

Capitolo 3

Applicazione al bacino idrografico del fiume Nocella

3.1. Generalità

Come caso di studio è stato scelto il bacino del fiume Nocella, limitatamente alla parte di bacino sotteso dalla sezione in cui è ubicata la stazione idrometrica di Nocella a Zucco e nel quale ricadono i centri abitati di Montelepre e Giardinello (Fig. 4.1).

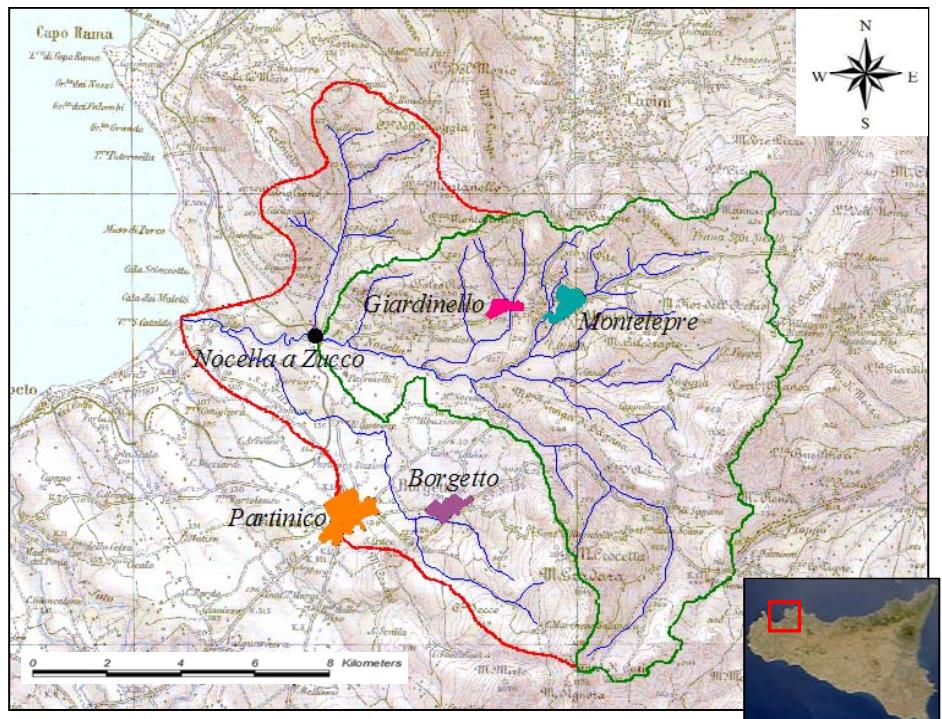


Fig. 4.1 - Bacino idrografico del fiume Nocella

3.1.1. Caratterizzazione fisiografica idrologica

La zona interessata rientra nel foglio IGM 249 della Carta d'Italia 1:100.000; il corso d'acqua principale dell'area è il fiume Nocella, il cui bacino idrografico ricade nel versante settentrionale della Sicilia nel territorio della provincia di Palermo e si estende per circa 99 Km² da Monte Signora e Monte Fior dell'Occhio, in territorio di Monreale (Pa), sino al Mar Tirreno al confine tra il territorio di Terrasini e di Trappeto, presso Torre S. Cataldo.

Esso si inserisce tra il bacino del fiume Jato a sud ed il bacino del fiume Oreto a est. L'altitudine massima del bacino è di 1194 m s.l.m., mentre l'altitudine media è di circa 407 m s.l.m.

Il fiume Nocella nasce alle pendici di Punte di Cuti in territorio di Monreale e lungo il suo percorso, di circa 19 Km, riceve le acque di diversi piccoli affluenti e da un gran numero di fossi e valloni che raccolgono solo le acque di pioggia e/o gli scarichi di insediamenti civili ed industriali.

Iniziando da monte e procedendo verso valle si incontrano il vallone Landro, il Fidaro, il Malpasso, il Margiu (che raccoglie le acque del Pilieri e del Costa la Mennula) a destra, e il De Simone (che raccoglie le acque del Calanca e del Carosello), il Puddastri (che raccoglie le acque del Maniaci, del Carrubbella e del Sardo) a sinistra.

