	1850	5	4.2	
1850	2050	9	7.6	
2050	2250	4	3.4	
2250	2500	1	0.8	
2500	4715	9	7.6	
4715	6.715	2	1.7	
6715	2715	3	2.4	
12715	20715	2	1.7	
20715	27.00	4	3.4	

Tabla V. Distribución de frecuencia de la variable CAUDAL.

NOMBRE	MEDIA	DESV.TIP.	TAMAÑO	MINIMO	MAXIMO
CAUDAL	2947.72	5022.76	115	715	26735
LLUVIA7	28.53	27.266	115	0	136.6

Tabla VI. Estadística básica correspondiente a las variables caudal y precipitación acumulada en los 7 días precedentes a la toma de la muestra (LLUVIA7).

lor (18,48% de las muestras) es debida a la existencia de un represamiento aguas abajo, que impide que el nivel de agua baje de un valor mínimo (-2.00 cm. en la regleta empleada para su estimación), ocultando niveles inferiores. Este valor de caudal agrupa, por tanto, todos los inferiores, correspondiendo a un caudal de estiaje (ver cuadro 5).

La respuesta del caudal a las precipitaciones es muy rápida (< 24 horas) en los meses en que la ETR es baja y los suelos están parcialmente saturados; son las situaciones de tormenta y deshielo las que con mayor rapidez se reflejan en el hidrograma. Durante los meses veraniegos (con fuerte ETR y suelos parcialmente desaturados), la influencia de las precipitaciones en el aumento del valor del hidrograma es imperceptible, a menos que las precipitaciones sean cuantiosas.

De la misma manera, la curva de descenso del hidrograma del caudal es muy rápida, < 24 horas cuando las lluvias no son intensas, e inferior a 4 días después de un intenso período de lluvias.

A partir de Mayo y hasta fines de Septiembre aparecen en gran cantidad los caudales de estiaje,

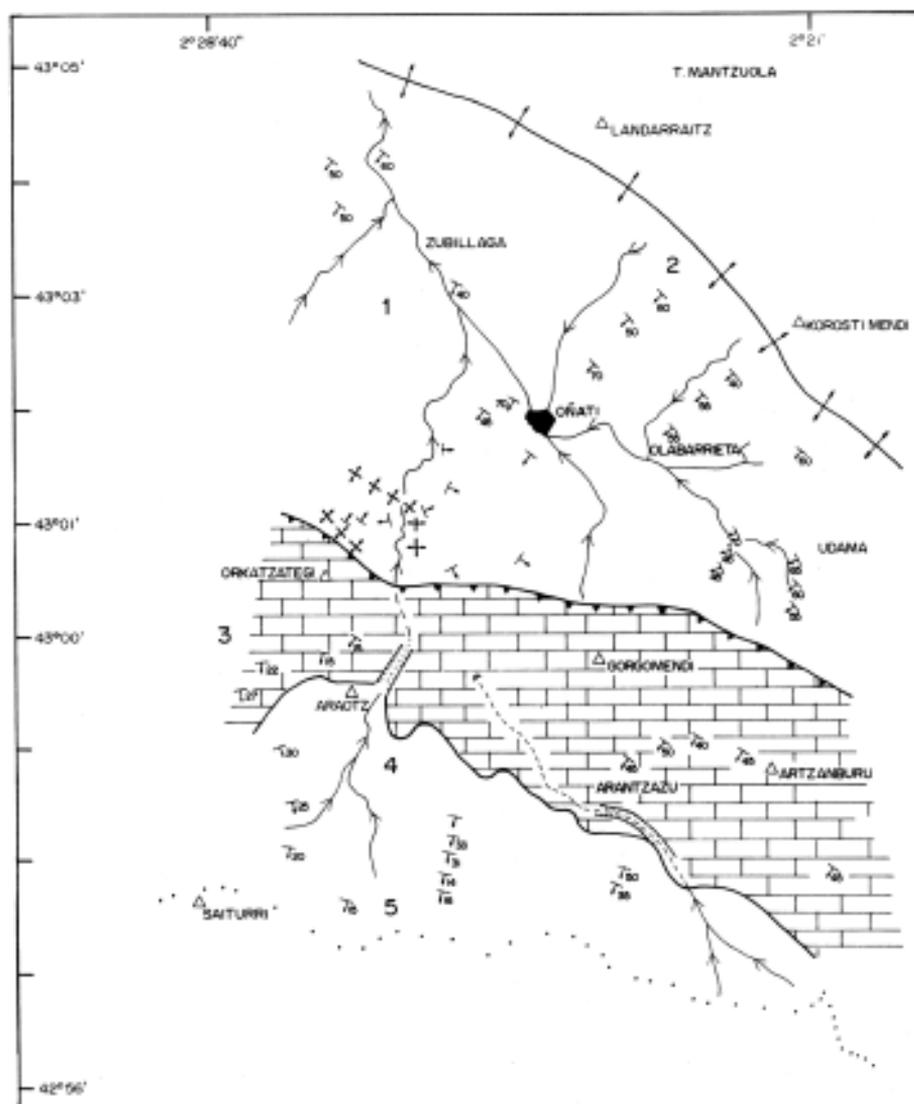


Figura 3. Estructura geológica y textura de la red de drenaje. Valle de Oñati. 1) Argilitas y Areniscas (ALBENSE SUP./CENOMANENSE INF.); 2) Margocalizas (APTENSE/ALBENSE SUP.); 3) Calizas Arrecifales, facies Urgoniana, calizas margosas (APTENSE/ALBENSE SUP.); 4) Arcilla apizarradas y areniscas (ALBENSE INF.); 5) Areniscas de grano medio y grueso (ALBENSE MED.) s/IGME, Mag. n.º 88 y 113.

hecho que no deja de suceder en los meses otoñales, veraniegos y primaverales.

Como se ha visto en el apartado anterior, la mejor correlación lineal entre la precipitación y el caudal se encuentra cuando se considera la precipitación acumulada en los 7 días anteriores al de la toma de la muestra (ver cuadro 1). Con objeto de describir de una forma más completa las relaciones entre estas dos variables, se realizaron ajustes polinómicos de 1º, 2º, 3º grado, cuyos resultados se exponen a continuación (ver cuadro 6 y figuras 4a, b y c).

### RELACIONES CAUDAL/PRECIPITACION

El caudal mínimo obtenido corresponde a 715 l/s. La elevada frecuencia de aparición de este valor (18,48% de las muestras) es debida a la existencia de un represamiento aguas abajo, que impide que el nivel de agua baje de un valor mínimo (-2.00 cm.

en la regleta empleada para su estimación), ocultando niveles inferiores. Este valor de caudal agrupa, por tanto, todos los inferiores, correspondiendo a un caudal de estiaje (ver cuadro 5).

