

PIERLUIGI BRANDOLINI - PAOLO SBARDELLA

CARATTERIZZAZIONE DEL RETICOLO IDROGRAFICO DEL TERRITORIO COMUNALE DI GENOVA A SEGUITO DELLE MODIFICAZIONI ANTROPICHE (*)

Premessa. – La peculiare conformazione orografica del territorio ligure, caratterizzata dall'incombenza sulla fronte litoranea della catena appenninica nel settore di levante e dalla catena alpina nel settore di ponente e dalla presenza di modeste piane fluvio-costiere, influisce in modo preponderante, oltre che sugli aspetti naturali del territorio, quali per esempio le condizioni climatiche, la tipologia dei reticoli drenanti, il regime idrologico e la stabilità dei versanti, anche sugli aspetti antropici, con particolari condizionamenti sulla localizzazione degli insediamenti e delle attività produttive.

Tutto ciò ha da sempre comportato un rapporto problematico tra uomo e natura, enfatizzato laddove insistono le maggiori concentrazioni di popolazione. La distribuzione di quest'ultima è fortemente disomogenea e quasi totalmente limitata alla stretta fascia costiera (Brandolini e Spotorno, 1998). Nel corso degli ultimi decenni la progressiva carenza di spazi disponibili ha spinto a una graduale e talora caotica urbanizzazione dei retrostanti rilievi, spesso non supportata da una razionale pianificazione, che tenesse in giusta considerazione il delicato equilibrio delle condizioni geografico-fisiche ed ambientali delle porzioni di territorio in cui andava a insistere.

Un ambito territoriale che presenta insieme questi molteplici aspetti è quello del comune di Genova, i cui nuclei abitativi originari, nel corso di questo ultimo secolo, si sono estesi fino a fondersi in un *continuum* lungo tutta la costa compresa tra Voltri e Nervi e si sono più recentemente espansi lungo gli assi vallivi dei torrenti Bisagno e Polcevera (fig. 1).

L'intensa antropizzazione del territorio ha pesantemente condizionato le varie componenti ambientali. Per esempio il reticolo idrografico ha subito radicali modificazioni lungo vari tratti di alveo, attraverso tombinamenti, coperture e canalizzazioni, e inoltre ampie superfici naturali, di piana e di versante, sono state impermeabilizzate dall'urbanizzazione, comportando nell'insieme rilevanti alterazioni del regime idrologico. Ciò ha contribuito all'incremento degli eventi alluvionali e dei loro effetti talora calamitosi, per mitigare i quali sono stati fatti e sono tuttora in corso numerosi studi ed interventi sul territorio (Brandolini e Terranova, 1994; Brandolini e Ramella, 1994).

(*) Questo studio è stato realizzato nell'ambito del progetto di ricerca COFIN-MURST dal titolo *Valorizzazione turistica dello spazio fisico come via alla salvaguardia ambientale*, coordinatore nazionale e responsabile dell'unità locale dell'Università di Genova, Remo Terranova.

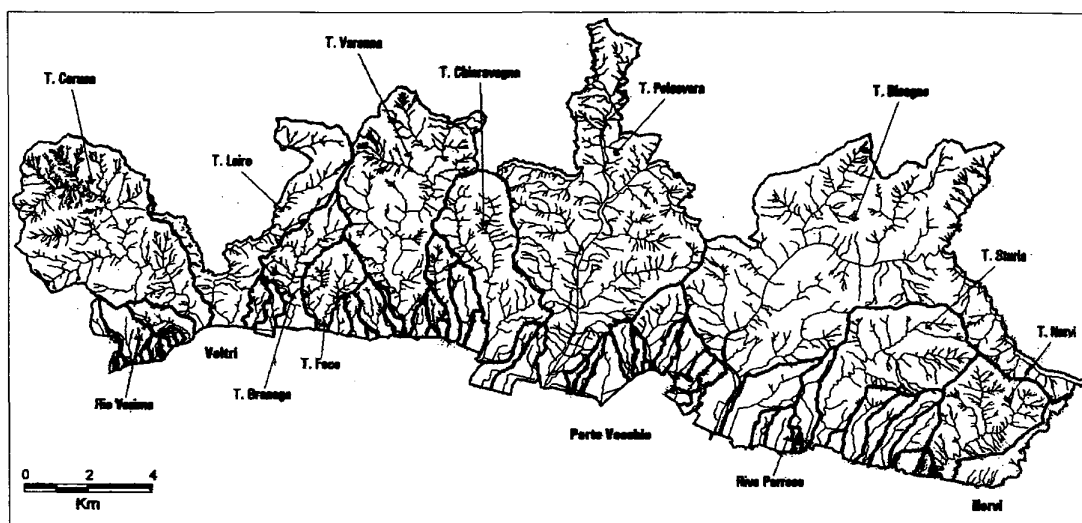


Fig. 1 – *Inquadramento generale del reticolo idrografico del comune di Genova*
Sviluppo dei bacini idrografici principali e dei relativi reticoli individuati

Il problema è indubbiamente complesso e coinvolge un elevato numero di variabili, la cui analisi sinottica e multidisciplinare è ostacolata sia da pregiudizi culturali e settoriali sia dai limiti oggettivi della loro integrazione con metodi e strumenti canonici.

In questo studio si affronta l'analisi dei reticoli idrografici del territorio comunale di Genova, con particolare attenzione alla loro attuale tipologia e conformazione d'alveo, attraverso l'uso dei *Geographical Information Systems* (GIS), quali strumenti di gestione, integrazione e analisi dei dati cartografici e descrittivi del territorio. Grazie a tali mezzi informatici è stato possibile estendere e approfondire l'attenzione a una grande quantità di informazioni, altrimenti poco gestibili e integrabili, per ottenere una visione il più possibile esaustiva del contesto naturale e antropico dell'area di espansione della città di Genova.

La ricerca in oggetto si è avvalsa sia di fonti informative di tipo storico (stralci cartografici e documenti descrittivi d'archivio), sia di fonti informative estremamente recenti e talora già disponibili in formato numerico (cartografia di base e tematica, fotografie aeree, censimenti), reperite queste ultime principalmente presso l'Ufficio Cartografico della Regione Liguria, l'Ufficio Informatizzazione PRG del Comune di Genova e l'Azienda Mediterranea Gas e Acqua (Sbardella, 1997). A una prima fase di censimento e acquisizione dei dati è seguita una fase di selezione e integrazione in ambiente GIS, secondo una logica a livelli informativi omogenei (*layers*), in termini sia di semantica sia di precisione geometrica, che ha consentito di effettuare un'analisi topologica delle relazioni intercorrenti tra i differenti *layers*.

Particolare attenzione è stata rivolta allo studio delle relazioni intercorrenti tra le varie componenti del reticolo (alvei tombinati, alvei canalizzati, alvei naturali, alvei artificiali) e l'ambito geografico e fisico di pertinenza, considerando come unità significativa di riferimento quella del bacino principale.

Inquadramento dell'area di studio. – Il territorio di Genova (240 km²) si estende lungo la costa tra Voltri e Nervi per circa 30 km, e si sviluppa nell'entroterra, per oltre 13

km, in corrispondenza degli assi vallivi dei torrenti Bisagno e Polcevera, con quote che vanno dal livello del mare ai 1.184 m del Monte Reixa. La morfologia è in gran parte montuosa, con una fascia litoranea pianeggiante poco estesa, occupata interamente dalla recente espansione degli insediamenti residenziali, industriali, portuali e aeroportuali, su cui si distribuisce la quasi totalità della popolazione di Genova, pari oggi a poco meno di 700.000 abitanti.

Dal punto di vista geologico la porzione occidentale del territorio è caratterizzata dall'affioramento di unità di crosta oceanica di età giurassica, note in letteratura come «Gruppo di Voltri» (Unità dei calcescisti, Unità delle metabasiti l.s. e Unità delle ultramafiti), quella centrale dalla sequenza di fondo oceanico appartenente all'Unità di Monte Figogna (Creta Inferiore-Giurassico) e dall'Unità triassico-liassica della Val Polcevera (argilloscisti, calcari e dolomie), quella orientale dall'Unità del Monte Antola (calcari marnosi e argilliti) di età cretacea superiore (Limoncelli e Marini, 1969; Marini, 1989). A questa varietà formazionale si aggiungono alcuni lembi di sedimenti pliocenici (argille di Ortovero) e oligocenici del Bacino Terziario Piemontese (brecce e conglomerati poligenici), che affiorano sporadicamente nel settore centro-occidentale.

L'elevata energia del rilievo e il contatto tra rocce a differente permeabilità influiscono direttamente sulla circolazione delle acque superficiali e sotterranee e sulla stabilità degli stessi versanti, che spesso presentano diffusi fenomeni di dissesto.

L'orografia del territorio influisce direttamente, a sua volta, sia sulla distribuzione spaziale delle precipitazioni, di tipo bimodale, con un massimo principale in autunno e uno secondario in primavera, che ammontano mediamente a 1.200/1.300 mm annui, sia sul regime idrologico dei corsi d'acqua, tipicamente «torrentizio», con estesi periodi di secca cui si alternano talora piene anche catastrofiche, con portate che possono variare secondo la dimensione dei bacini da circa 500 a 1.500 m³/sec (1). La distribuzione degli insediamenti umani, principalmente ubicati presso la costa o nei tratti terminali dei corsi d'acqua, proprio dove si verifica la massima criticità durante gli eventi di piena, incrementa gli effetti delle esondazioni, sempre più ricorrenti nel corso degli ultimi anni.