Nel 1958 sul corso del fiume Nocella è stata installata la stazione idrometrica di Nocella a Zucco (Fig. 4.2) che, a parte una breve interruzione dal 1969 al 1970, è stata funzionante fino ad oggi. La stazione è posta a circa 4 Km dalla foce ad una quota di circa 80 m s.l.m. e sottende un bacino di circa 60 Km². Il deflusso medio annuo è di circa 10 Mm³/anno.



Fig. 4.2 – Stazione idrometrica ARRA Nocella a Zucco

La rete idrografica, di forma dendritica (Fig. 4.3), è a carattere torrentizio, data l'assenza di precipitazioni nel periodo estivo, ed è interessato da portate continue solo nel tratto vallivo.

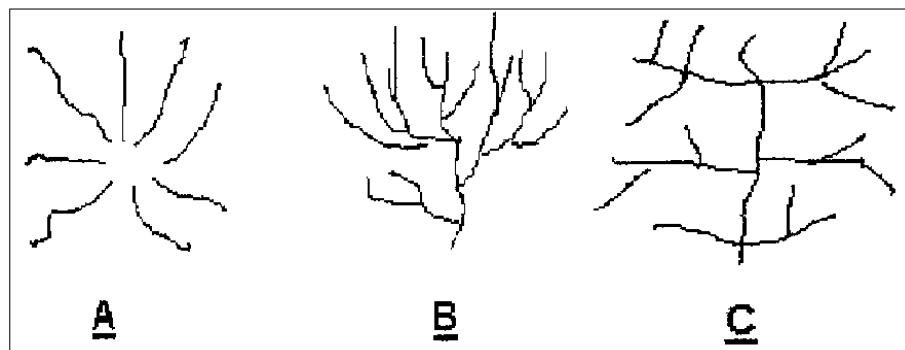


Fig. 4.3 – Alcuni tipi di reticolli fluviali: radiale (A), dendritico (B), a traliccio (C)
(Ippolito & al., 1983)

Inoltre, la quasi totale mancanza di una idrografia secondaria è da mettere in relazione alla notevole permeabilità dei terreni che favorisce l'infiltrazione delle acque meteoriche sottraendole al deflusso superficiale.

Alcuni sondaggi effettuati nella zona hanno dimostrato che le acque infiltratesi vanno a costituire una falda freatica il cui livello è stato riscontrato ad una profondità di 12,5 m circa nel mese di luglio, mentre nel mese di settembre il livello della falda scende a 13,5 m.

Le acque meteoriche ruscellanti influenzano le qualità chimico-fisiche e biologiche del corpo idrico ricettore: infatti, durante il percorso lungo la superficie del bacino, esse si arricchiscono di tutte le sostanze facilmente asportabili che si trovano sullo strato superficiale del terreno. Il ruscellamento trasporta a valle una notevole quantità di inerti (sabbie) oltre che sostanze in decomposizione. La quantità di materiale trasportato dipende dalle caratteristiche geopedologiche dei terreni e dalla loro utilizzazione. In particolare si ha un degrado maggiore nelle acque provenienti da terreni sciolti più che in quelle che hanno attraversato superfici rocciose, oppure nelle acque provenienti da terreni coltivati e utilizzati a pascolo più che in quelle provenienti da zone incolte con associazioni vegetali naturali.

La foce del fiume Nocella è dunque un'area critica per l'intero Golfo di Castellammare, infatti i materiali veicolati durante le piene formano uno spesso deposito lungo le banchine e costituiscono un cordone litoraneo di matrice organica che si imbibisce dei liquami fognari.

Nelle figure 4.4, 4.5, 4.6 e 4.7 sono riportate alcune sezioni idrografiche del fiume Nocella.