La respuesta del caudal a las precipitaciones es muy rápida (< 24 horas) en los meses en que la ETR es baja y los suelos están parcialmente saturados; son las situaciones de tormenta y deshielo las que con mayor rapidez se reflejan en el hidrograma. Durante los meses veraniegos (con fuerte ETR y suelos parcialmente desaturados), la influencia de las precipitaciones en el aumento del valor del hidrograma es imperceptible, a menos que las precipitaciones sean cuantiosas.

De la misma manera, la curva de descenso del hidrograma del caudal es muy rápida, < 24 horas cuando las lluvias no son intensas, e inferior a 4 días después de un intenso período de lluvias.

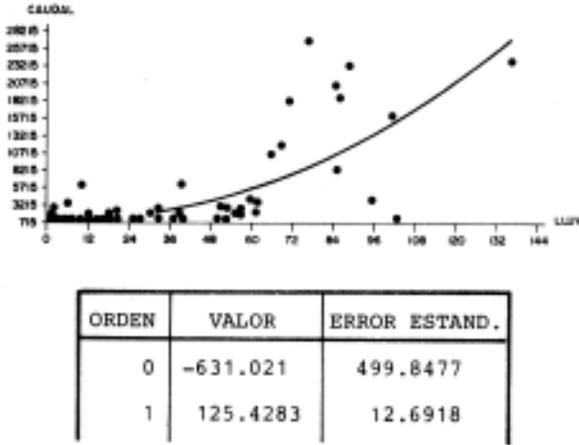


Figura 4a. Orden del polinomio = 1 R = 0.668089  
 Tamaño = 115 R2 = 0.46361

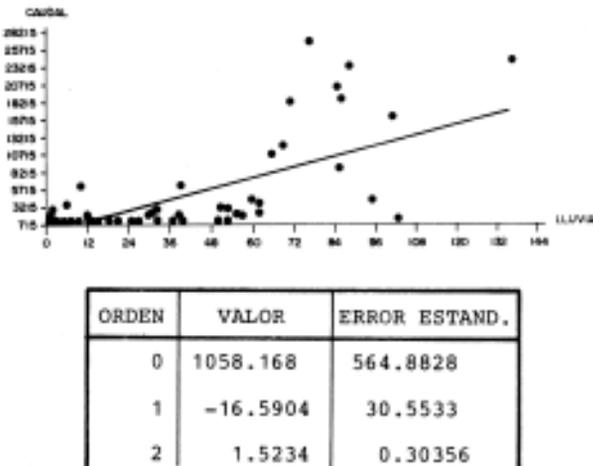


Figura 4b. Orden del polinomio = 2 R = 0.74972  
 Tamaño = 115 R2 = 0.56208

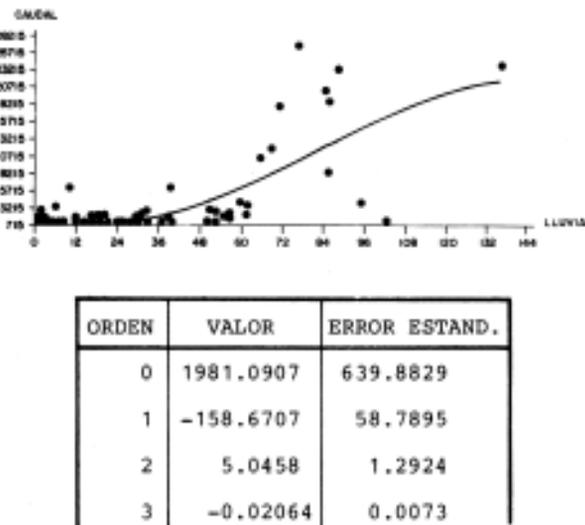


Figura 4c. Orden del polinomio = 3 R = 0.76874  
 Tamaño = 115 R2 = 0.59096

Figura 4. Regresión polinómica correspondiente a las variables caudal y precipitación acumulada en los 7 días precedentes a la toma de la muestra (LLUVIA 7).

A partir de Mayo y hasta fines de Septiembre aparecen en gran cantidad los caudales de estiaje, hecho que no deja de suceder en los meses otoñales, veraniegos y primaverales.

Como se ha visto en el apartado anterior, la mejor correlación lineal entre la precipitación y el caudal se encuentra cuando se considera la precipitación acumulada en los 7 días anteriores al de la toma de la muestra (ver cuadro 1). Con objeto de describir de una forma más completa las relaciones entre estas dos variables, se realizaron ajustes polinómicos de 1º, 2º, 3º grado, cuyos resultados se exponen a continuación (ver cuadro 6 y figuras 4a, b y c).

### RELACION CAUDAL/COLOR DEL FLUJO DE AGUA

Para detectar las relaciones entre estas dos variables, una cualitativa y otra cuantitativa, se comenzó por clasificar la variable CAUDAL en ocho grupos, convirtiéndose así en cualitativa. La clasificación realizada y la distribución de frecuencias correspondiente puede verse en el Apéndice 3.

Estos resultados muestran una clara asociación entre las dos variables, correspondiendo los colores CLARO y GRIS CLARO a caudales menores de 1.000 l/s y 1.500 l/s, respectivamente, y los colores GRIS VERDE, MARRON CLARO y MARRON a caudales mayores de 1.500 l/s. Entre estas tres últimas categorías es posible establecer también diferencias en cuanto a los caudales a los que se encuentran asociados, aunque no tan claramente. Entre estas últimas cabe destacar la asociación del color MARRON con caudales entre 2.700 y 15.000 l/s. (ver cuadro 7).

La relación del color con otras variables no resulta tan clara, aunque de la observación de los datos (Apéndice 1), puede concluirse que el color marrón aparece preferentemente en condiciones climáticas de tormenta y deshielo, y que los altos valores de carga detrítica en suspensión se acompañan asimismo de este color.

### RELACION CARGA DETRITICA EN SUSPENSION/CAUDAL

Existe una gran variabilidad en los valores de la carga detrítica, tanto en superficie como en la combinada, pasando de valores inferiores a 5 mg/l. en los caudales de estiaje hasta más de 2000 mg/l. en los caudales altos (ver Apéndice 1).

En el primer análisis de correlación lineal realizado entre las tres modalidades de evaluación de la carga detrítica y el caudal se detectaron valores ba-

CAUDAL	COLOR				
	CLARO	GRIS CLARO	GRIS VERDE	MARRON CLARO	MARRON
<750	48.5	19.4	0	0	0
1000	72.7	25.9	0	5.9	0
1000-1500	15.1	58.1	37.0	23.6	0
1500-27000	12.1	16.2	63.0	70.6	100.0
1500-2700	12.1	9.7	29.6	41.2	28.5
2700-15000	0	6.5	18.5	23.5	42.8
15000-27000	0	0	14.8	5.9	28.6

Tabla VII. Distribución de frecuencias (%) de la variable CAUDAL en las distintas clases de color del flujo de agua.

jos o no significativos de la r de Pearson (ver cuadro 1). A continuación se realizaron ajustes de regresión polinómica de 1º, 2º y 3er grado del caudal con las tres variables de carga, con objeto de describir con mayor detalle su variación conjunta.