Un fattore significativo da mettere in relazione con questi ultimi fenomeni è rappresentato dall'uso e dalla copertura del suolo. Dall'analisi della cartografia tematica *Corine «Land cover»*, si può osservare come il territorio comunale sia costituito per circa il 25% da aree urbanizzate, per il 33% sia coperto in modo prevalente da vegetazione boschiva di vario tipo e secondariamente da vegetazione prativa l.s. (Sbardella, Capizzi e Costanzo, 1994). La restante parte è rappresentata da zone con «vegetazione in evoluzione e con colture miste a spazi naturali», che spesso coincidono con situazioni di abbandono e di degrado (fig. 2).

Fonti ed elaborazione dei dati. – Le fonti storiche, cartografiche e descrittive si sono rivelate molto interessanti e abbondanti. La consultazione dei *Fondi antichi*, dei *Fondi amministrativi municipali* e dei *Piani Regolatori*, conservati presso l'Archivio Storico del Comune di Genova, ha consentito l'interpretazione delle principali modificazioni del reticolo idrografico avvenute nel passato, soprattutto in quelle zone complesse della città (centro storico e area del porto antico), ove si sono succeduti consistenti interventi antropici. In particolare, tramite la loro analisi, è stato possibile verificare e integrare le cono-

(1) Le masse d'aria umida provenienti dal mare, trovando un ostacolo nella catena montuosa costiera, generano intense e localizzate precipitazioni. Queste in conseguenza dei caratteri morfologici dei bacini costieri del Genovesato, che determinano ridotti tempi di corrivazione, anche inferiori all'ora, possono in casi estremi dare luogo ad improvvise ondate di piena lungo le aste terminali (Brandolini e Ramella, 1994)

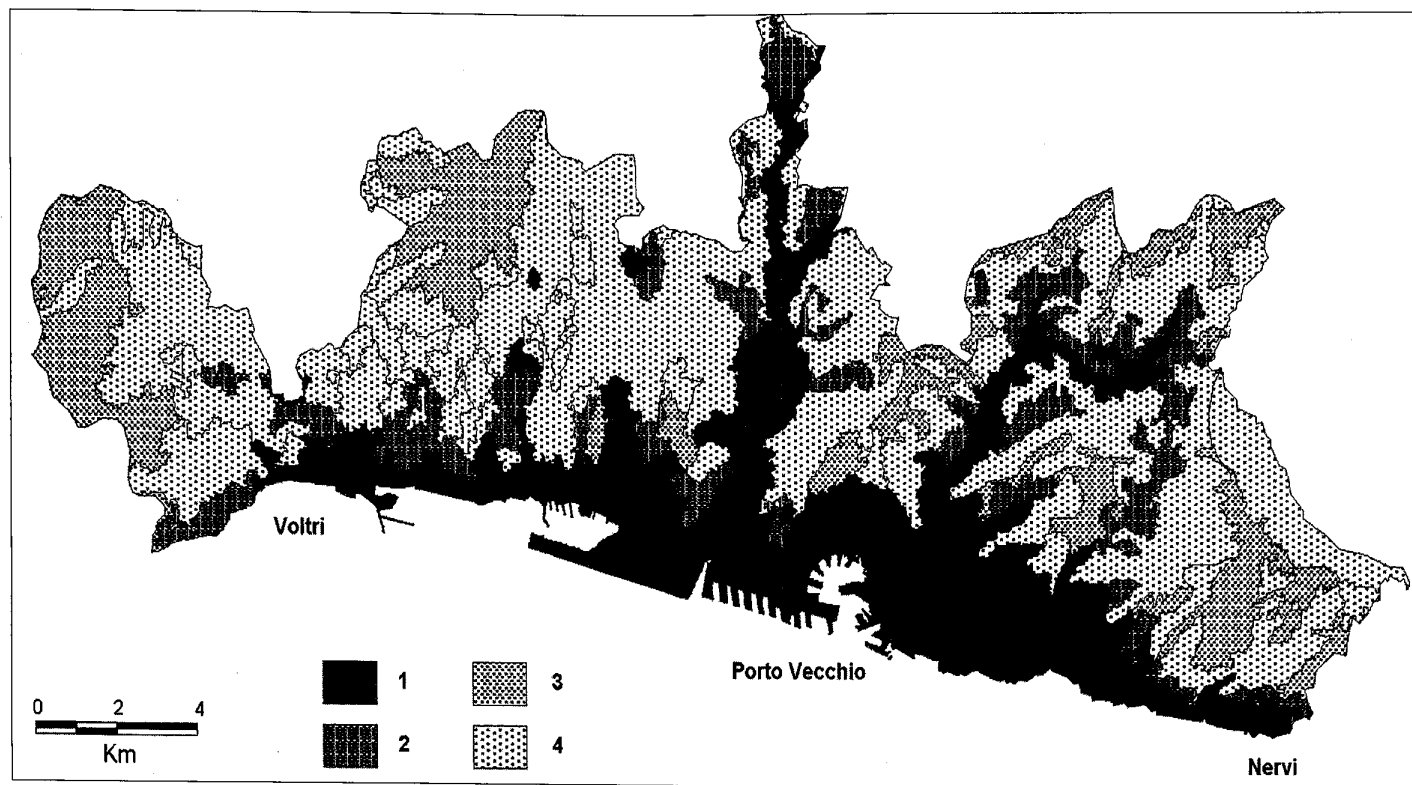


Fig. 2 – *Schema dell'uso e della copertura del suolo nel comune di Genova*

1) urbanizzato; 2) coltivo e misto; 3) prativo; 4) boschivo

scenze di percorsi, divagazioni e tipologie di molti tratti d'alveo occultati da secoli di espansioni urbanistiche. I dati recenti e attuali si presentano spesso in un duplice formato, cartaceo e digitale. Molti di questi dati sono già organizzati in veri e propri «sistemi informativi territoriali» dagli enti locali (2).

Le elaborazioni qui presentate riguardano l'analisi delle varie componenti del reticolo idrografico, suddiviso in tratti «naturali», «arginati», «coperti» e «artificiali», considerate in relazione all'estensione dei relativi bacini (3).

Per affrontare adeguatamente lo studio dei reticoli idrografici in un territorio a tratti intensamente urbanizzato (il caso limite è rappresentato dal centro storico di Genova) è stato privilegiato il massimo dettaglio disponibile, risultato corrispondente alla scala 1:5.000. A tal fine sono state utilizzate la *Carta tecnica regionale (CTR)* della Regione Liguria, come cartografia di base, e la *Carta dello stato dei corsi d'acqua* del Comune di Genova, come tematismo di riferimento, entrambe disponibili alla scala 1:5.000 e in formato numerico.

In una precedente elaborazione (Sbardella, 1997) sono state analizzate anche le relazioni tra idrografia e contesto geologico e geomorfologico, utilizzando gli altri tematismi disponibili nell'ambito del Sistema informativo territoriale (SIT) del Comune di Genova.

Tali elaborazioni hanno permesso di definire vari indici di drenaggio (totale, considerando l'intero reticolo, o parziale, considerando separatamente le sue componenti), riferiti ai vari bacini o alle aree scolanti, individuate sulla cartografia di base.

Applicando il sistema GIS Intergraph MGE (Modular GIS Environment), installato su piattaforma Windows NT, sono stati implementati i due strati informativi (*layers*) bidimensionali relativi ai «limiti di bacino» e al «reticolo drenante», rielaborando i dati già presenti nel SIT del Comune di Genova e nella *CTR* 1:5.000 della Regione Liguria, integrati con i risultati dell'indagine storica.

Nel *layer* relativo ai «limiti di bacino» sono stati considerati solo i limiti dei bacini idrografici principali, considerati fino al limite amministrativo del comune. In totale sono state individuate 62 aree, per le quali si riportano in tabella 1 (procedendo da ponente verso levante) il codice, la superficie (espressa in km² e approssimata al secondo decimale) e la relativa denominazione. Alcune di queste aree, tramite la sovrapposizione con il *layer* relativo ai reticoli idrografici, illustrato nel seguito, sono risultate prive di reticolo drenante: è questo il caso delle aree dette «zone neutre» (o «zone fognarie neutre»), come indicato nell'apposita relazione del PRG del Comune (4).

Complessivamente, l'area considerata si estende per circa 232,69 km² (tale superficie è leggermente inferiore all'estensione del territorio comunale, in quanto sono state escluse

(2) Questo aspetto, introdotto da pochi anni, è favorito dalla sempre più ampia disponibilità di strumenti informatici a costi sempre più accettabili, ma è anche dovuto ad esigenze sempre più organiche e funzionali, soprattutto nell'ambito della pubblica amministrazione, come disposto da recenti normative, quali la legge 142 del 1990, per la riforma degli enti locali, e la legge 183 del 1989, per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo.

(3) Per i bacini del Torrente Bisagno e del Torrente Polcevera il territorio considerato è limitato alla porzione ricadente nei confini comunali di Genova.

(4) Alcune zone di modesta estensione presentano caratteri particolari: la zona classificata con codice «052», corrispondente all'intorno di Via Carrara, risulta priva oltre che di un proprio reticolo anche di canalizzazioni; la zona classificata con codice «006», pur presentando un proprio reticolo di drenaggio, non risulta associabile a nessun toponimo; la zona classificata con codice «061», relativa all'estremo Levante del territorio comunale presenta più reticoli scolanti in mare, di cui risulta assai difficoltoso individuare i limiti di bacino.

le porzioni di bacini solo marginalmente ricadenti nell'ambito comunale), di cui oltre un terzo rientra nei bacini dei torrenti Bisagno e Polcevera e un altro terzo rientra complessivamente nei bacini dei torrenti Cerusa, Varenna, Sturla, Chiaravagna, Leiro e Nervi. Il rimanente territorio comprende bacini di estensione assai limitata che, a eccezione di Torrente Branega, Rio Casaregis, Torrente Foce e Fossato Lagaccio, presentano un'estensione inferiore all'1% del totale.