Fig. 4.4 – Fiume Nocella a monte della stazione idrometrica Nocella a Zucco



Fig. 4.5 – Fiume Nocella a monte della stazione idrometrica Nocella a Zucco



Fig. 4.6 – Fiume Nocella a monte della stazione idrometrica Nocella a Zucco

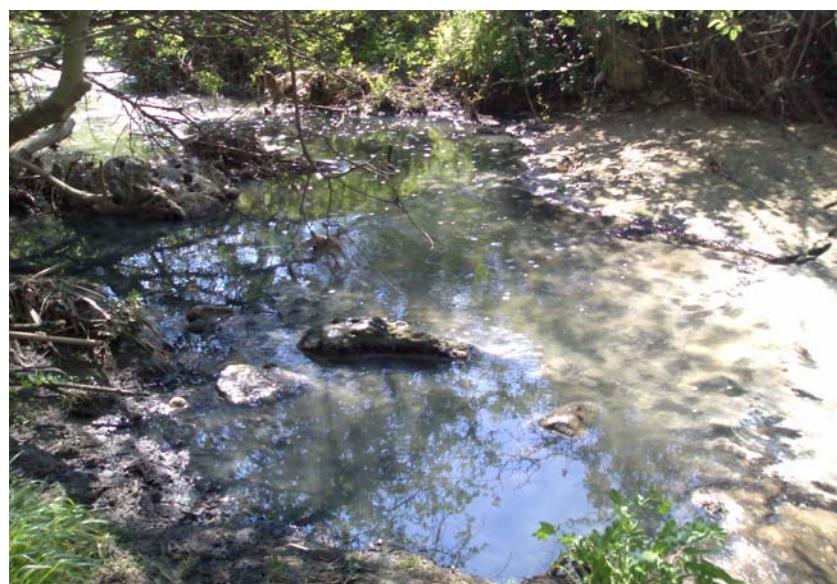
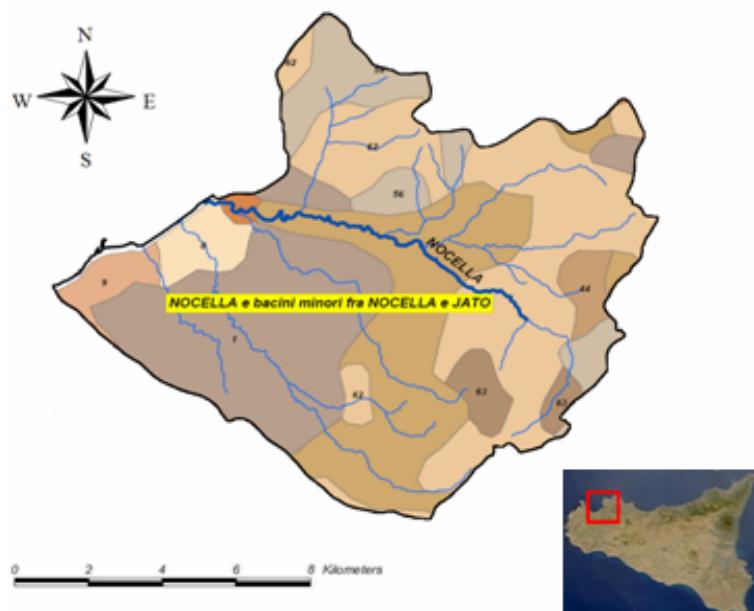


Fig. 4.7 – Fiume Nocella a monte della stazione idrometrica Nocella a Zucco

3.1.2. Caratterizzazione geologica

Dal punto di vista geologico i terreni affioranti nel bacino appartengono alla catena dei monti di Palermo, caratterizzata da rilievi discontinui, collinari e montuosi, di natura calcarea e calcareo dolomitica. In particolare si osserva ai bordi del bacino affioramenti calcari spesso selciferi, calcari marnosi in facies pelagica, intercalati a dolomie cristalline di facies nefritica di piattaforma.

Nella parte centrale del bacino, lungo il corso d'acqua, si rilevano affioramenti di unità torbiditiche, argillose e argilloso calcaree (Fig. 4.8).