En el caso de la carga detrítica obtenida mediante botella en superficie, estos ajustes se realizaron desechando tanto los valores dispersos de caudal (27.000 l/s) como de carga (900 mg/l.), utilizándose un total de 101 pares de datos. Los valores siguen siendo bajos (el mejor ajuste se obtuvo con el polinomio de 3er grado; r=0.334; ver Apéndice 4).

Las respuestas más rápidas y eficaces del caudal en cuanto a la carga detrítica se dan en relación con las situaciones de tormenta (ver Apéndice 1: 10-VI-86) y deshielo (ver Apéndice 1: 24-XII-86).

Las lluvias dilatadas en el tiempo, pero de escasa concentración temporal de precipitación producen aumento considerable de caudal, pero no de la carga detrítica en suspensión (ver Apéndice 1: 2-IV-87).

Los otros dos métodos de evaluación de la carga detrítica en suspensión han proporcionado hasta el momento un pequeño número de datos (21 en el caso de turbisonda en superficie y 14 en el caso de turbisonda combinada, después de eliminar los valores dispersos). Aún así, estas dos variables presentan correlaciones con el caudal y carga detrítica mediante turbisonda en superficie (r=0.536 y r=0.539, respectivamente: ver Apéndice 4).

POLINOMIO ORDEN 1		POLINOMIO ORDEN 2		POLINOMIO ORDEN 3	
II	0.57	II	0.85	II	0.94
III	0.36	III	0.38	III	0.91
I	0.72	I	0.81	I	0.91

Tabla VIII. Coeficiente de correlación correspondiente a regresiones polinómicas entre los valores de carga detrítica en suspensión obtenidos mediante botella en superficie (I), turbisonda en superficie (II) y en forma combinada (III). Se observan valores de correlación altos cuando se realizan ajustes de 2º y 3º grados, excepto entre las variables I y III.

Por último, y para completar el análisis comparativo de los tres métodos empleados para la evaluación de la carga detrítica en suspensión, se realizaron ajustes polinómicos de 1º, 2º y 3er grado entre estas tres variables, encontrándose los siguientes valores de correlación, que se detallan en el cuadro 8 (ver también Apéndice 4).

**RELACION CAUDAL/CARGA EN SOLUCION**

Los datos de carga en solución obtenidos resultan escasos, sin llegar a cubrir todos los meses del años (ver Apéndice 1).

El análisis de estos datos, junto con los de caudal, permite afirmar, sin embargo, que la carga en solución aumenta considerablemente en función de la disminución del caudal (ver figura 5). Una descripción más detallada de las relaciones entre estas dos variables realizada mediante ajustes polinómicos, puede encontrarse en el Apéndice 5.

Según los análisis realizados en las surgencias kársticas más importantes de la Sierra de Aralar (UGARTE, 1985) y de las Sierras de Gorbea y Aramotz (ANTIGUEDAD 19861, la máxima carga en solución aparece en los meses veraniegos (por ejemplo, valores de conductividad referidos a la surgencia de Osinberde, en Aralar, en µS/cm.: Enero, 190 Febrero, 205; Marzo, 195; Abril, 155; Junio, 200 Julio, 220; Agosto, 250, Septiembre, 250; Octubre, 220; Noviembre, 200; Diciembre, 200.

**CONCLUSIONES**

En lo que se refiere a las características hidrodinámicas de este tipo de cuencas hidrográficas vasco-cantábricas, se puede decir que se trata de cuencas de escasa regulación:

- Rápida respuesta (< 24 horas) a los estímulos (precipitaciones).

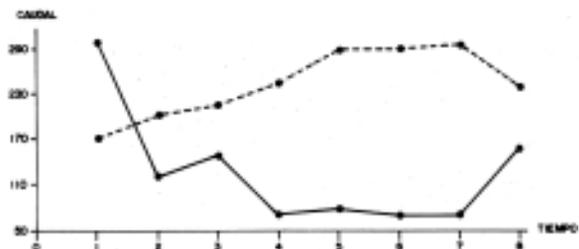
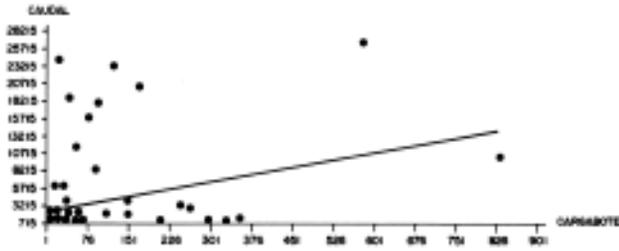
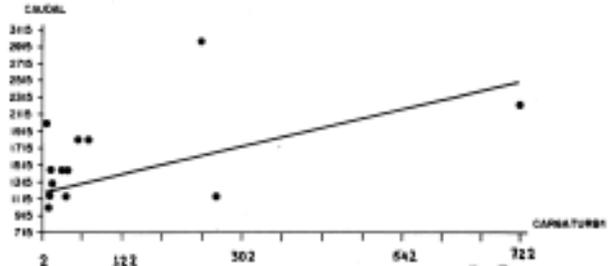


Figura 5. Evolución conjunta de los valores de caudal y carga en solución entre los meses de Abril y Septiembre de 1986. -- caudal; - - - carga.