Analisi del reticolo idrografico. – Il layer relativo ai «reticoli idrografici», analogamente al precedente, proviene dalla rielaborazione di *files* utilizzati per la redazione della *Carta dello stato dei corsi d'acqua* redatta dal Comune di Genova, ove i vari tratti di reticolo presentavano una distinzione in base alla tipologia del loro alveo (naturale, plateato e/o con sponde arginate e coperto). Il tutto interessa, almeno per la parte non canalizzata, l'intero reticolo comunale rilevabile sulla cartografia di riferimento (CTR 1:5000).

Dopo aver ottenuto una rappresentazione schematica (a «grafo») di tutto il reticolo, gli alvei «coperti» sono stati ulteriormente classificati in base al loro orientamento: circa parallelo alla costa (opere artificiali quali i collettori a mare di Genova Centro e del Ponente), circa parallelo ai corsi d'acqua principali e a essi collegato (canalizzazioni artificiali parallele alle aste principali dei torrenti Bisagno e Polcevera) o di altro tipo (alvei «tombinati»).

È stata così effettuata una classificazione dell'intero reticolo in base alle cinque tipologie di alveo o tratta individuate: naturale («N»), arginato («A»), coperto («C»), collettore a mare o a esso assimilato («X») e canalizzazione artificiale collegata e parallela ad asta principale («Y»).

La distinzione operata nell'ambito dell'originaria classe degli «alvei coperti» (contenuta nel SIT del Comune), è servita per discriminare i tratti di reticolo impostati sulla morfologia circa naturale (tratti classificati come «C») da quelli a valenza interamente artificiale, sovrainposti al naturale assetto del reticolo drenante e realizzati per ovviare a problemi funzionali, prevalentemente igienico-sanitari (tratti classificati come «X» o come «Y»). In tale distinzione sono state fatte alcune approssimazioni. In particolare, alcuni tratti eminentemente artificiali (e quindi assimilabili alle classi «X» o «Y»), che hanno interamente sostituito i percorsi naturali di deflusso, sono stati inseriti nella classe «C». Invece i tratti artificiali che rappresentano integrazioni ai percorsi naturali di deflusso sono stati inseriti, in base al loro sviluppo prevalente, nelle classi «X» o «Y».

Ciò ha permesso di ottenere degli indici di drenaggio «totale» e «sub-totale» più rispondenti alla realtà fisica del territorio: l'indice di drenaggio «totale» deriva dall'insieme dei reticoli, artificiali e non, presenti in un dato bacino, mentre quello «sub-totale» (derivato dalle porzioni di reticolo classificate come «N», «A» o «C») riproduce dei valori di drenaggio pseudo-naturali.

Per ottenere questi valori si è proceduto innanzitutto calcolando automaticamente lo sviluppo lineare di ogni singolo elemento del reticolo. Lo sviluppo complessivo è risultato pari a circa 915 km (con una «densità di drenaggio» per l'intero territorio in esame pari a 3,9 km/km²), di cui 702 km relativi a tratti di tipo «N», 70 di tipo «A», 115 di tipo «C», 5 di tipo «X» e 23 di tipo «Y» (figg. 3 e 4).

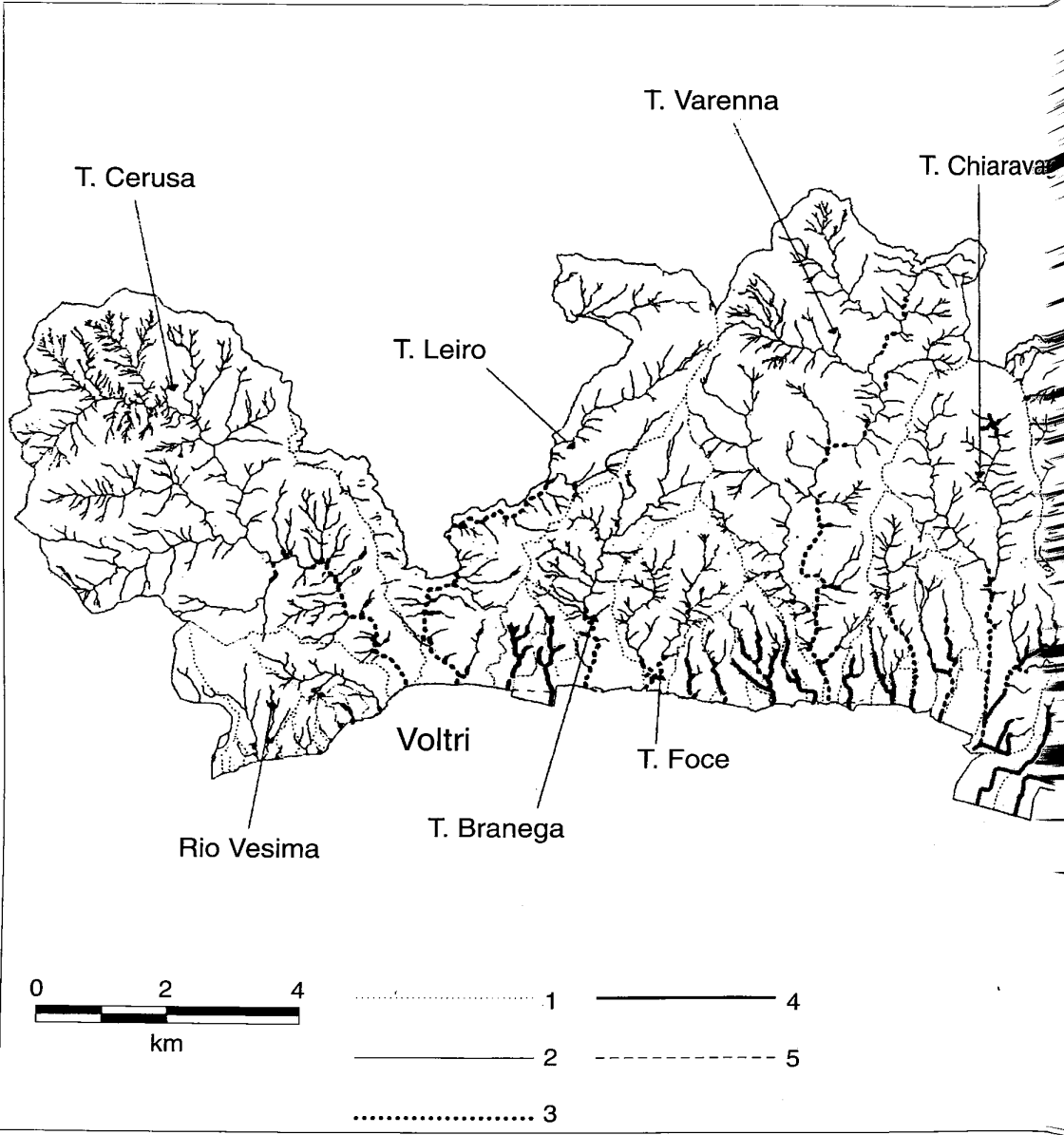
Dall'analisi topologica delle relazioni intercorrenti tra reticolo idrografico e singoli bacini, è possibile discriminare il contributo delle varie tipologie di drenaggio.

I tratti di tipo «A» (arginati) sono risultati largamente presenti nei bacini dei torrenti Polcevera e Bisagno, che comprendono rispettivamente il 30,61% e il 29,60% dell'intero reticolo arginato del territorio comunale. Per tali bacini tuttavia, in considerazione della loro grande estensione, questa tipologia d'alveo non rappresenta quella prevalente all'interno del bacino stesso, come invece avviene per i torrenti Priaruggia e Cantarena, ove i

Tab. 1 – Codice, estensione e denominazione dei bacini idrografici e delle «aree neutre» individuate (da ponente a levante) nel territorio comunale di Genova

Cod.	Sup.	Denominazione	Cod.	Sup.	Denominazione
001	0,67*	Rio Lupara	032	36,96*	T. Polcevera
A02	0,04	Rio Casello	033	0,32	Fosso Belvedere
B02	0,11	Rio Agugia	034	0,57	Fosso Promontorio
003	1,83	Rio Vesima	035	1,70	Fossato S. Bartolomeo
004	0,15	Rio Stefanina o Bonetti	036	0,95	Fossato S. Lazzaro
005	0,28	Rio Cana' o Lavandero	037	0,46	Fossato S. Teodoro
006	0,05	senza nome	038	0,08	zona neutra
007	0,16	Rio Peschiera (Borgo nuovo)	039	2,47	Fossato Lagaccio
008	0,13	Rio Fontana	040	0,78	Canale S. Ugo (e S. Brigida)
009	0,15	Rio Pozzetti	041	1,17	Fossato Carbonara (e Rio S. Gerolamo)
010	1,46	Rio Fontanelle	042	0,80	Rivo S. Anna
011	23,15	T. Cerusa	043	0,31	zona neutra
012	11,12*	T. Leiro	044	0,76	Rio Torbido
013	0,80	Rio S. Giuliano	045	53,10*	T. Bisagno
014	0,89	Rio Madonnette	046	3,86	Rio Casaregis (con Rovare e Noce)
015	5,15	T. Branega	047	0,55	Rio Cambiaso
016	3,55	T. Foce o S. Pietro	048	1,07	Rivo Parroco
017	0,61	Rio S. Michele	049	0,21	Rio Boccadasse
018	0,62	Rio S. Antonio o Sacchi	050	1,86	T. Chiappeto o Vernazza
019	0,11	zona fognaria neutra	051	12,99	T. Sturla
020	1,39	T. Rexello	052	0,32	senza nome
021	0,46	Rio Archetti o Castello	053	1,73	T. Priaruggia
022	19,78	T. Varenna	054	1,42	Rio Castagna
023	0,54	Rio Rostan	055	1,68	Rio Bagnara
024	0,13	zona neutra	056	1,31	Rio S. Pietro o Quinto
025	0,68	Rio Marotto o Monferrato	057	0,54	zona neutra
026	1,98	T. Molinassi	058	0,34	Fosso Pozzacqua
027	1,57	T. Cantarena	059	0,06	zona neutra
028	0,66	zona fognaria neutra	060	9,27	T. Nervi
029	11,18	T. Chiaravagna	061	2,81	Rio Gattego, Canastra o S. Elmo ecc.
030	1,25	Rio Secco			
031	1,54	Rio Roncallo			