GEOLOGIA

- █ Tonalità di verde - ROCCE METAMORFICHE
- █ Tonalità di marrone - ROCCE SEDIMENTARIE
- █ Tonalità di Rosso - ROCCE VULCANICHE

- █ 1, SEDIMENTARIO, Accumuli detritici, depositi alluvionali e fluviolacustri, spiagge attuali
- █ 8, SEDIMENTARIO, Argille
- █ 9, SEDIMENTARIO, Calcarei detritici ed organogeni, tipo "panchina".
- █ 44, SEDIMENTARIO, Calcarei organogeni e biodetritici, talvolta dolomitici, di facies neritica e di piattaforma.
- █ 56, SEDIMENTARIO, Calcarei e subordinatamente dolomie cristalline di facies neritica e di piattaforma.
- █ 62, SEDIMENTARIO, Dolomie cristalline di facies neritica e di piattaforma, a luoghi comprendenti il Liassico inferiore e/o il Tr
- █ 63, SEDIMENTARIO, Calcarei, spesso selciferi, calcari marnosi ed argille marmose di facies pelagica.

Fig. 4.8 – Carta geologica della zona in esame (*Sogesid, 2005*)

3.1.3. Caratterizzazione climatica

Il regime meteorologico della zona in esame può essere classificato come “*subtropicale con estate asciutta*”, o in maniera più semplice “*mediterraneo*”; il clima dell’area è dunque caratterizzato da due distinti periodi:

- il primo, *piovoso*, che interessa i primi e gli ultimi mesi dell’anno;
- il secondo, *arido*, che riguarda i mesi intermedi che vanno da aprile a settembre.

Le condizioni climatiche del bacino dipendono dagli aspetti morfologici e orografici del territorio, costituito da strette strisce di pianure costiere, racchiuse tra il mare e le ultime propaggini collinari, che in alcuni casi si riallargano formando ampie aree pianeggianti. Tali differenze vengono fuori anche dall’analisi delle temperature medie, infatti nelle aree costiere si registrano temperature medie $18 \div 19^{\circ}\text{C}$, che scendono fino a $15 \div 16^{\circ}\text{C}$ nelle aree collinari, fino ad un minimo di 14°C nell’area delle Madonie (Fig. 4.9).

Per quanto riguarda le precipitazioni medie annue i valori variano da 620 mm nelle aree costiere a 582 mm nelle aree collinari, per arrivare ai valori massimi di 710 mm nell’area montuosa delle Madonie (Fig. 4.10).

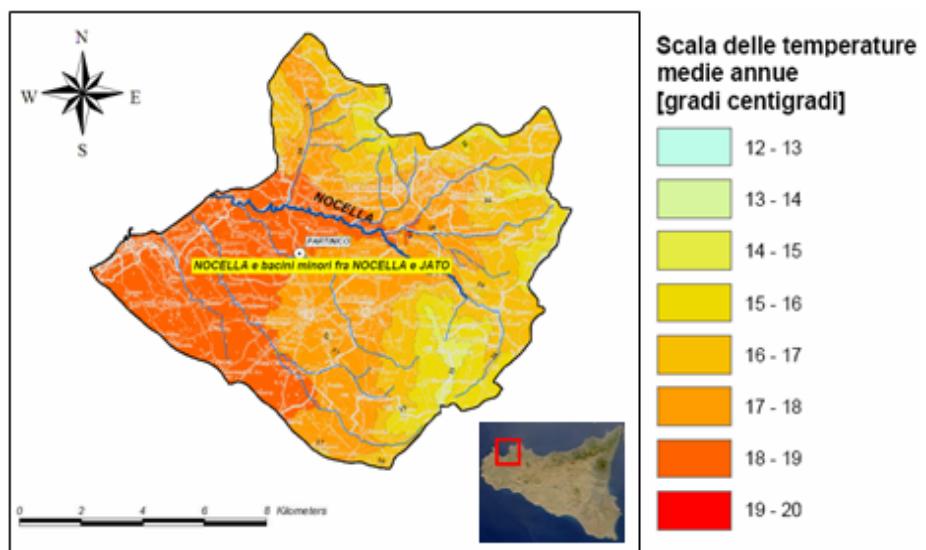


Fig. 4.9 – Carta climatologia della zona in esame: temperature medie annue (Sogesid, 2005)