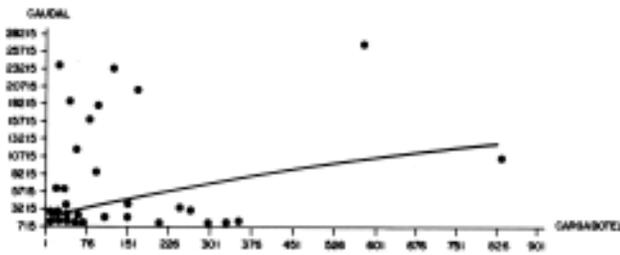
ORDEN	VALOR	ERROR ESTAND.
0	2113.63	584.7895
1	14.176	4.0776

Figura 6a. Orden del polinomio = 1 R = 0.32985  
Tamaño = 101 R2 = 0.1088



ORDEN	VALOR	ERROR ESTAND.
0	1165.597	131.011
1	1.816	0.726

Figura 7a. Orden del Polinomio = 1 R = 0.49752  
Tamaño = 21 R2 = 0.24752



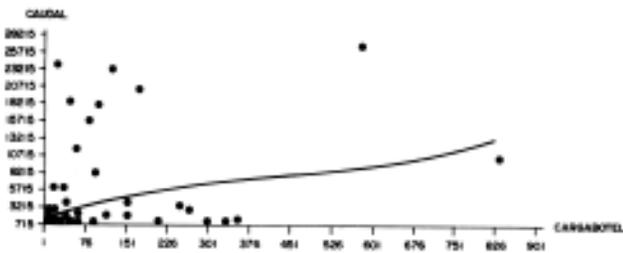
ORDEN	VALOR	ERROR ESTAND.
0	1966.536	706.723
1	17.863	10.670
2	-0.00602	0.0161

Figura 6b. Orden del polinomio = 2 R = 0.33177  
Tamaño = 101 R2 = 0.11007

ORDEN	VALOR	ERROR ESTAND.
0	1084.748	153.231
1	4.152	2.412
2	-0.0035	0.00348

ORDEN	VALOR	ERROR ESTAND.
0	1048.551	214.125
1	6.179	8.5007
2	-0.0146	0.0446
3	0.000011	0.000046

Figura 7. Regresión polinómica correspondiente a las variables caudal, y carga detrítica, en suspensión mediante turbisonda en superficie (GARGATUB1)



ORDEN	VALOR	ERROR ESTAND.
0	1733.542	868.5475
1	26.448	21.3404
2	-0.04361	0.0824
3	0.000034	0.000074

Figura 6c. Orden del Polinomio = 3 R = 0.33474  
Tamaño = 101 R2 = 0.11205

Figura 6. Regresión polinómica correspondiente a las variables caudal y carga detrítica en suspensión mediante botella (CARGABOTEL).

- Agotamiento de la curva del hidrograma: < 24 horas cuando las precipitaciones son muy concentradas en el tiempo, y menos de 4 días cuando las precipitaciones han tenido cierta continuidad en el tiempo.
- La respuesta del hidrograma a las precipitaciones es menos perceptible cuando la ETR es alta y los suelos están parcialmente desaturados en agua.
- Puede establecerse una buena correlación entre el caudal y las precipitaciones (mm. acumulados de 7 días previos) que sirva para cálculos estimativos del caudal a partir de las precipitaciones. Podría ajustarse más esta correlación si se tiene en cuenta otra variable en su confección; ETR, estado de saturación de los suelos, valores que pudieran estar representados de alguna manera por la temperatura media diaria.

- El color de la masa fluyente de agua está en relación con la carga detrítica en suspensión que acarrea.
- Existe gran dispersión en los datos que se refieren a carga detrítica en suspensión y una, relativamente débil, correlación de ésta con el caudal.
- La carga en suspensión (muestra superficial) es sensiblemente inferior a la carga total (combinada). (Ver Apéndice 4).
- De acuerdo con los datos, es posible establecer una relación muy intensa entre los valores de carga y ciertas situaciones climáticas: tormentas de fuerte concentración horaria de precipitación y deshielos. En todo caso, los valores de la carga detrítica en suspensión varían enormemente dentro de una misma situación (deshielo, por ejemplo); para una evaluación más correcta, sería necesario un control más continuado de los procesos, por ejemplo una muestra cada 6 horas durante las crecidas rápidas.
- La carga en suspensión varía estacionalmente en función de la carga disuelta en los sistemas kársticos y del volumen del caudal fluvial (dilución). De acuerdo con los datos aportados por los estudios de hidroquímica kárstica (UGARTE, 1985; ANTIGUEDAD, 1986) la disolución más importante se produce en los meses veraniegos, aunque la

oscilación del valor de la carga anual no es excesiva: 25% en las surgencias kársticas, llegando al 50% en las medias realizadas en el caudal fluvial.

- Con caudales débiles (aguas bajas y estiaje) el mayor porcentaje de carga se debe a los elementos disueltos, siendo ínfima la carga en suspensión.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Pfr. Martínez de Pisón E. la dirección de este trabajo; asimismo al responsable del Servicio de Hidrogeología (Sr. Tamés) y al Dtor. del Laboratorio Agrario (Sr. Ansorena), de la Diputación Foral de Guipúzcoa, su colaboración en la obtención de datos para este trabajo. Debemos expresar nuestro reconocimiento a J.M. Varela Nieto, ingeniero responsable de la Sección de estudios de carga detrítica del Centro de Estudios Hidrográficos (Madrid), por su colaboración técnica con todo lo relacionado con este tema.

Por último agradecer a la S.C. Aranzadi la infraestructura científica que ha puesto a nuestra disposición.

## BIBLIOGRAFIA

ALONSO, F. & UGARTE, F.M.

- 1981 Algunos aspectos geomorfológicos del karst de Katabera (Sierra de Aitzkorri). *Lurralde*, 4 49-63.

ANTIGUEDAD, I.

- 1986 *Estudio hidrogeológico de la cuenca del Nervión-Ibaizabal: Contribución al estudio de los sistemas aquíferos kársticos*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias de la Universidad del País Vasco.

AUBOUIN, J.

- 1973 *Précis de Géomorphologie*. Tome III. Tectonique Paris. Ed.: Dunod. 2 edit.

FLOQUET, M., & RAT, P.

- 1975 Un exemple d'intérrelation entre socle paléo-géographie et structure dans l'Arc pyrénéen-basque: La Sierra de Aralar. *Revue de Géographie Physique et Géologie Dynamique*, XVII (5): 497-512.

GONZALEZ, J.A., ISTURITZ, M.J., LOPEZ DE AZCONA, C., SANCHEZ-GOÑI, M.F. & UGARTE, F.M.

- 1988 Recherches sur le remplissage détritiques du flanc sud de la Sierra de Aloña-Aizkorri (Aránzazu. Pays Basque). *Annales Soc. Géologique de Belgique*, III: 120-126.

IMPOLUSA.

- 1983 *Estudio sobre la situación de los ríos del País Vasco*. Objetivo calidad de aguas.

LOPEZ INZU, F.

- 1986 *Hidrología torrencial del País Vasco*. Dpto. de Agricultura y Pesca. Vitoria. Gobierno Vasco. 111 p

RAMIREZ DEL POZO, J.

- 1973 *Síntesis geológica de la Provincia de Alava*. Vitoria. C.A.M. de Vitoria. 56 p., 3 láminas.

RAT, P.

- 1959 *Les pays crétacés Basco-cantabrique*. PUF. Université de Dijon. Thèse de Doctorat. 1-525.

UGARTE, F.M.