(*) valore corrispondente alla sola porzione di bacino ricadente nel territorio del comune di Genova)



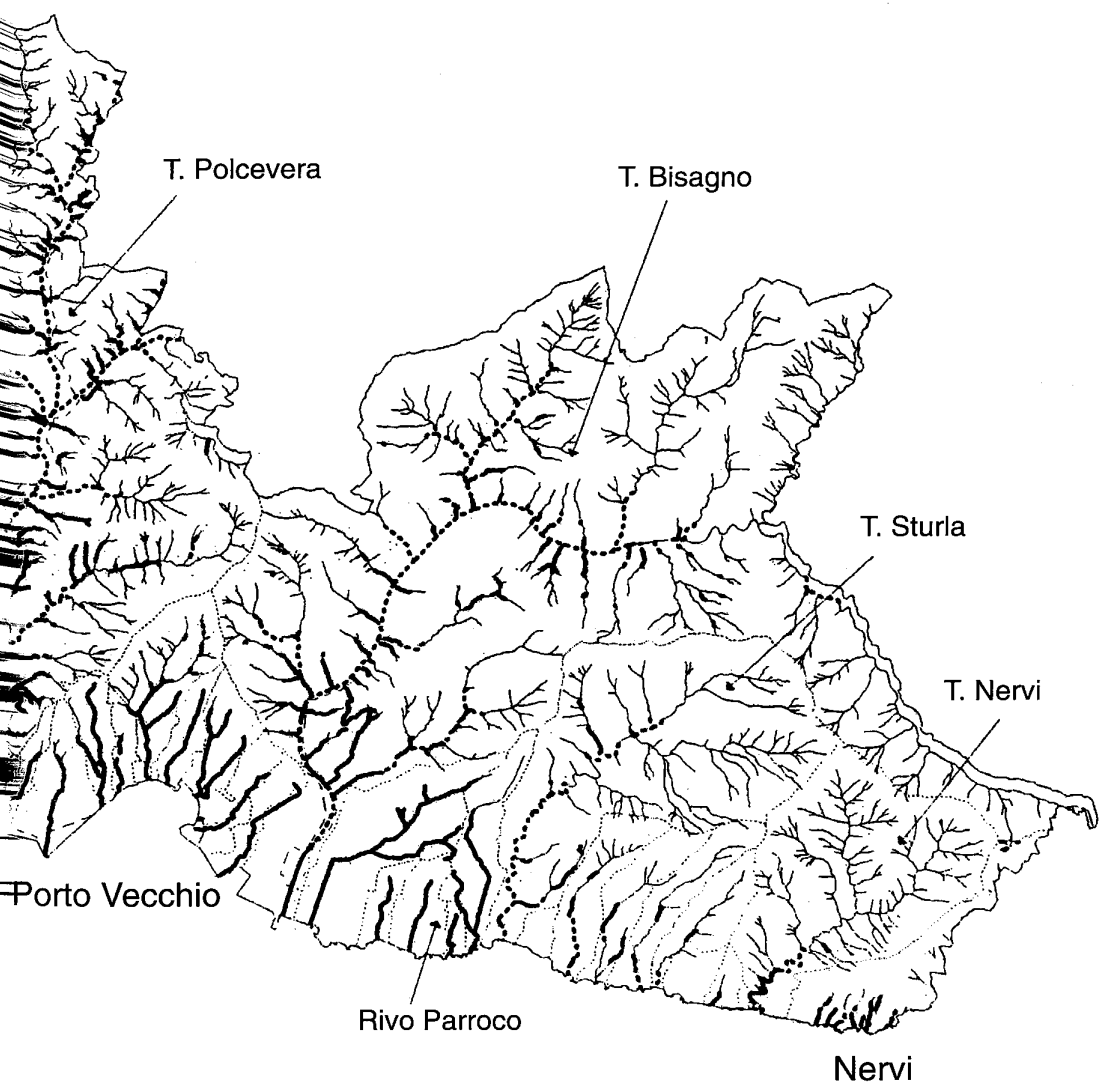


Fig. 3 – *Carta dell'assetto del reticolo idrografico del territorio del comune di Genova*

1. principali crinali spartiacque; 2. tratti di alveo allo stato prevalentemente naturale (N);
3. tratti di alveo arginato (A); 4. tratti di alveo coperto (C); 5. tratti di alveo artificiale (X e Y)

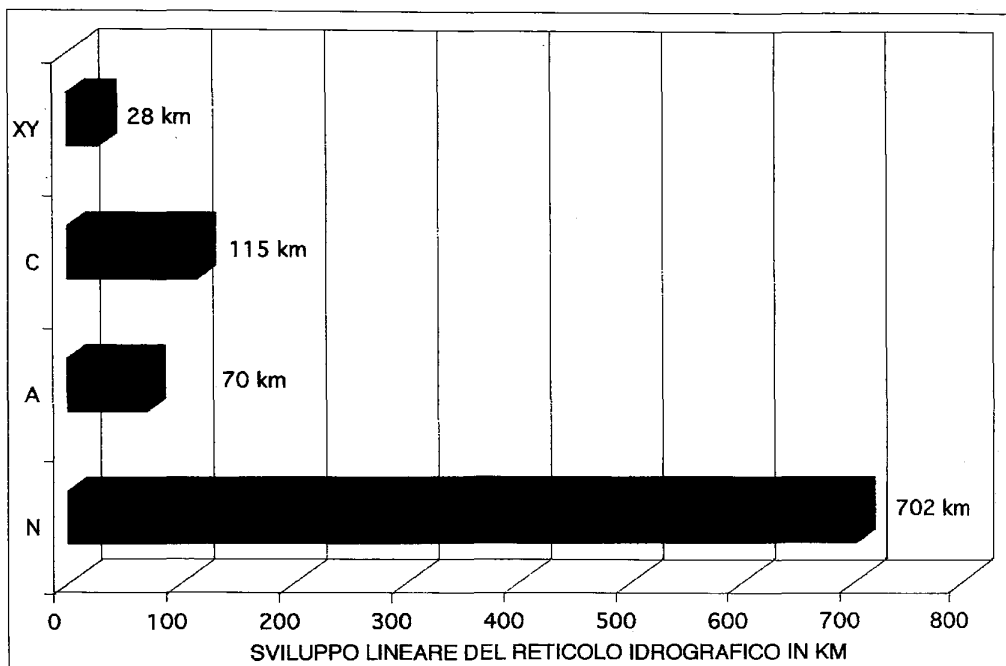


Fig. 4 – Estensione lineare delle varie tipologie di alveo rilevate nell'ambito dello sviluppo dell'intero reticolo idrografico del comune di Genova (915 km)

N) alvei naturali; A) alvei arginati; C) alvei coperti; XY) alvei artificiali

tratti arginati costituiscono circa il 25% dell'intero reticolo drenante. Altri bacini ove si ha un discreto sviluppo di tratti arginati sono quelli dei torrenti Varenna, Sturla e Chiaravagna. Per gli ultimi due, tali tratti costituiscono circa l'11% del loro reticolo complessivo. Tra i bacini con il minor sviluppo lineare di tratti arginati figurano quelli del Fossato Lagaccio, del Rio Rostan e del Torrente Leiro. Tra questi ultimi, quelli del Torrente Leiro e del Fossato Lagaccio, insieme a quello del Torrente Cerusa, rappresentano i bacini con il minimo sviluppo di tratti arginati rispetto al loro drenaggio complessivo.

I tratti arginati derivano da una serie di interventi antropici iniziati nei secoli scorsi e ben documentati dalle citate fonti storiche, che testimoniano una criticità crescente nelle interazioni tra uomo e ambiente. Infatti lo sviluppo urbanistico rapportato all'esigua risorsa «spazio» porta negli anni a un'interazione sempre più profonda e articolata con le varie componenti ambientali e, in particolare, a un progressivo avvicinamento del centro abitato agli alvei dei principali corsi d'acqua, soprattutto nella loro parte terminale, in corrispondenza del raccordo con la costa, ove le sezioni di deflusso sono state progressivamente ridotte (Brandolini, Spotorno e Terranova, 1998). Questa occupazione, in precedenza motivata e circoscritta alle sole esigenze «produttive» (per esempio, attività che traevano benefici dal deflusso delle acque), è oggi associata a esigenze abitative e di viabilità sempre più pressanti. Le numerose opere di arginatura rappresentano un intervento volto principalmente a garantire una maggiore protezione a tali insediamenti dai frequenti episodi di esondazione, che da sempre hanno investito queste aree.