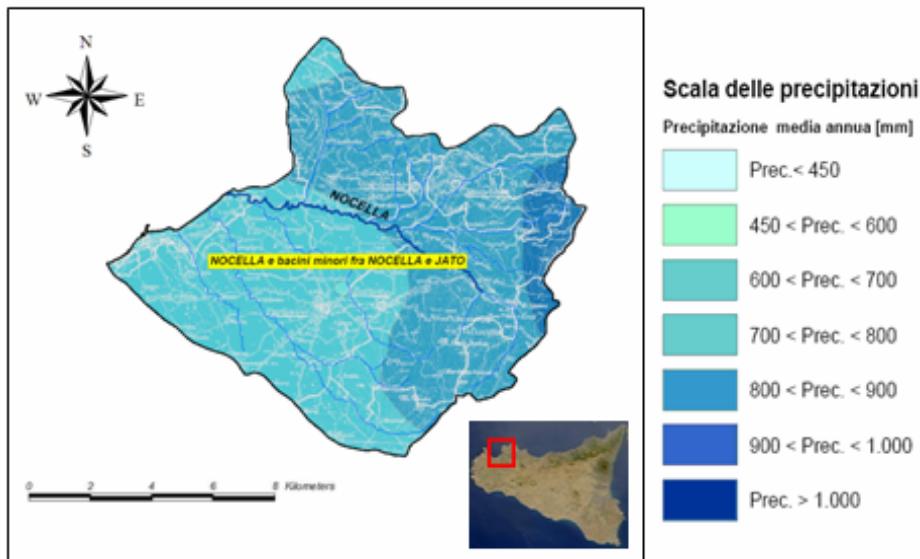


Fig. 4.10 – Carta climatologia della zona in esame: precipitazioni medie annue (Sogesid, 2005)

3.1.4. Pedologia ed uso del territorio

Nel territorio che interessa il bacino sono presenti diversi tipi di affioramenti: litosuoli, regosuoli, vertisuoli, terra rossa e suoli bruni; tali formazioni sono generate dall’alterazione dei livelli geologici di base e sono caratterizzate da un grado di fertilità crescente man mano che si procede dalla prima all’ultima delle categorie sopra citate.

La superficie morfologica diventa quindi sede di micro-ecosistemi, basati essenzialmente su catene trofiche di tipo detritico e quindi popolato da micro-organismi e batteri saprofitti che assolvono le funzioni di decomposizione della sostanza organica.

Per questo motivo le acque di pioggia prima di raggiungere la rete fluviale raccolgono oltre che le particelle inerti in sospensione anche diverse sostanze decomposte, che entrando in soluzione sono responsabili di un sensibile degrado qualitativo del fluido vettore; va evidenziato inoltre che al progressivo abbassamento dello standard di qualità delle acque contribuisce anche la lisciviazione di tutti quei sali minerali che sono presenti nei terreni vegetali, è il caso degli ammendanti chimici, dei fertilizzanti sintetici o degli antiparassitari che vengono comunemente usati in agricoltura per incrementare le produzioni.

Insediamenti urbani:

Lo studio della caratterizzazione socio-economica è stata condotta al fine di fornire una sintesi sulla pressione antropica derivante dalle attività economiche e dalle presenze insediative nel bacino. Si è proceduto, quindi, all'analisi della popolazione residente e fluttuante ed allo studio degli impatti significativi esercitati dall'attività industriale, agricola e zootechnica sullo stato delle acque superficiali.

Il bacino comprende, da un punto di vista amministrativo, 11 comuni, tutti appartenenti alla provincia di Palermo.