- 1981 Datos para el estudio del clima de montaña en el País Vasco: Aránzazu 1966-78. *Munibe*, 33: 1-2.
- 1982 *La geomorfología en el Valle de Oñate (Guipúzcoa)*. Memoria de Licenciatura. U.A. de Madrid. (inédita). 1-239 p
- 1985 *Recherches géomorphologiques dans le karst de la Sierra de Aralar mendi*. Thèse 3ème. Cycle. Université d'Aix-Marseille II. Institut de Géographie. 2 Vol.

UGARTE, F.M., GONZALEZ, J.A. & ALONSO, F.

- 1984 Acumulaciones detríticas cuaternarias en el valle del río Oñati (Guipúzcoa). *Munibe*. 36: 65-91.

# APENDICE

APENDICE 1 CUADRO A

FECHA	CAUDAL l/s	CARGA BOTEL mg/l	CARGA TURB1 mg/l	CARGA TURB2 mg/l	LLUVIA1 mm	LLUVIA2 mm	LLUVIA3 mm
08JUN86	1463	9	?	?	0	0	0.3
10JUN86	1463	23	?	?	3.2	3.2	3.2
11JUN86	1463	41	?	?	1.3	4.5	4.5
12JUN86	1463	39	?	?	0.2	1.5	4.7
13JUN86	1303	3	?	?	0	0.2	1.5
14JUN86	1303	3	?	?	0	0.2	1.5
15JUN86	1157	23	?	?	0	0	0
17JUN86	1157	35	?	?	1.8	4.4	4.4
18JUN86	1303	7	?	?	0	1.8	4.4
19JUN86	1025	208	?	?	11.1	11.1	12.9
20JUN86	1638	353	?	?	17.1	26.2	28.2
21JUN86	2724	1945	?	?	0	17.1	28.2
22JUN86	1303	297	?	?	0	0	17.1
23JUN86	715	39	?	?	0	0	0
26JUN86	2029	44	?	?	0	0	0
29JUN86	804	34	?	?	1.0	1.5	1.5
30JUN86	1638	55	?	?	0	1.0	1.5
01JUL86	1083	11	?	?	0	0	0
03JUL86	715	75	?	?	0.3	0.3	0.3
04JUL86	715	92	?	?	0	0.3	0.3
05JUL86	715	8	?	?	0	0	0.3
06JUL86	715	50	?	?	0	0	0
09JUL86	804	9	?	?	0	0	0
10JUL86	908	34	?	?	0	0	0
12JUL86	715	10	?	?	8.5	9.2	9.2
13JUL86	804	73	?	?	10.4	18.9	19.6
14JUL86	804	36	?	?	1.2	11.6	20.1
15JUL86	804	15	?	?	0	1.2	11.6
22JUL86	715	35	?	?	0.4	0.4	0.4
25JUL86	715	22	?	?	3.1	3.1	4.2
29JUL86	715	18	?	?	0.2	0.2	0.2
03AGO86	715	30	?	?	13.2	13.2	13.2
29AGO86	715	10	?	?	1.2	2.1	4.6
02SEP86	715	42	?	?	0	0	0
08SEP86	715	20	?	?	1.3	1.7	1.7
15SEP86	715	22	?	?	25.2	25.2	25.2
16SEP86	908	517	?	?	18.7	43.9	43.9
19SEP86	1157	14	?	?	0.3	6.4	6.4
22SEP86	1025	85	?	?	6.1	6.1	6.1
23SEP86	1025	10	?	?	5.5	11.6	11.6
24SEP86	2029	150	?	?	13.4	18.9	25.0
25SEP86	1303	19	?	?	7.9	21.3	26.8
26SEP86	3848	2442	?	?	28.6	36.5	49.9
27SEP86	2247	111	?	?	0	28.6	36.5
29SEP86	2029	23	?	?	0	0	0
30SEP86	1638	32	?	?	0	0	0
23DIC86	4165	151	?	?	15.8	35.2	45.4
24DIC86	10621	833	?	?	6.0	21.8	41.2
25DIC86	44961	413	?	?	8.2	14.2	30.0
26DIC86	46861	8622	?	?	46.4	74.6	80.6
28DIC86	24206	23	?	?	0.6	20.8	87.2
30DIC86	16031	78	?	?	0	0	0.6
31DIC86	4165	38	?	?	0	0	0
03MAY87	6363	17	?	?	0.3	6.1	6.1
05MAY87	3546	248	?	?	0	0	0.3
09MAY87	2983	1	?	?	1.5	1.8	1.8

CUADRO A (cont.)

FECHA	LLUVIA 4 mm	LLUVIA 5 mm	LLUVIA 6 mm	LLUVIA 7 mm	OTROS DATOS	COLOR
16SEP86	43.9	43.9	51.5	51.5		MARRONCLA
19SEP86	6.4	6.4	6.4	6.4		GRISVERDE
22SEP86	6.1	10.8	18.5	37.2		GRISVERDE
23SEP86	11.6	11.6	16.3	24.0		GRISVERDE
24SEP86	25.0	25.0	25.0	29.7		MARRONCLA
25SEP86	32.9	32.9	32.9	32.9		MARRONCLA
26SEP86	55.4	61.5	61.5	61.5		MARRON
27SEP86	49.9	55.4	61.5	61.5		MARRON
29SEP86	28.6	36.5	49.9	55.4		MARRONCLA
30SEP86	0	28.6	36.5	49.9		MARRONCLA
23DIC86	52.0	57.9	57.9	59.9	INNIVACION	MARRONCLA
24DIC86	51.4	58.9	63.9	65.9		MARRON
25DIC86	49.4	59.6	66.2	72.1	DESHIELO	GRISVERDE
26DIC86	96.4	115.0	126.0	132.6	DESHIELO	MARRON
28DIC86	95.4	101.4	117.2	136.6	DESHIELO	MARRON
30DIC86	20.8	47.2	95.4	101.4		GRISVERDE
31DIC86	0.6	20.8	47.2	95.4		GRISCLARO
03MAY87	6.1	6.1	6.1	10.4		GRISVERDE
03MAY87	6.1	6.1	6.1	6.1		MARRONCLA
09MAY87	1.8	1.8	1.8	2.1		GRISVERDE
10MAY87	1.8	1.8	1.8	1.8		GRISVERDE
11MAY87	1.8	1.8	1.8	1.8		CLARO
12MAY87	1.5	1.8	1.8	1.8		CLARO
14MAY87	0	0	1.5	1.8		CLARO
20MAY87	14.5	14.5	14.5	14.5	INNIVACION	GRISVERDE
21MAY87	18.6	18.6	18.6	18.6	INNIVACION	GRISVERDE
22MAY87	14.7	18.6	18.6	18.6	INNIVACION	GRISVERDE
23MAY87	4.3	14.7	18.6	18.6	INNIVACION	GRISVERDE
24MAY87	6.2	6.4	16.8	20.7	INNIVACION	GRISCLARO
29MAY87	50.5	74.6	76.7	76.7	INNIVACION	MARRON
30MAY87	58.7	58.7	82.8	84.9	INNIVACION	MARRONCLA
31MAY87	44.6	61.9	61.9	86.0	INNIVACION	GRISVERDE
01MAY87	31.8	51.4	68.7	68.7	INNIVACION	GRISVERDE
02MAY87	37.7	51.3	70.9	88.2	INNIVACION	GRISVERDE
03MAY87	29.5	37.7	51.3	70.9	INNIVACION	GRISVERDE
04MAY87	27.7	30.9	39.1	52.7	INNIVACION	GRISVERDE
05MAY87	20.9	27.7	30.9	39.1	INNIVACION	GRISVERDE
06MAY87	9.8	29.3	36.1	39.3	INNIVACION	GRISVERDE
22MAY87	3.1	3.1	3.1	3.1		GRISVERDE
24MAY87	11.7	12.3	12.3	12.3		CLARO
25MAY87	9.2	11.7	12.3	12.3		GRISCLARO
30MAY87	30.2	30.2	30.2	31.6		MARRONCLA
06MAY87	26.0	30.2	30.2	30.2		GRISVERDE
07MAY87	11.4	26.0	30.2	30.2		GRISVERDE
08MAY87	0	11.4	26.0	30.2		GRISCLARO
09MAY87	24.4	24.4	35.8	50.4		GRISCLARO
11MAY87	24.8	24.8	24.8	24.8		GRISVERDE
13MAY87	14.8	39.2	39.2	39.2		GRISVERDE
14MAY87	14.4	14.8	39.2	39.2		GRISVERDE
15MAY87	14.8	14.8	15.2	39.6		GRISVERDE
16MAY87	21.3	26.0	26.0	26.4		GRISVERDE
23MAY87	3.0	7.9	9.2	15.1		GRISVERDE