Diversamente dal caso dei tratti arginati «A», i bacini o le aree che non presentano tratti di tipo «C» (alveo coperto) sono un esiguo numero: «zone neutre» con codice «038» e «043» e bacini dei rii Lupara, Casello e Fontanelle. Anche in questo caso, i bacini dei tor-

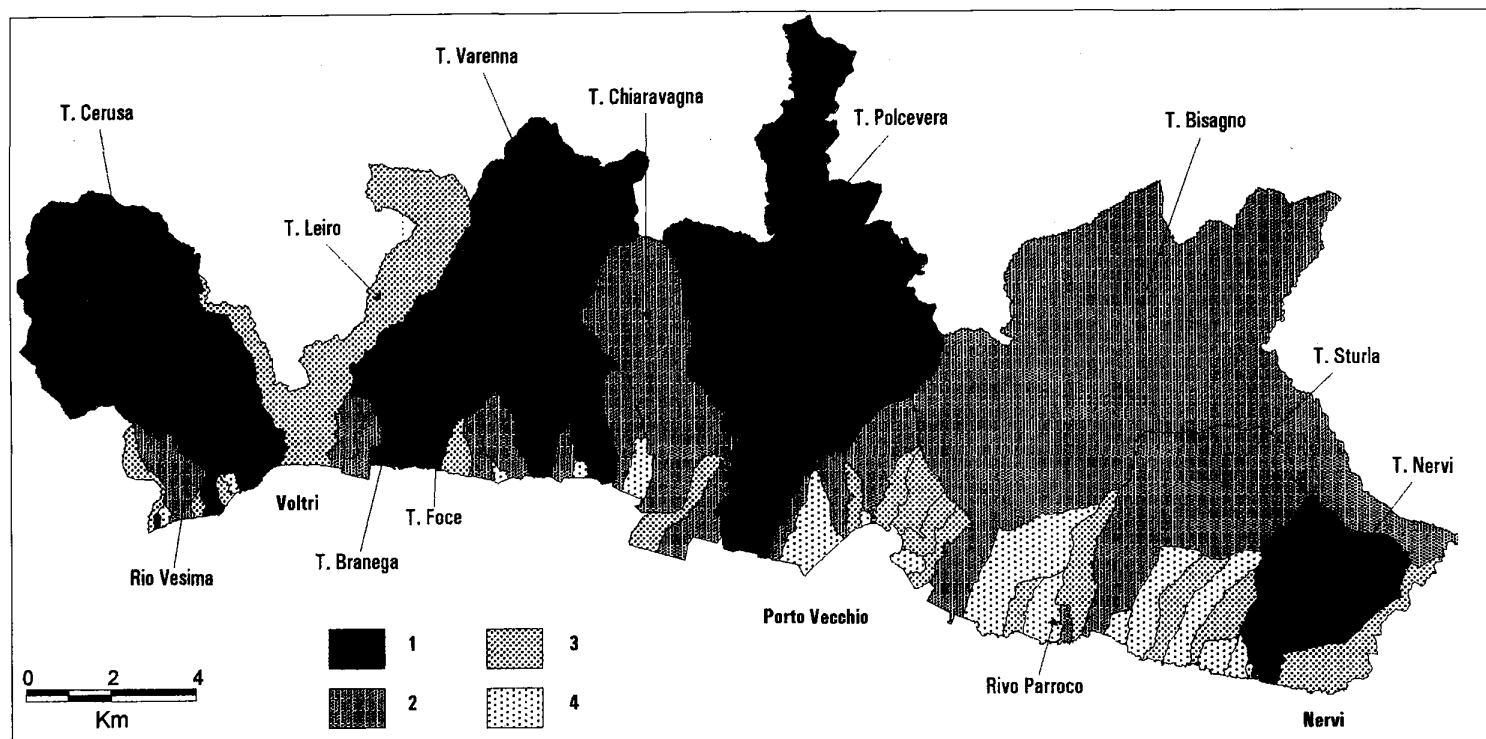


Fig. 5 – Carta della densità di drenaggio «totale» dei bacini idrografici del comune di Genova (tutte le tipologie di alveo: N, A, C, e XY)
 Classi di densità di drenaggio: 1) oltre 4,4 km/km²; 2) tra 3,32 e 4,4 km/km²; 3) tra 2,37 e 3,32 km/km²; 4) minore di 2,37 km/km²

renti Polcevera e Bisagno presentano i massimi sviluppi di tratti coperti (rispettivamente il 23,87% e il 14,17% dell'intero reticolo coperto del territorio comunale), anche se da questi valori mancano i tratti di canalizzazione artificiale di tipo «Y» e «X». Per questi bacini i tratti coperti rappresentano rispettivamente il 15,75% e il 9,15% del loro reticolo complessivo.

Per molti bacini od aree questo tipo di reticolo costituisce la prevalenza, come per il Rio Casaregis, il Fosso Belvedere, il Fosso Promontorio e il Fossato San Lazzaro o per vari rivi del centro storico (Fossato Carbonara, Canale Sant'Ugo, Rivo Sant'Anna), ove costituisce oltre l'80% del loro intero reticolo drenante. Costituisce comunque oltre il 50% del reticolo di bacino in molti altri casi (Rio Secco, Fossato San Teodoro, Rio Archetti, Torrente Chiappeto, Rio San Giuliano, Rio Roncallo ecc.). Inoltre in quattro casi rappresenta addirittura la totalità del reticolo (Rio Torbido, Rio Cambiaso, Rivo Parroco e Rio Boccadasse). I bacini meno interessati da tratti di alveo coperto sono quelli del Torrente Branega, del Torrente Cerusa e del Torrente Varenna (meno dell'1% del loro reticolo), mentre tra i bacini di una certa importanza valori contenuti riguardano i torrenti Nervi, Leiro e Sturla (meno del 5%). Il Torrente Chiaravagna ha invece tratti coperti per oltre il 10% del suo reticolo complessivo.

La maggior parte dei tratti di alveo «coperto» deve la trasformazione a interventi più antichi rispetto alle grandi opere di arginamento. In particolare i piccoli bacini, che fanno capo all'anfiteatro morfologico convergente nel golfo dell'antico porto di Genova (area del centro storico), a partire dal periodo medievale e sino a oggi sono stati oggetto di molteplici e radicali interventi di rettifica e copertura (Cabona e Terranova, 1992). Le grandi opere di copertura, relative al tratto terminale del Torrente Bisagno, sono di epoca più recente o addirittura attuale, e sono state realizzate soprattutto per far fronte alle esigenze viarie e di parcheggio. Alcune di queste opere di copertura, pur costruite nel passato secondo validi criteri tecnici, si presentano oggi inadeguate a causa delle profonde trasformazioni avvenute nell'ambito del bacino drenante di riferimento: i problemi sono connessi essenzialmente all'insufficienza delle sezioni di deflusso, ormai incapaci di smaltire, in concomitanza di intense piogge, gli apporti idrici, notevolmente aumentati in conseguenza di varie ed estese opere di impermeabilizzazione del suolo, nelle zone sia di piana sia di versante (5).

Considerando i tratti di tipo «N» (alveo naturale) si può osservare un maggiore sviluppo assoluto lungo i bacini dei torrenti Bisagno, Cerusa, Polcevera, Varenna, Nervi, Sturla, Leiro, Chiaravagna (pari complessivamente a oltre il 90% dei tratti naturali presenti sul territorio considerato). Tra questi i minori valori percentuali rapportati allo sviluppo del singolo bacino caratterizzano quelli dei torrenti Polcevera (62,99%), Bisagno (74,29%), Chiaravagna (circa 78%) e Sturla (84,60%), mentre gli altri si attestano su valori superiori al 90% (99,13% per il Torrente Cerusa). I rii Casello e Lupara, nell'estremo Ponente genovese, si distinguono in quanto interamente costituiti da alveo naturale. Valori comunque elevati (come percentuale del proprio bacino) caratterizzano anche i rii Vesima, Fontanelle e Canà (oltre il 90%). I minimi valori percentuali, come prevedibile, si hanno nei bacini

(5) Un caso particolare ed eclatante è rappresentato da Rivo Parroco (in Albaro-Genova di Levante), che in seguito ad opere di prolungamento e deviazione nella sua parte terminale, secondo un tracciato tortuoso e con un diametro ridotto rispetto alla parte di tombinatura a monte, a fronte di cospicue precipitazioni, «entra in pressione» per le difficoltà di deflusso a mare. Questo fenomeno, che si propaga gradualmente verso monte, ha portato a conseguenze disastrose, come il cedimento di parte della volta della tombinatura nel tratto sottostante le «piscine di Albaro», con conseguente inagibilità delle stesse.

dei fossi Belvedere e Promontorio (a Sampierdarena), del Rio Casaregis e di alcuni rivi del centro storico (Fossato Carbonara e Fossato San Teodoro). Tra questi ultimi fa eccezione il Fossato Lagaccio, il cui reticolo complessivo è costituito da alveo naturale per oltre il 60%. Le aree o bacini che non presentano alcun tratto di tale tipo «N» sono relative alle zone neutre con codice «038» e «043» e ai rii Cambiaso, Torbido, Boccadasse, Sant'Anna, Parroco e al Canale Sant'Ugo.

