



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

FLORE

Repository istituzionale dell'Università degli Studi di Firenze

Analysis of bed material of Tanaro River (north -western Italy)

Questa è la Versione finale referata (Post print/Accepted manuscript) della seguente pubblicazione:

Original Citation:

Analysis of bed material of Tanaro River (north -western Italy) / I. Becchi; L. Solari; M. Catella; B. Mengoni; L. Rossi Romanelli. - STAMPA. - (2004), pp. 9-15. ((Intervento presentato al convegno International Symposium on Sediment Transfer through the Fluvial System tenutosi a Mosca ,Russia nel 2-6 august 2004.

Availability:

This version is available at: 2158/349757 since:

Publisher:

Moscow State University, Faculty of Geography

Terms of use:

Open Access

La pubblicazione è resa disponibile sotto le norme e i termini della licenza di deposito, secondo quanto stabilito dalla Policy per l'accesso aperto dell'Università degli Studi di Firenze (<https://www.sba.unifi.it/upload/policy-oa-2016-1.pdf>)

Publisher copyright claim:

(Article begins on next page)



International Association
of Hydrological Sciences



Moscow State University
Faculty of Geography

Sediment transfer through the fluvial system
Перенос наносов в эрозионно-русловых системах

Poster Report Booklet
Стендовые сообщения



Moscow, 2004
Москва, 2004

INA E.V. MAN-MADE IMPACT ON БЦИНА Е.В. АНТРОПОГЕННОЕ ПРОЦЕССЫ	168
ANCANI, FRANCESCO CANOVARO & T LOAD SURVEY ON TANARO RIVER Ф. КАНОВАРО, С. ФРАНКАЛАНЧИ ОСОВ Р. ТАНАРО (СЕВЕРО-ЗАПАДНАЯ	174
NEL STABILITY AND DEFORMATION ОСТЬ И ДЕФОРМАЦИИ РУСЕЛ	182
T THE RESULTS OF GULLY EROSION E RUSSIAN PLAIN О РЕЗУЛЬТАТАХ МОНИТОРИНГА Е РУССКОЙ РАВНИНЫ	188
C ANALYSIS OF SMALL DRAINAGE IAN PLAIN) ЕСКИЙ АНАЛИЗ СКЛОНОВ МАЛЫХ ИМЕРЕ РУССКОЙ РАВНИНЫ)	201
CULTIVATED LANDS AREAS AND IT ON IN THE AGRICULTURAL ZONE OF КА ПЛОЩАДЕЙ ПАШНИ И ЕЕ ЕК В ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКОЙ ЗОНЕ	207
ANIFESTATION OF EROSION AND THE EAST OF RUSSIAN PLAIN ПРОЯВЛЕНИЯ ЭРОЗИИ И СТОКА ОКЕ РУССКОЙ РАВНИНЫ	213
TION OF REGIONAL DEVELOPMENT EAST EUROPE РЕГИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ИХ КОМПЛЕКСОВ В ВОСТОЧНОЙ	218
V.V. DEMIDOV NEW MODELS OF SNOWMELT RUNOFF	223

ANALYSIS OF BED MATERIAL
OF TANARO RIVER
(NORTH-WESTERN ITALY)

IGNAZIO BECCHI, LUCA SOLARI,
MICHELE CAPELLA, BEATRICE
MENGONI & LORENZA ROSSI
ROMANELLI

Department of Civil Engineering, Univer-
sity of Firenze, via S. Marta 3, 50139 Italy
E-mail: becchi@dicea.unifi.it

Abstract Surface bed material sampling has been carried out in almost the entire length of the Tanaro River from the confluence with the Po River (north-western Italy). Grain size distributions show a high degree of bimodality, with one mode in the sand range and one mode in the gravel range. The two modes are clearly separated due to the almost completely lack of sediments in the granular range - $2 < \phi < 1.5$. Statistical inference of sample data suggests that the grain mixtures can be considered as the sum of two normal distributions having different mean but the same variance. Gravel and sand distributions display different spatial variabilities: in the former downstream fining occur, in the latter not net tendencies are apparent. The proposed approach provides a better insight of the spatial distribution of the sediment sizes along the river.

Key words: Tanaro River; sedi-
ment sampling; bimodality; statistical in-
terpretation; Tan & Chang model.

INTRODUCTION

The study of morphology and main mechanisms occurring in a river require the knowledge of how alluvial sediments are transferred through the fluvial system. To this aim particle size distributions of the riverbed are needed.