CUADRO A (cont.)

FECHA	LLUVIA 4 mm	LLUVIA 5 mm	LLUVIA 6 mm	LLUVIA 7 mm	OTROS DATOS	COLOR
26MAY87	8.3	8.3	8.3	8.3		GRISCLARO
27MAY87	5.3	8.3	8.3	8.3		GRISCLARO
28MAY87	5.3	5.3	8.3	8.3		GRISCLARO
29MAY87	0	5.3	5.3	8.3		GRISCLARO
30MAY87	0	0	0	5.3		GRISCLARO
04JUN87	1.0	1.0	1.0	1.0		GRISCLARO
05JUN87	1.0	1.0	1.0	1.0		GRISCLARO
07JUN87	10.8	11.8	11.8	11.8		CLARO
08JUN87	14.3	14.3	15.3	15.3		GRISCLARO
09JUN87	14.3	14.3	14.3	15.3		GRISCLARO
14JUN87	47.3	47.3	47.3	50.8		MARRONCLA
15JUN87	54.4	54.8	54.8	54.8		MARRONCLA
16JUN87	53.0	54.4	54.8	54.8		MARRONCLA
17JUN87	30.8	53.0	54.4	54.8		MARRONCLA
19JUN87	49.7	59.2	80.5	102.7		GRISCLARO
20JUN87	52.5	52.5	62.0	85.3		MARRONCLA
22JUN87	40.1	52.7	52.7	52.7		GRISCLARO
24JUN87	3.0	40.1	52.7	52.7		CLARO
26JUN87	0.4	0.6	0.6	3.4		CLARO
10JUL87	2.7	2.7	40.3	40.3		GRISCLARO
11JUL87	0.4	2.7	2.7	40.3		GRISCLARO
15JUL87	14.6	14.6	14.6	14.6		GRISCLARO
16JUL87	24.2	24.2	24.2	24.2	TORRENTA	MARRONCLA
17JUL87	35.2	37.4	37.4	37.4		GRISCLARO
19JUL87	34.0	35.5	36.4	38.6		CLARO
20JUL87	14.4	24.0	35.5	38.4		CLARO
23JUL87	4.1	4.1	5.3	18.5		CLARO
25JUL87	24.3	24.3	24.3	24.3		CLARO
26JUL87	24.3	24.3	24.3	24.3		CLARO
30JUL87	19.1	19.1	27.3	38.3		GRISCLARO
03AGO87	3.9	13.4	25.0	25.0		CLARO

Cuadro A Datos de caudal, carga detrítica en suspensión, precipitación acumulada, situaciones climáticas de interés especial y color del flujo de agua.

CUADRO A (cont.)

FECHA	CAUDAL l/s	CARGA BOTEL mg/l	CARGA TURB1 mg/l	CARGA TURB2 mg/l	LLUVIA 1 mm	LLUVIA 2 mm	LLUVIA 3 mm
10MAB87	2983	17	?	?	0	1.5	1.8
11MAB87	2247	12	?	?	0	0	1.5
12MAB87	2029	14	?	?	0	0	0
14MAB87	1303	19	?	?	0	0	0
20MAB87	1303	65	?	?	0.2	10.6	14.5
21MAB87	1303	39	?	?	4.1	4.3	14.7
22MAB87	1303	14	?	?	0	4.1	4.3
23MAB87	2029	23	?	?	0	0	4.1
24MAB87	2247	20	?	?	2.1	2.1	2.1
29MAB87	26735	580	?	?	13.6	33.2	50.5
30MAB87	20277	168	?	?	8.2	21.8	41.4
31MAB87	18805	44	?	?	3.2	11.4	25.0
01ABR87	11724	56	?	?	6.8	10.0	18.2
02ABR87	23392	124	?	?	19.5	26.3	29.5
03ABR87	18090	96	?	?	0	19.5	26.3
04ABR87	95750	53	?	?	1.4	1.4	28.9
05ABR87	67860	5	?	?	0	1.4	1.4
06ABR87	6363	32	?	?	8.4	8.4	9.8
22ABR87	1827	?	?	?	0	2.5	3.1
24ABR87	1638	?	?	?	9.2	9.2	9.2
25ABR87	2029	?	?	?	0	9.2	9.2
04MAY87	2478	60	?	?	11.4	26.0	30.2
06MAY87	2029	25	?	?	0	0	11.4
07MAY87	2029	29	?	?	0	0	0
08MAY87	1827	27	?	?	0	0	0
09MAY87	1157	22	?	?	24.4	24.4	24.4
11MAY87	1638	43	?	?	0	0.4	24.8
13MAY87	1827	28	?	?	9.7	14.4	14.4
14MAY87	2029	39	6	206	0	9.7	14.4
15MAY87	1303	23	19	88	0.4	0.4	10.1
16MAY87	1303	16	15	?	11.2	11.6	11.6
23MAY87	1157	14	?	?	3.0	3.0	3.0
26MAY87	1025	45	?	498	0	5.3	5.3
27MAY87	715	?	?	?	0	0	5.3
28MAY87	1463	33	40	592	0	0	0
29MAY87	1463	18	33	?	0	0	0
30MAY87	715	11	?	?	0	0	0
04JUN87	715	?	?	?	0	1.0	1.0
05JUN87	1025	?	?	?	0	0	1.0
07JUN87	715	110	25	991	10.4	10.8	10.8
08JUN87	715	105	25	73	3.5	13.9	14.3
09JUN87	715	?	?	?	0	3.5	13.9
14JUN87	2983	265	240	734	21.3	43.5	44.9
15JUN87	2247	151	721	1333	9.5	30.8	53.0
16JUN87	1827	12	53	70	0	9.5	30.8
17JUN87	1827	19	71	175	0	0	9.5
19JUN87	1463	24	14	?	37.1	49.7	49.7
20JUN87	8587	90	?	?	2.8	39.9	52.5
22JUN87	2724	40	?	?	0.2	0.2	3.0
24JUN87	1157	36	11	43	0	0	0.2
26JUN87	1157	25	37	34	0	0.4	0.4
10JUL87	1303	?	?	?	0	0	0.4
11JUL87	715	?	?	?	0	0	0
15JUL87	1025	22	10	?	11.5	12.4	14.6