Le aree caratterizzate da questo tipo di drenaggio coincidono con quelle risparmiate dall'espansione urbana principalmente per la loro conformazione e/o per la loro posizione geografica, marginale rispetto ai punti strategici di maggior interesse socio-economico della città. Molte di queste aree, essenzialmente di tipo rurale e sino a pochi decenni orsono oggetto di diffuse coltivazioni su terrazzamenti artificiali, sono tuttavia all'origine di alcuni problemi di ordine idrogeologico che si riflettono, talora in modo eclatante, nelle zone a valle. Infatti l'abbandono da parte dell'uomo dei terrazzamenti agricoli e il conseguente degrado ambientale di tali aree, spesso accompagnato da morfologie assai acclivi e da coperture vegetali scarse o assenti, sono il presupposto per estesi e profondi fenomeni di erosione del suolo e di dissesto (Sbardella, 1997; Brandolini e Ramella, 1998).

Consideriamo infine i tratti di tipo «X» (canalizzazioni artificiali con andamento circa parallelo alla costa) e di tipo «Y» (canalizzazioni artificiali circa parallele all'asta principale). Essi risultano presenti solo in un numero limitato di aree: il bacino del Torrente Polcevera, l'unico a essere interessato da ambedue i tipi di canalizzazione, presenta quasi 14 km di canalizzazioni di tipo «Y» e poco meno di 1 km di quelle di tipo «X» (rispettivamente il 36.42% e il 14.52% di quelle presenti sull'intero territorio considerato); il bacino del Torrente Bisagno presenta oltre 8 km di canalizzazioni di tipo «Y», concentrate prevalentemente nella sua parte terminale, e nessuna canalizzazione di tipo «X». Inoltre canalizzazioni di tipo «X» interessano anche i bacini di Rio Madonnette e del Torrente Branega (Prà), del Rio Rostan (Multedo), di Fossato San Bartolomeo (Sampierdarena), di Canale Sant'Ugo e di Rivo Sant'Anna (centro storico) e, infine, due «zone neutre» del centro storico (la «038», compresa tra i bacini dei fossati San Teodoro e Lagaccio, e la «043», compresa tra i bacini di Rivo Sant'Anna e di Rio Torbido), per le quali questo tipo di canalizzazione rappresenta l'unico tipo di drenaggio presente (per Fossato San Bartolomeo, Rio Rostan, Rio Madonnette, Rivo Sant'Anna e Canale Sant'Ugo tale tipologia interessa tra il 10% e il 20% dell'intero reticolo drenante presente all'interno dei rispettivi bacini). Canalizzazioni di tipo «Y» interessano il bacino di Rio Roncallo (Cornigliano) e di Fosso Promontorio (Sampierdarena).

Questi tratti del reticolo derivano da interventi antropici avvenuti in epoche differenti, talvolta in sostituzione o in adeguamento di opere precedenti. Tra questi ultimi casi vi è lo scolmatore nell'area storica del porto, nato originariamente per prevenire o mitigare l'interamento dei bacini, quando la disciplina e le regolamentazioni dei saggi «Padri del Comune» non risultavano più sufficienti, a fronte di una pressione demografica notevolmente aumentata (*Fondi Antichi* e *Fondi Amministrativi* dell'Archivio Storico del Comune). Tale intervento, per la sua scarsa pendenza, non sortì l'effetto desiderato e solo recentemente, con dispendiosi lavori, si è cercata una definitiva soluzione. Le canalizzazioni che corrono parallelamente al corso del Torrente Polcevera presentano una sovrapposizione e un'alternanza di interventi storici (del secolo scorso o di inizio Novecento), recenti e attuali; questi ultimi sono stati realizzati generalmente per far fronte alle accresciute esigenze igienico-sanitarie legate alla forte espansione urbanistica avvenuta nell'ultimo dopoguerra. Del nostro secolo sono anche la maggior parte delle canalizzazioni del Torrente Bisagno, che nella parte terminale lo affiancano in entrambe le sponde. La sua

Tab. 2 – *Valori della densità di drenaggio dei bacini idrografici e delle «aree neutre», relative alle varie tipologie del reticolo, individuate (da ponente a levante) nel territorio comunale di Genova*

Codice	A	C	N	X	Y	tot	sub-tot
001	0	0	2,713	0	0	2,713	2,713
A02	0	0	4,404	0	0	4,404	4,404
B02	0	0,295	1,193	0	0	1,488	1,488
003	0	0,134	3,527	0	0	3,661	3,661
004	0	0,472	2,544	0	0	3,016	3,016
005	0	0,174	5,410	0	0	5,583	5,583
006	0	0,397	4,031	0	0	4,428	4,428
007	0	0,417	1,954	0	0	2,370	2,370
008	0	0,670	1,256	0	0	1,926	1,926
009	0	1,320	3,313	0	0	4,634	4,634
010	0,081	0	4,388	0	0	4,469	4,469
011	0,010	0,038	5,486	0	0	5,534	5,534
012	0,010	0,111	3,144	0	0	3,264	3,264
013	0,263	2,340	0,744	0	0	3,347	3,347
014	0,154	2,331	0,548	0,680	0	3,714	3,034
015	0,333	0,017	4,361	0,128	0	4,839	4,711
016	0,337	0,095	4,605	0	0	5,037	5,037
017	0,456	1,162	1,379	0	0	2,998	2,998
018	0,545	1,092	2,447	0	0	4,084	4,084
019	0	0	0	0	0	0	0
020	0,143	1,558	2,264	0	0	3,965	3,965
021	0	3,116	1,295	0	0	4,411	4,411
022	0,297	0,035	4,188	0	0	4,520	4,520
023	0,112	1,895	1,162	0,767	0	3,937	3,169
024	0	0	0	0	0	0	0
025	0,491	1,901	3,906	0	0	6,297	6,297
026	0,980	0,178	3,448	0	0	4,605	4,605
027	0,841	0,544	1,939	0	0	3,323	3,323
028	0	0	0	0	0	0	0
029	0,413	0,371	2,857	0	0	3,641	3,641
030	0	2,518	0,778	0	0	3,296	3,296
031	0	2,478	1,015	0	0,144	3,637	3,493
032	0,582	0,740	2,960	0,018	0,399	4,699	4,282
033	0	4,919	0,184	0	0	5,103	5,103
034	0	3,025	0,342	0	0,139	3,507	3,368
035	0	1,080	0,315	0,482	0	1,877	1,395
036	0	3,315	0,690	0	0	4,006	4,006
037	0,483	1,770	0,209	0	0	2,463	2,463
038	0	0	0	2,124	0	2,124	0
039	0,013	1,468	2,560	0	0	4,041	4,041
040	0	2,791	0	0,315	0	3,106	2,791
041	0	3,037	0,185	0	0	3,222	3,222
042	0	2,184	0	0,486	0	2,671	2,184
043	0	0	0	1,906	0	1,906	0
044	0	2,444	0	0	0	2,444	2,444
045	0,392	0,306	2,485	0	0,162	3,345	3,183

046	0,050	1,550	0,069	0	0	1,669	1,669
047	0	2,375	0	0	0	2,375	2,375
048	0	1,356	0	0	0	1,356	1,356
049	0	3,479	0	0	0	3,479	3,479
050	0,111	1,804	0,659	0	0	2,575	2,575
051	0,394	0,147	2,972	0	0	3,513	3,513
052	0	0	0	0	0	0	0
053	0,589	0,332	1,395	0	0	2,317	2,317
054	0,144	0,568	2,181	0	0	2,893	2,893
055	0,346	0,212	1,794	0	0	2,353	2,353
056	0,217	0,276	2,211	0	0	2,704	2,704
057	0	0	0	0	0	0	0
058	0	0,726	0,890	0	0	1,616	1,616
059	0	0	0	0	0	0	0
060	0,089	0,155	4,370	0	0	4,614	4,614
061	0,220	1,009	1,152	0	0	2,380	2,380

N) alvei naturali; A) alvei arginati; C) alvei coperti; X) canalizzazioni artificiali circa parallele alla costa; Y) canalizzazioni artificiali circa parallele alle aste torrentizie principali

naturale ampiezza è stata enormemente ridotta nel corso degli anni e oggi il deflusso delle sue acque, in occasione di piogge intense, è spesso compromesso e può dar luogo ad allagamenti di ampie porzioni di piana urbanizzata in entrambe le sponde.

Un'ultima considerazione riguarda i bacini ricadenti in aree fortemente antropizzate, caratterizzati da un reticolo drenante interamente tombinato: è questo il caso del Canale Sant'Ugo, di Rivo Sant'Anna (ambedue con canalizzazioni sia di tipo «X», sia di tipo «C») e di Rio Torbido (interamente di tipo «C»), ubicati nel centro storico, e di Rio Cambiaso, Rivo Parroco e Rio Boccadasse (interamente di tipo «C»), ubicati sul versante a mare della collina di Albaro.

Densità di drenaggio. – Utilizzando i dati ottenuti nella precedente analisi del reticolo, durante la quale sono state individuate le sue varie componenti, e considerando l'estensione areale dei vari bacini, si sono calcolati i relativi indici parziali e totali di drenaggio.

In tabella 2, per ognuna delle 62 aree precedentemente individuate, riportando i valori di sviluppo lineare del reticolo alla superficie del relativo bacino, si riportano (sempre procedendo da ponente verso levante) il codice, le densità di drenaggio (km/km²) «parziali» per i vari tipi di alveo (A = arginato, C = coperto, N = naturale, X = canalizzazioni circa parallele alla costa, Y = canalizzazioni circa parallele alle aste principali), «totale» (somma di tutte le parziali) e «sub-totale» (somma delle sole parziali «A», «C» e «N»).