The present analysis is part of a

АНАЛИЗ ДОННЫХ НАНОСОВ
Р. ТАНАРО
(СЕВЕРО-ЗАПАДНАЯ ИТАЛИЯ)

И. БЕЧЧИ, Л. СОЛАРИ,
М. КАТЕЛЛА, Б. МЕНДЖОНЕ,
Л. РОССИ РОМАНЕЛЛИ

Инженерный факультет университета г.
Флоренция, улица 3 Марта, 50139, Ита-
лия

E-mail: becchi@dicea.unifi.it

Резюме Опробование донного материала было выполнено почти по всей длине р. Танаро от ее слияния с р. По (северо-западная Италия). Распределение крупности частиц имеет отчетливый бимодальный характер с одним пиком, отвечающим песку, вторым – гравию. Моды отчетливо отделяются друг от друга благодаря почти полному отсутствию наносов в диапазоне - $2 < \phi < 1.5$. Статистический анализ проб показывает, что смесь наносов может рассматриваться как сумма двух нормальных распределений, имеющих разное среднее и одинаковое изменение. Распределение гравия и песка указывает на их различную пространственную изменчивость: первый измельчается вниз по течению, второй не обнаруживает отчетливых тенденций. Предлагаемый подход позволяет более достоверно оценивать пространственное распределение размера донных наносов по длине реки.

Ключевые слова река Танаро, опробование наносов, бимодальность, статистическая интерпретация, модель Тана и Чанга.

ВВЕДЕНИЕ

Исследования морфологии и главных механизмов процессов, происходящих в реках, требует знания закономерностей перемещения аллювиаль-

wide project regarding the study of Tanaro River morphodynamics. Riverbed grain size sampling has interested about 180 km from the confluence with the Po River, covering almost the entire length of Tanaro River alluvial bed, and the main tributaries.

Locations of sediment sampling were determined by means of geomorphological stream surveys which have pointed out the main patterns and processes occurring within the river.

The sediment sampling was limited to the emerged surface layer of riverbed and along river bars, considering an effective invariability of sediment population sampled at the bar-length scale.

A statistical interpretation of sample data is proposed which allows to investigate the main properties of sediment size distributions along the river.

GRAIN SIZE DISTRIBUTIONS

Grain size distributions have obtained employing standard sampling techniques such as pebble counts along transects (Bunte & Abt, 2001). Field instruments have allowed to measure grain size in the range between $\phi = -10$ and $\phi = +4$ with a resolution of 0.5ϕ .

Analysis of 23 grain size distributions along Tanaro River and 6 grain size distributions on some of the main tributaries, shows that mixtures are characterized by a highly perceptible bimodality since all the samples display two distinct modes, one in the gravel and one in the sand, and a gap in size in the granular range $-2 < \phi < +1.5$ (Fig. 1). Spatial variations of main percentiles of grain size distributions (Fig. 2, note that the streamwise direction is toward the origin of x axis), indicate that the percentiles ϕ_{84} and ϕ_{50} on average increase downstream with a rather regular trend, although ϕ_{50} curve shows two peaks probably due to the tributaries; on the contrary the percentile ϕ_{16} does not show any net tendency and its spatial variation is extremely irregular. This behaviour is due

to somewhat high mobility of the fine portion, whose relative amount is highly sensitive to tributaries and local hydraulic conditions. The high degree of bimodality of grain size distributions and the presence of a sedimentological gap, suggest to consider the mixtures as the sum of two distinct populations, one is represented by the sand grains ($-1 < \phi < +4$) and the other one is formed by the gravel grains ($-10 < \phi < -1$). The main percentiles of sand and gravel populations composing the mixtures collected have been computed (Fig. 3); it appears that gravel populations show an overall downstream fining and the main percentiles of the tributaries are similar to those observed in the Tanaro River; on the contrary sand populations do not show any clear tendency in the streamwise direction and the percentiles estimated in the Tanaro River and in the tributaries are somehow different.

тенденций изменения и его распределение в верхней степени нерегулярно. Это явление связано с высокой подвижностью тонких фракций наносов, относительное содержание которых очень чувствительно к локальным гидравлическим условиям. Высокая степень бимодальности распределения крунности наносов и наличие провала заставляет рассматривать смесь наносов как сумму отдельных совокупностей, одна из которых представлена песком ($-1 < \phi < +4$), а вторая гравием ($-10 < \phi < -1$). Крунность определенной совокупности совокрунности песка и гравия, составляющих смесь наносов, были рассчитаны (рис. 3). Гравийная совокрунность обнаруживает изменчивость вниз по течению и крунность наносов в притоках сходна с круностью в р. Танаро.; наоборот, песчаная совокрунность не обнаруживает ясной тенденции в направлении течения и расчетные крунности в Танаро и притоках различны.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КРУПНОСТИ НАНОСОВ

Распределение крунности частиц получают с помощью стандартной техники опробования, такой как подетет гальки на поперечнике (Бунте, Абт, 2001). Полевые приборы позволяют измерять крунность частиц в диапазоне $-10 < \phi < +4$ с разрешением 0.5ϕ .