CUADRO A (cont.)

FECHA	CAUDAL l/s	CARGA BOTEL mg/l	CARGA TURB1 mg/l	CARGA TURB2 mg/l	LLUVIA 1 mm	LLUVIA 2 mm	LLUVIA 3 mm
16JUL87	1157	330	263	212	9.6	21.1	22.0
17JUL87	804	115	147	?	13.2	22.8	34.3
19JUL87	715	?	5	?	0	1.2	14.4
20JUL87	715	2	21	?	0	0	1.2
23JUL87	1157	?	?	?	4.1	4.1	4.1
25JUL87	804	43	2	5	8.4	20.2	24.3
26JUL87	804	88	3	6	0	8.4	20.2
30JUL87	1157	?	?	?	7.5	19.1	19.1
03AGO87	804	25	?	?	1.1	1.1	1.9

	LLUVIA 4 mm	LLUVIA 5 mm	LLUVIA 6 mm	LLUVIA 7 mm	OTROS DATOS	COLORES
08JUN86	16.5	24.3	24.8	33.0		GRISCLARO
10JUN86	3.2	3.5	19.7	27.5		GRISCLARO
11JUN86	4.5	4.5	4.8	21.0		GRISCLARO
12JUN86	4.7	4.7	4.7	4.7		GRISCLARO
13JUN86	4.7	4.7	4.7	4.7		GRISCLARO
14JUN86	4.7	4.7	4.7	4.7		GRISCLARO
15JUN86	0.2	1.5	4.3	4.7		GRISCLARO
17JUN86	4.4	4.4	4.4	4.6		GRISCLARO
18JUN86	4.4	4.4	4.4	4.6		GRISCLARO
19JUN86	15.5	15.5	15.5	15.5	TORRENTA	NARANCLA
20JUN86	30.0	32.6	32.6	32.6	TORRENTA	NARAN
21JUN86	28.2	30.0	32.6	32.6	TORRENTA	NARAN
22JUN86	28.2	28.2	30.0	32.6		NARANCLA
23JUN86	17.1	28.2	28.2	30.0		CLARO
26JUN86	0	0	0	17.1		GRISVERDE
29JUN86	1.5	1.5	1.5	1.5		CLARO
30JUN86	1.5	1.5	1.5	1.5		CLARO
01JUL86	1.0	1.5	1.5	1.5		CLARO
03JUL86	0.3	0.3	1.3	1.8		CLARO
04JUL86	0.3	0.3	0.3	1.3		GRISVERDE
05JUL86	0.3	0.3	0.3	0.3		CLARO
06JUL86	0.3	0.3	0.3	0.3		CLARO
09JUL86	0	0	0	0.3		CLARO
10JUL86	0	0	0	0		CLARO
12JUL86	9.2	9.2	9.2	9.2		CLARO
13JUL86	19.6	19.6	19.6	19.6		CLARO
14JUL86	20.8	20.8	20.8	20.8		GRISCLARO
15JUL86	20.1	20.8	20.8	20.8		CLARO
22JUL86	0.4	0.4	5.0	5.0		CLARO
25JUL86	4.6	4.6	4.6	4.6		CLARO
29JUL86	0.2	3.3	3.3	4.4		CLARO
03AGO86	15.3	16.2	16.4	16.4		CLARO
29AGO86	11.3	11.3	11.9	12.3		CLARO
02SEP86	0	1.2	2.1	4.6		CLARO
08SEP86	2.3	2.3	2.6	2.6		CLARO
15SEP86	25.3	32.8	32.8	32.8		CLARO

FECHA	CAUDAL l/s	CARGA mg/l
30ABR86	300.0	170.2
14MAY86	120.0	201.7
04JUN86	150.0	214.7
01JUL86	71.5	245.2
15JUL86	80.4	288.3
29JUL86	71.5	290.0
02SEP86	71.5	297.1
30SEP86	160.0	241.8

GIPEERARO FORU ALBUNDIA

Departamento de Agricultura y Pesca

LABORATORIO AGRARIO PROVINCIAL

Sección: Aguas

Día No Registro	30.4 1408	14.5 1513	4.6 1665	2.7 1942	16.3 2169	28.7 2299	3.9 2692
pH	7.35	7.87	7.61	7.81	7.76	7.7	8.07
Turbidez U.M.F.	5.6	3.2		3.0	29.0	3.1	3.4
Conductividad, $\mu S/cm$	187	217	228	293	325	367	331
Cloruros en $Cl^-$ , mg/l	6.2	7.5	4.6	7.6	9.4	15.1	13.6
Sulfatos en $SO_4$ , mg/l	18.2	27.1	25.4	30.4	39.7	48.9	50.9
Bicarbonatos en $CO_3H^-$ , mg/l	51	117	132	143	155	160	170
Ortofosfatos en $PO_4^{3-}$ , mg/l	0.1						
Nitratos en $NO_3^-$ , mg/l	3.6						
Amonio en $NH_4^+$ , mg/l	0.1						
Calcio en $Ca^{2+}$ , mg/l	39.2	42.6	42.9	55.4	66.2	67.0	62.6
Sodio en $Na^+$ , mg/l (total)		5.6	5.1	6.5	5.3		
Potasio en $K^+$ , mg/l (total)		1.4	1.8	2.4	7.9		
Hierro en $Fe$ , mg/l (tot)	0.23						
Manganeso en $Mn$ , mg/l	1.25						
Plomo en $Pb$ , mg/l (total)	0.02						
Cromo en $Cr$ , mg/l (total)	0.02						
Cadmio en $Cd$ , mg/l (total)	0.02						
Cobre en $Cu$ , mg/l (total)	0.02						
Niquel en $Ni$ , mg/l (total)	0.02						
Cinc en $Zn$ , mg/l (total)	0.04						
Magnesio en $Mg$ , mg/l			2.7				

Cuadro B Datos de caudal y carga en solución.