Il massimo valore di drenaggio relativo ad alvei di tipo «A» si registra nel bacino «026» (Torrente Molinassi) con 0,98 km/km², quello di tipo «C» nel bacino «033» (Fosso Belvedere) con 4,91 km/km², quello di tipo «N» nel bacino «011» (Torrente Cerusa) con 5,48 km/km², quello di tipo «X» per la zona neutra «038» con 2,12 km/km² e infine quello di tipo «Y» nel bacino «032» (Torrente Polcevera) con 4,69 km/km². I massimi valori di drenaggio totale e subtotale sono riscontrati nel bacino «025» (Rio Marotto) con 6,29 km/km², in cui risultano coincidenti. Escludendo i valori nulli, il minimo valore di drenaggio di tipo «A» si verifica nel bacino «012» (Torrente Leiro), quello di tipo «C» nel bacino «015» (Torrente Branega), quello di tipo «N» per il bacino «046» (Rio Casaregis), quello di tipo «X» nel bacino «032» (Torrente Polcevera) e infine quello di tipo «Y» nel bacino «034»

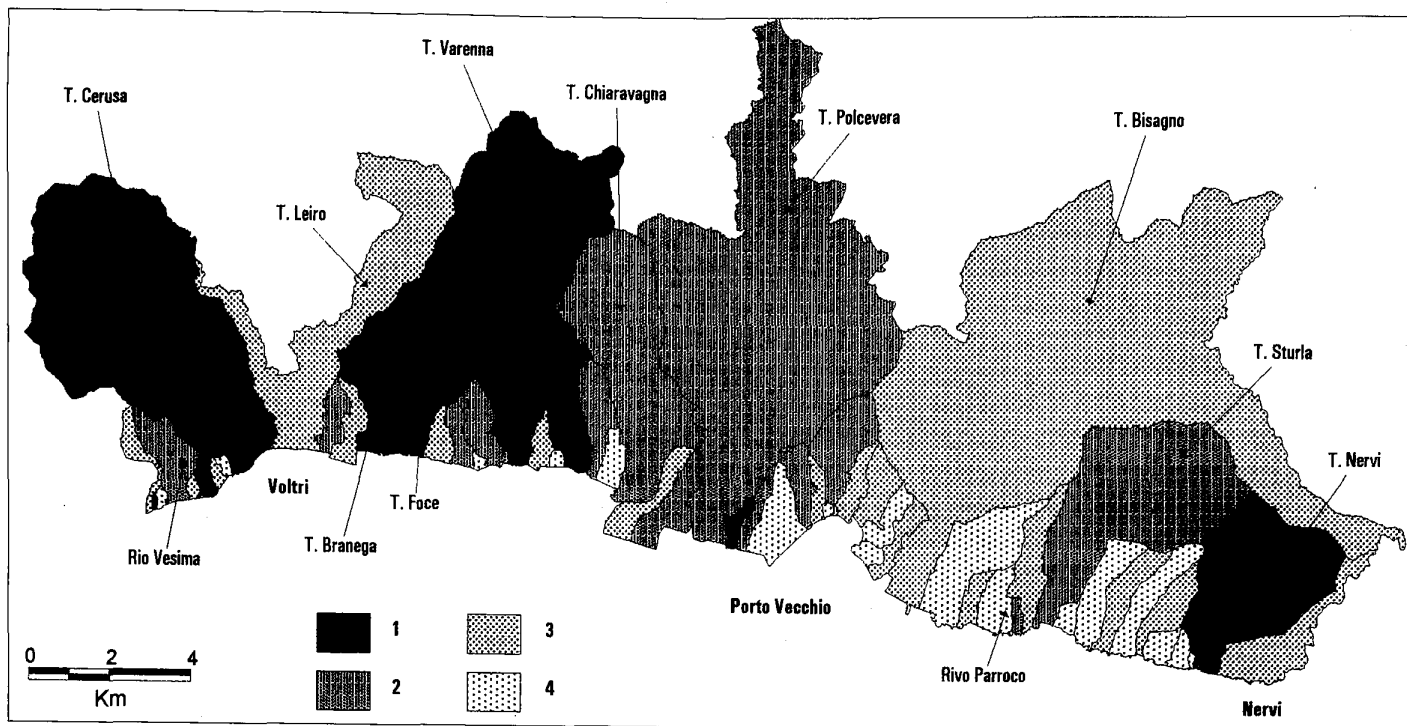


Fig. 6 – Carta della densità di drenaggio «sub-totale» dei bacini idrografici del comune di Genova (escluse le tipologie di alveo XY)

Classi di densità di drenaggio: 1) oltre 4,4 km/km²; 2) tra 3,32 e 4,4 km/km²; 3) tra 2,37 e 3,32 km/km²; 4) minore di 2,37 km/km²

(Fosso Promontorio). Il minimo valore di drenaggio totale, coincidente con quello di drenaggio sub-totale, è riscontrato nel bacino «048» (Rivo Parroco).

Al fine di ottenere un quadro di sintesi finale, tra i vari modi possibili di rappresentare cartograficamente questi dati si è scelto di suddividere i vari bacini secondo classi di densità di drenaggio «totale» e «sub-totale», individuando tre valori di soglia: 2,37; 3,32; 4,4 km/km². Il risultato è presentato nelle figure 5 e 6, ove le 62 aree e bacini che compongono il territorio in esame vengono così classificati in quattro intervalli di drenaggio (per entrambi i tipi di indice): oltre 4,4 km/km², tra 3,32 e 4,4 km/km², tra 2,37 e 3,32 km/km² e minore di 2,37 km/km².

Considerando il drenaggio «sub-totale» risulta che i valori più elevati interessano i principali bacini occidentali e il bacino del Torrente Nervi a levante, mentre i bacini dei torrenti Polcevera, Chiaravagna e Sturla presentano valori medio-alti.

Dai dati riportati in tabella, risulta che i valori di densità di drenaggio di tipo «A» (arginato) variano dai 0,98 km/km² del Torrente Molinassi ai 0,01 km/km² del Torrente Leiro, che corrispondono rispettivamente al 21,26% e al 0,30% del loro drenaggio complessivo, coincidente per entrambi con la percentuale relativa al loro drenaggio «sub-totale» (ciò è dovuto a reticolo di tipo «A», «C» e «N»). Percentualmente il bacino maggiormente caratterizzato da questo tipo di drenaggio è quello del Torrente Priaruggia (25,43%), mentre il meno interessato è quello del Torrente Cerusa (0,18%).

I valori di densità di drenaggio di tipo «C» (coperto) variano dai 4,92 km/km² del Fosso Belvedere ai 0,02 km/km² del Torrente Branega, che corrispondono rispettivamente al 96,39% e al 0,36% del loro drenaggio complessivo, circa coincidente con la percentuale relativa al loro drenaggio «sub-totale» (più precisamente quest'ultima per il Torrente Branega vale 0,37%). Percentualmente svariati bacini sono ben caratterizzati da questo tipo di drenaggio e alcuni lo sono totalmente come il Rio Boccadasse e il Rio Torbido.

I valori di densità di drenaggio di tipo «N» (naturale) variano dai 5,49 km/km² del Torrente Cerusa ai 0,07 km/km² del Rio Casaregis, che corrispondono rispettivamente al 99,13% e al 4,13% del loro drenaggio complessivo, coincidente con la percentuale relativa al loro drenaggio sub-totale. Un bacino fortemente caratterizzato da questo tipo di drenaggio è quello del Torrente Cerusa. I valori di densità di drenaggio relativa a reticolo di tipo «X» variano dai 2,12 km/km² della zona neutra «038» ai 0,02 km/km² del bacino del Torrente Polcevera. Anche la zona neutra «043» è caratterizzata interamente da questo tipo di drenaggio, mentre lo sono discretamente i bacini di Fossato San Bartolomeo (25,67%), di Rio Rostan (19,49%), di Rio Madonnette (18,31%) e di Rivo Sant'Anna (18,21%).

I valori di densità di drenaggio relativa a reticolo di tipo «Y» variano dai 0,40 km/km² del Torrente Polcevera ai 0,14 km/km² del Fosso Promontorio, che corrispondono rispettivamente all'8,49% e al 3,97% del loro drenaggio complessivo. Il bacino più caratterizzato da questo tipo di drenaggio è proprio quello del Torrente Polcevera, mentre il meno interessato è quello del Rio Roncallo.

Conclusioni. – Dall'analisi svolta emerge un quadro di sintesi delle condizioni del reticolo idrografico del territorio di Genova caratterizzato da un'elevata artificializzazione: sullo sviluppo complessivo dei corsi d'acqua, pari a circa 915 km, ben 70 km sono arginati, 115 km risultano coperti, 28 km sono canalizzati, mentre la restante parte, pari a 702 km, si presenta prevalentemente allo stato naturale. Dal rapporto di tale estensione lineare del reticolo idrografico con la superficie totale dei bacini analizzati, risulta una densità di drenaggio complessiva dell'intero territorio pari a 3,9 km/km².

La distribuzione spaziale dei tratti di alveo modificati dai vari interventi dell'uomo che

si sono protratti dal medioevo a oggi attraverso progressive rettifiche e restringimenti, risulta pressoché totalmente concentrata lungo le aste terminali, nell'ambito delle strette piane alluvionali fluvio-costiere, su cui si sviluppa gran parte della città di Genova. Tale trasformazione dell'assetto idrografico originario ha comportato un incremento e una diffusione del rischio alluvionale nell'area metropolitana genovese, in cui sempre più ricorrentemente si verificano fenomeni di esondazione.