Анализ 23 распределений крунности наносов вдоль р. Танаро и 6 распределений по некоторым главным притокам выявил их ярко бимодальный характер. Песок и гравий образуют отчетливые моды, между которыми имеется провал в диапазоне $-2 < \phi < +1.5$ (рис. 1). Пространственные вариации крунности определенной обесценности (рис. 2, заметьте, что ось x направлена против течения) показывают, что ϕ_{84} и ϕ_{50} в среднем возрастают вниз по течению с достаточной регулярной тенденцией, хотя кривая ϕ_{50} обнаруживает два пика, вероятно вызванных впадением притоков; наоборот ϕ_{16} не обнаруживает никаких

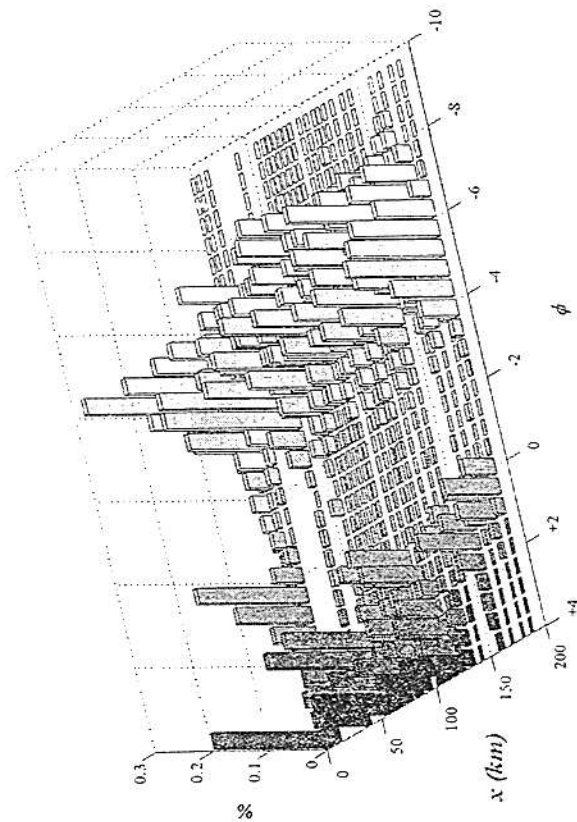


Fig. 1 Spatial variations of grain size distributions in the Tanaro River; x: distance from the confluence with the Po river.

Рис. 1. Пространственные изменения распределения крунности наносов р. Танаро; x – расстояние от впадения с р. По.

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

Для статистической интерпретации данных опробования предложены аналитический метод, основанный на модели Тана и Чанга (1972) (в дальнейшем Т&С), который успешно применяется для оценки распределения крупности наносов р. По (Беччи, 1986).

Модель Т&С выражает плотность распределения как ограниченную смесь двух компонент, которая состоит из суммы нормальных распределений, имеющих одинаковое отклонение, но разное среднее; модель Т&С записывается:

$$f(\phi) = pf_1(\phi) + (1-p)f_2(\phi),$$

где p - фракция смеси и f_1, f_2 - нормальные распределения

Для того, чтобы убедиться в применимости этой модели для отобранной смеси частиц, были выполнены расчеты вариации для песчаной и гравийной совокупностей. Они показали, что обе совокупности характеризуются сходным стандартным отклонением, которое отстает приблизительно в 10 раз от среднего значения исследуемого участка реки - около 1ϕ - со средним коэффициентом вариации 18 и 53% для гравийной и песчаной соответственно.

Применение такого метода, основанного на расчете параметров модели Т&С, и метода моментов показало, что смесь зерен образована из суммы двух совокупностей, распределенных нормально по шкале ϕ , каждая из них имеет разное среднее, но одинаковое отклонение. Сравнение теоретической и наблюдаемой плотностей распределения показало хорошую сходимость для всех образцов, коэффициент корреляции во всех случаях достигал 0,99. Крупности определенной обеспеченности, полученные с помощью модели Т&С, оказались сходными с рассчитанными на основе данных

STATISTICAL INTERPRETATION

For the statistical interpretation of sample data an analytical method is proposed based on the Tan & Chang (1972) model (in the following referred as T&C), which has already been successfully applied to grain size distributions collected in the Po River (Becchi, 1986).