Cuadro C Análisis químicos.

AFENDICE 2 CUADRO D1

FECHA	CAUDAL m <sup>3</sup> /s	ALTURA REGLETA (cm)
16MABR7	1,218	2,00
08ABR7	6,370	21,00
15ABR7	4,671	0,00
22ABR7	2,385	8,50
29ABR7	1,517	1,00
05MAY7	1,689	5,00
11MAY7	1,030	0,30
27MAY7	0,658	-2,00
02JUN7	0,898	0,50
08JUN7	0,922	0,30
20JUN7	1,331	5,00

Cuadro D: Datos de caudal, medidos con molinete (Servicio de medida de caudales del Dpto. de Política Territorial y Medio Ambiente de la Diputación Foral de Guipúzcoa) y altura del flujo de agua. Río: Oñati-Elorregui, Cuenca: Deba.

NIVEL cm	CAUDAL m <sup>3</sup> /s	NIVEL cm	CAUDAL m <sup>3</sup> /s	NIVEL cm	CAUDAL m <sup>3</sup> /s
1.0	0.715	22.0	5.574	43.0	16.703
1.5	0.758	22.5	5.776	43.5	17.044
2.0	0.804	23.0	5.961	44.0	17.389
2.5	0.854	23.5	6.161	44.5	17.738
3.0	0.908	24.0	6.363	45.0	18.090
3.5	0.968	24.5	6.570	45.5	18.445
4.0	1.025	25.0	6.780	46.0	18.805
4.5	1.089	25.5	6.993	46.5	19.167
5.0	1.157	26.0	7.210	47.0	19.534
5.5	1.228	26.5	7.431	47.5	19.904
6.0	1.303	27.0	7.655	48.0	20.277
6.5	1.381	27.5	7.882	48.5	20.654
7.0	1.463	28.0	8.114	49.0	21.034
7.5	1.549	28.5	8.348	49.5	21.418
8.0	1.638	29.0	8.587	50.0	21.806
8.5	1.730	29.5	8.829	50.5	22.197
9.0	1.827	30.0	9.074	51.0	22.592
9.5	1.926	30.5	9.323	51.5	22.990
10.0	2.029	31.0	9.575	52.0	23.392
10.5	2.136	31.5	9.832	52.5	23.797
11.0	2.247	32.0	10.091	53.0	24.206
11.5	2.361	32.5	10.354	53.5	24.619
12.0	2.478	33.0	10.621	54.0	25.035
12.5	2.599	33.5	10.891	54.5	25.454
13.0	2.724	34.0	11.165	55.0	25.878
13.5	2.852	34.5	11.443	55.5	26.305
14.0	2.983	35.0	11.724	56.0	26.735
14.5	3.119	35.5	12.008	56.5	27.169
15.0	3.257	36.0	12.296	57.0	27.606
15.5	3.400	36.5	12.588	57.5	28.047
16.0	3.546	37.0	12.883	58.0	28.491
16.5	3.695	37.5	13.182	58.5	28.940
17.0	3.848	38.0	13.484	59.0	29.391
17.5	4.005	38.5	13.790	59.5	29.846
18.0	4.165	39.0	14.100	60.0	30.305
18.5	4.328	39.5	14.413	60.5	30.767
19.0	4.496	40.0	14.729	61.0	31.233
19.5	4.666	40.5	15.049	61.5	31.702
20.0	4.841	41.0	15.373	62.0	32.175
20.5	5.019	41.5	15.700	62.5	32.652
21.0	5.200	42.0	16.031	63.0	33.133
21.5	5.385	42.5	16.365	63.5	33.616

Cuadro D2: Curva de gastos para el río Oñati en Elorregui.  
 $Y = 640.2261 + 0.667839 \times 0.00071096 \times X^2$   
 $R = 0.99659$

Nota: El nivel de la regleta - 2 cm. corresponde al valor 1.

CAUDAL	FA	%
< 750	22	19.1
750-1000	11	9.6
1000-1200	18	15.7
1250-1500	19	16.5
1500-2700	24	20.9
2700-15000	14	12.2
15000-25000	6	5.2
25000-27000	1	0.9
<b>Total = 115</b>		

Cuadro E: Distribución de frecuencias de la variable caudal.

CAUDAL	FA	%
< 750	6	19.4
750-1000	2	6.5
1000-1200	7	22.6
1250-1500	11	35.5
1500-2700	3	9.7
2700-15000	2	6.5
15000-25000	0	0.0
25000-27000	0	0.0
<b>Total = 31</b>		

Cuadro F: Distribución de frecuencias de la variable caudal respecto al color CLARO.

CAUDAL	FA	%
< 750	16	48.5
750-1000	8	24.2
1000-1200	4	12.1
1250-1500	1	3.0
1500-2700	4	12.1
2700-15000	0	0.0
15000-25000	0	0.0
25000-27000	0	0.0
<b>Total = 33</b>		

Cuadro G: Distribución de la frecuencia de la variable caudal respecto al color GRISCLARO.

CAUDAL	FA	%
< 750	0	0.0
750-1000	0	0.0
1000-1200	5	18.5
1250-1500	5	18.5
1500-2700	8	29.6
2700-15000	5	18.5
15000-25000	4	14.8
25000-27000	0	0.0

Cuadro H: Distribución de frecuencias de la variable caudal respecto al color GRISVERDE.

CAUDAL	FA	%
< 750	0	0.0
750-1000	1	5.9
1000-1200	2	11.8
1250-1500	2	11.8
1500-2700	7	41.2
2700-15000	4	23.5
15000-25000	1	5.9
25000-27000	0	0.0
<b>Total = 17</b>		

Cuadro I: Distribución de frecuencias de la variable caudal respecto al color MARRONCLAR.

CAUDAL	FA	%
< 750	0	0.0
750-1000	0	0.0
1000-1200	0	0.0
1250-1500	0	0.0
1500-2700	2	28.5
2700-15000	3	42.8
15000-25000	1	14.3
25000-27000	1	14.3
<b>Total = 7</b>		

Cuadro J: Distribución de frecuencias de la variable caudal respecto al color MARRON.