In conclusione la visione d'insieme di caratterizzazione del reticolo idrografico analizzato non ha la pretesa di essere esaustiva, in quanto sicuramente si sarebbero dovute affrontare altre correlazioni, sia di ordine geologico-geomorfologico sia urbanistico, tuttavia si ritiene che un'analisi di tale tipo del reticolo, considerato nelle sue differenti componenti antropiche e naturali, possa essere il presupposto per un adeguato studio del territorio e dell'ambiente che tenga in giusta considerazione la complessità delle interazioni tra i vari fenomeni.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

[«BSGI» = «Bollettino della Società Geografica Italiana», Roma; «MSGI» = «Memorie della Società Geografica Italiana», Roma; «RGI» = «Rivista Geografica Italiana», Firenze; SGI = Società Geografica Italiana]

ASCARI M., L. BACCINO e G. SANGUINETI, *Le spiagge della Riviera Ligure*, in *Ricerche sulle variazioni delle spiagge italiane*, Roma, CNR, 1937, pp. 100-112.

BALLETTI F. e B. GIONTONI, *Una città tra le due guerre*, Genova, De Ferrari, 1990.

BONFATTI F., *Elaborazione automatica dei dati geografici*, Parigi, Masson, 1990.

BRANDOLINI P. e altri, *Esempi di interazione tra fattori naturali ed interventi antropici nell'evoluzione recente della fascia costiera ligure*, in F. CITARELLA (a cura di), *Studi geografici in onore di Domenico Ruocco*, Napoli, Loffredo, 1994, pp. 41-55.

BRANDOLINI P. e altri, *G.I.S. e cartografia tematica nella zonizzazione dei comuni di «media montagna» in Liguria*, in «Bollettino dell'Associazione Italiana di Cartografia», Bologna, 1995, 94, pp. 63-72.

BRANDOLINI P. e altri, *Osservazioni preliminari sull'evoluzione quaternaria dell'area del Porto Vecchio di Genova*, in «Il Quaternario», Roma, 9 (1), 1996, pp. 375-380.

BRANDOLINI P. e altri, *Morphological Change of Genoa West Coast following the Creation of a New «Containers» Port (Liguria – Italy)*, in «Supplementi di Geografia Fisica e Dinamica Quaternaria», Torino, 1997, III, t. 1, pp. 373-374.

BRANDOLINI P. e altri, *Osservazioni sulla distribuzione ed evoluzione dell'uso del suolo dei comuni di «media montagna» in Liguria*, in M. MAUTONE (a cura di), *Giornata di studio in onore di Mario Fondi*, Napoli, Guida, 1997, pp. 287-299.

BRANDOLINI P. e G. GRAVANTE, *Problematiche geologico-ambientali nella realizzazione della metropolitana di Genova*, in C. CERRETI (a cura di), *Atti del XXVI Congresso geografico italiano (Genova, 1992)*, Roma, Istituto della Enciclopedia Italiana, 1996, I, pp. 545-557.

BRANDOLINI P. e A. RAMELLA, *Eventi alluvionali e dissesti idrogeologici: il caso della Val Varenna (Liguria)*, in F. CITARELLA (a cura di), *Studi geografici in onore di Domenico Ruocco*, Napoli, Loffredo, 1994, pp. 57-72.

BRANDOLINI P. e A. RAMELLA, *Processi erosivi e fenomeni di dissesto su versanti terraz-*

- zati nelle valli genovesi, in M.G. GRILLOTTI DI GIACOMO (a cura di), *I valori dell'agricoltura nel tempo e nello spazio. Atti del Convegno geografico internazionale (Rieti, 1995)*, Genova, Brigati, 1998, pp. 839-854.
- BRANDOLINI P., A. RAMELLA e R. TERRANOVA, *Caratteristiche geomorfologiche ed evoluzione recente della piana costiera del Torrente Polcevera: rapporti con gli interventi antropici*, in «Il Quaternario», Roma, 1994, 7 (1/b), pp. 403-408.
- BRANDOLINI P., A. RAMELLA e R. TERRANOVA, *Evoluzione geomorfologico-ambientale della fascia costiera tra Genova e Voltri a seguito degli interventi antropici*, in C. CERRETI (a cura di), *Atti del XXVI Congresso Geografico Italiano (Genova, 1992)*, Roma, Istituto della Enciclopedia Italiana, 1996, I, pp. 649-664.
- BRANDOLINI P. e M. SPOTORNO, *Distribuzione della popolazione per fasce altimetriche in Liguria*, in D. RUOCCO (a cura di), *La popolazione della Liguria dal 1971 al 1991*, Genova, Istituto di Geografia dell'Università di Genova, 1998, pp. 67-91.
- BRANDOLINI P., M. SPOTORNO e R. TERRANOVA, *Liguria. Rischio e degrado*, in U. LEONE (a cura di), *Rischio e degrado ambientale in Italia*, Bologna, Pàtron, 1998, pp. 143-172.
- BRANDOLINI P. e R. TERRANOVA, *Effetti degli eventi alluvionali del settembre 1992 nelle aree di Genova e Savona*, in «Il Quaternario», Roma, 1994, 7 (1/b), pp. 473-478.
- BRANDOLINI P. e R. TERRANOVA, *Esempi di dissesti geomorfologici dei versanti liguri e loro riflessi sulla conservazione del suolo*, in «Memorie dell'Accademia Lunigiana di Scienze G. Capellini», La Spezia, 1996, pp. 55-77.
- CABONA D. e R. TERRANOVA, *Le aree portuali nell'evoluzione della costa tra Genova e Voltri*, Tortona, Litocoop, 1992.
- COMUNE DI GENOVA, *Relazione sullo «Stato dei corsi d'acqua»*, in «Piano Regolatore Generale», Genova, 1997.
- CORTESOGNO L. e D. HACCARD, *Carta geologica della zona Sestri-Voltaggio*, Firenze, SELCA, 1985.
- FARA A., *La carta di Ignazio Porro, Stato Maggiore dell'Esercito*, Roma, Ufficio Storico, 1986.
- LAURETI L. e altri, *The Physiscal Change in the Mediterranean Basin with Particular Reference to Italy*, in «BSGI», 1996, 1, pp. 7-44.
- LIMONCELLI B. e M. MARINI, *Condizioni geologico-strutturali, idrografiche e geomorfologiche del territorio urbano della città di Genova e loro riflessi applicativi*, Genova, Tamburini, 1969.
- MANIGLIO CALCAGNO A., *Giardini parchi e paesaggio nella Genova dell'800*, Genova, SAGEP, 1986.
- MARINI M., *Litostratigrafia e assetto strutturale della Val Polcevera (Appennino ligure): nuovi dati e nuove prospettive*, in «Giornale di Geologia», Roma, 1989, 1, pp. 1-14.
- QUAINI M., *Carte e cartografi in Liguria*, Genova, Sagep, 1986.
- PESENTI E. e altri, *Metodologia di studio per la prevenzione del rischio geologico in aree urbanizzate. Il caso di Genova*, in *Atti del VII Congresso Nazionale dell'Ordine dei Geologi*, Roma, 1990, pp. 75-86.
- REGIONE LIGURIA, *Carta Land Cover*, CORINE, 1992.
- SBARDELLA P., *Studio dei reticoli idrografici del territorio comunale di Genova con l'ausilio dei Sistemi Informativi Geografici*, Tesi di laurea in Geografia, Università di

Genova, Facoltà di Lettere e Filosofia, 1997.

SBARDELLA P., L. CAPIZZI e G. COSTANZO, *Telerilevamento e cartografia tematica: l'esempio della carta di Land Cover della Regione Liguria*, in «Professione Geologo», Genova, 1994, 1, pp. 9-12.

TERRANOVA R., *La Baia del Mandraccio per l'Esposizione Colombiana 1992: la più grande trasformazione morfologica ed ambientale per il recupero del porto antico di Genova nel XX secolo*, in C. CERRETI (a cura di), *Atti del XXVI Congresso Geografico Italiano (Genova, 1992)*, Roma, Istituto della Enciclopedia Italiana, 1996, I, pp. 540-552.

VINZONI M., *Il dominio della Serenissima Repubblica di Genova in terraferma*, Genova, CIELI, 1955.

DRAINAGE PATTERN FEATURES OWING TO MAN-MADE CHANGES IN THE MUNICIPAL LAND OF GENOA. – The paper shows the results of investigations recently carried out along the coastal watersheds in the area of Genoa Municipality (Liguria-Italy). The research is based on analysis of historic and recent maps, descriptive and statistics archives data, processed with the aid of Geographical Information Systems (GIS). The authors present a bidimensional digital drainage pattern map, where various typologies of stream beds are pointed out, with particular reference to anthropogenetic modification following urban development of last decades. In short, within the limits of examined watersheds area (240 km²), the drainage pattern expands 915 km in length, and it is articulated in embankment tracts of 70 km, in sheltered tracts of 115 km, in artificial canalised tracts of 28 km and in natural tracts of 702 km in length. The above mentioned modified stretches have been constructed since Middle Age to nowadays, in particular along the coastal plain, where a great part of Genoa town has been built up. The urban pressure on streams forced them in new artificial restricted sections, increasing flooding phenomena, which more often affect Genoa territory in the last years.

*Università di Genova, Dipartimento per lo Studio del Territorio e delle sue Risorse
Datasiel SpA Genova, Settore Ambiente e Territorio*