T&C model expresses a density distribution as a finite mixture of two components that consists in the sum of the normal distributions having the same variance but different means; the T&C model reads:

$$f(\phi) = pf_1(\phi) + (1-p)f_2(\phi)$$

where p is the mixture fraction and f_1, f_2 are normal density distributions.

In order to ascertain the applicability of this model to the grain mixtures collected, calculation of variance relative to the sand and gravel populations have been calculated, showing that the two populations are characterized by similar standard deviations which remain roughly constants along the entire river reach under investigation, about 1ϕ with an average coefficient of variation of 18% and 53% for the gravel and the sand populations, respectively.

The application of such a method, based on the estimate of the parameters of the T&C model with the method of the moments, shows that the grain mixtures are composed by the sum of two populations normally distributed in the ϕ scale, each of them having different mean but the same variance. A comparison between the theoretical and observed density distributions shows a very good agreement for all the samples, the correlation coefficient being about 0.99 in all cases. Percentiles of the grain size distributions obtained with the T&C model appear to be very similar to those estimated from the sample data (Fig. 4) both in the case of the gravel and of the sand populations; in the latter and in few

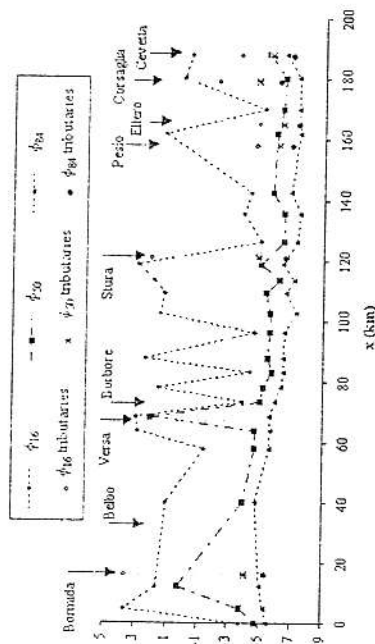
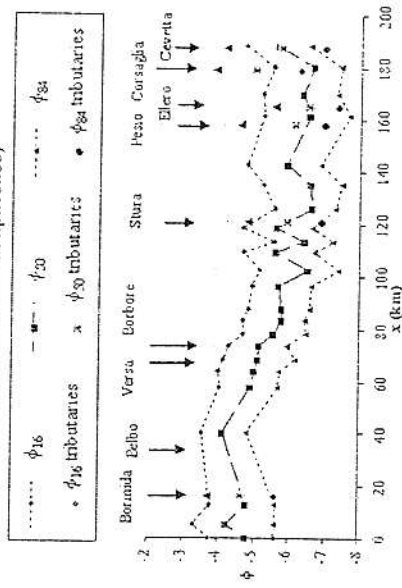
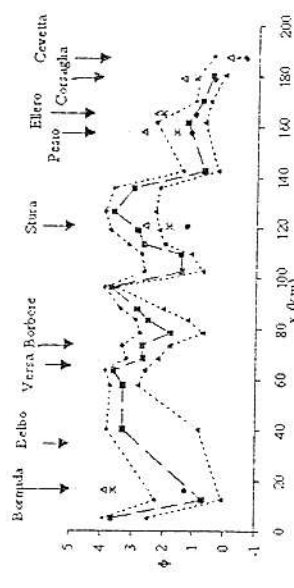


Fig. 2. Spatial variations of the main percentiles relative to the grain size distributions obtained from the sample data; x - distance from the confluence with the Po river (the arrows indicate the location of the main tributaries).

Рис. 2. Пространственные вариации наносов характерной крупности, расстояние полученные по данным опробования; x -расстояние от слияния с рекой По (стрелки указывают впадения главных притоков)



a)



b)

Fig. 3. Spatial variations of the main percentiles relative to the gravel (a) and to the sand (b) populations.

Рис. 3. Пространственные изменения главных крупностей определенной обеспеченности для гравийной (а) и песчаной (б) совокупностей.

cases, a large discrepancy occurs due to limited numbers of particles describing the fine portion. Indeed sediment sampling accuracy, investigated by means of the method proposed by Petrie and Diplas (2000), suggests that the percentiles relative to the fine fraction are affected by an error not always negligible (ranging between 0.1 and 0.4 for the percentile ϕ_{50}).

опробования (рис. 4) и для гравия, и для песка. Заметное несоответствие возникает вследствие ограниченного содержания тонких фракций. Действительно, анализ точности опробования, исследованной по методике Петри и Дипласа (2000), показал, что крупности, относящиеся к тонким фракциям, определяются с ошибкой, которой не всегда можно пренебречь (от 0.1 до 0.4 для крупности ϕ_{50}).

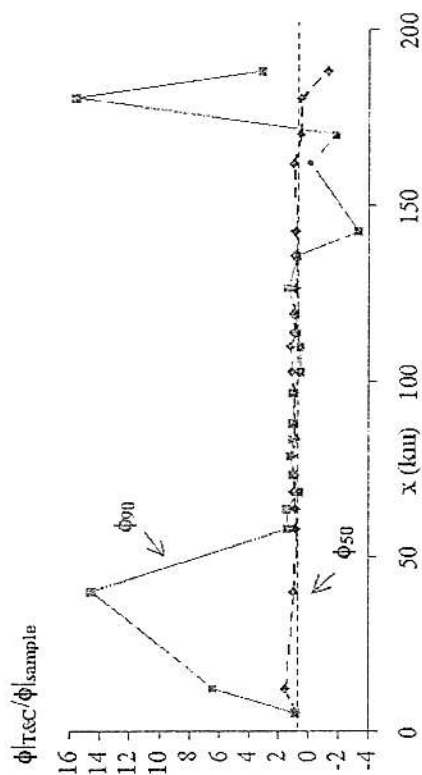
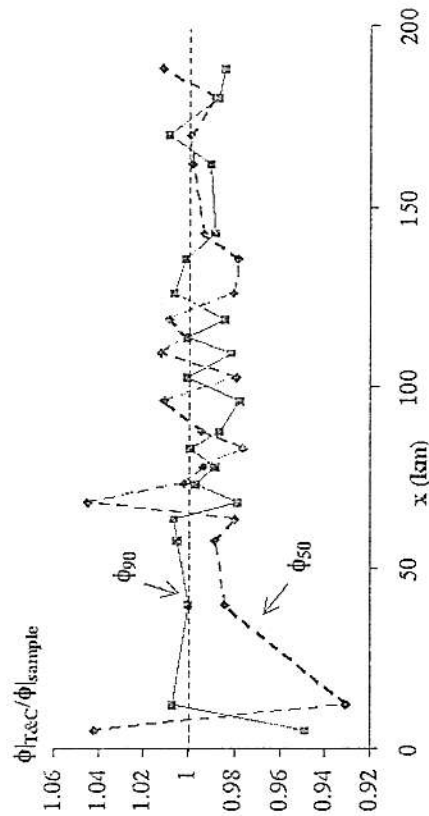


Fig. 4 Spatial variation of the ratio between the percentiles estimated with T&C model and with the sample data relative to the gravel (a) and to the sand (b) populations.

Пространственные изменения отношения крупностей, рассчитанных по модели, к основе данных опробования для гравия (а) и песка (б).

CONCLUSIONS

The mixtures collected are characterized by a high degree of bimodality due to the presence of two distinct modes separated by a gap in the granular range $2 < \phi < 1.5$. Statistical interpretation of sample data based on the model of Tan & Chang (1972), suggests that the mixtures are the sum of two normal distributions characterized by the same variance but different mean. The proposed approach has allowed to investigate the main properties of sedimentary composition of the river thus allowing to overcome limitations related to poor accuracy occurring in the sampling.

ВЫВОДЫ

Собранные смеси наносов характеризуются высокой степенью бимодальности, вызванной существованием двух отдельных мод, разделенных провалом в диапазоне крупности $2 < \phi < 1.5$. Статистическая интерпретация образцов, основанная на модели Тана и Чанга (1972), показывает, что смесь является суммой двух нормальных распределений с одинаковым отклонением и разным средним. Предлагаемый подход позволил исследовать главные свойства и состав наносов реки, что в свою очередь дает возможность преодолеть ограничения, связанные с низкой точностью опробования.

REFERENCES

- Becchi, I. (1986) *Alcune osservazioni sulla distribuzione statistica dei fenomeni di trasporto solido*. Seminario su Modelli dei fenomeni idraulico fluviali, Bologna, June 17-18 (in Italian).
- Bunte, K. & Abt, S.R. (2001) *Sampling surface and subsurface particle-size distributions in wadable gravel- and cobble-bed streams for analyses in sediment transport, hydraulics, and streambed monitoring*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, General Technical Report RMRS-GTR-74, 428 pp.
- Petrie, J. & Diplas, P. (2000) *Statistical approach to sediment sampling accuracy*. Water Resources Research, 36 (2), 597-605.
- Tan, W.Y. & Chang, W.C. (1972) *Some Comparison of the Method of Moments and the Method of Maximum Likelihood in Estimating Parameters of a Mixture of two Normal Densities*. Journal of the America Statistical Association, 67 (338), 702-708.