L'elenco dei comuni e la porzione di territorio comunale ricadente all'interno del bacino, sono riportati nella tabella 4.1.4.A.

PROVINCIA	Comune	Superficie totale (ha)	Superficie ricadente nel bacino (ha)
PALERMO	Balestrate	392	65
	Borgetto	2.623	2.623
	Carini	7.641	2.501
	Cinisi	3.313	331
	Giardinello	1.314	1.302
	Monreale	52.742	2.036
	Montelepre	976	976
	Partinico	11.055	4.636
	Terrasini	1.992	224
	Torretta	2.531	100
	Trappeto	434	431
	TOTALE	15.224	

**Tab. 4.1.4.A – Porzione di territorio comunale ricadente nel bacino
(Sogesid, 2007)**

La popolazione residente nel bacino, così come mostrato in tabella 4.1.4.B, è pari a 48.083 abitanti, quella fluttuante è pari a 8.400 abitanti. I valori di popolazione sono stati desunti dallo studio condotto nell'ambito dell'attività di aggiornamento e revisione del Piano Regolatore Generale degli Acquedotti tenendo in considerazione l'ubicazione dei centri abitati, di conseguenza i

comuni i cui territori urbani ricadono totalmente o in parte nel bacino sono: Borgetto, Giardinello, Montelepre, Partinico e Trappeto.

PROVINCIA	Comune	% centro abitato	Popolazione residente totale	Popolazione fluttuante totale	Popolazione residente ricadente nel bacino	Popolazione fluttuante ricadente nel bacino
PALERMO	Borgetto	100	6.242	407	6.242	407
	Giardinello	100	1.900	70	1.900	70
	Montelepre	100	6.168	311	6.168	311
	Partinico	100	31.003	1.375	31.003	1.375
	Trappeto	100	2.770	6.237	2.770	6.237
				TOTALE	48.083	8.400

Tab. 4.1.4.B – Popolazione residente e fluttuante del bacino (Sogesid, 2007)

Nel nostro caso di studio ci interesseremo esclusivamente dei centri abitati di Montelepre e Giardinello, ricadenti nella parte di bacino sotteso dalla sezione in cui è situata la stazione idrometrica di Nocella a Zucco.

Attività industriali:

Al fine di fornire una sintesi sulla pressione antropica esercitata dall'attività industriale nel bacino, sono state raggruppate tra loro, partendo dalla classificazione operata dall'ISTAT, le diverse tipologie industriali e come mostrato in tabella 4.1.4.C, sono state individuate quelle facenti parte delle attività industriali, delle attività terziarie, degli insediamenti produttivi idroesigenti e degli insediamenti che presentano scarichi di sostanze pericolose.

Tra le diverse tipologie industriali, il maggiore impatto sulle risorse idriche, è esercitato dalle industrie idroesigenti, generalmente a carattere produttivo, che, comprendendo nel loro ciclo fasi in cui viene utilizzata l'acqua, sono caratterizzate da elevati prelievi e scarichi inquinanti.

Come si evince dal grafico (Fig. 4.11), all'interno del bacino risulta più incidente la presenza di attività terziarie (77 %) rispetto alle attività industriali. Tra gli addetti alle attività industriali circa il 48 % svolge la sua attività all'interno di insediamenti idroesigenti, mentre soltanto il 3,5 % svolge l'attività all'interno di insediamenti che effettuano scarichi di sostanze pericolose.

Dal momento che le attività industriali risultano principalmente concentrate nei centri urbani (nessuna ASI, infatti, ricade all'interno del bacino), i reflui inquinanti prodotti da tali attività vengono, dunque, direttamente scaricati dalle fognature cittadine.

ATTIVITÀ INDUSTRIALI	
A - Agricoltura, caccia e silvicoltura	
B - Pesca, piscicoltura e servizi connessi	
C - Estrazione di minerali	
D - Attività manifatturiere	
E - Produzione e distribuzione di energia elettrica, gas e acqua	
F - Costruzioni	
ATTIVITÀ TERZIARIE	
G - Commercio ingrosso e dettaglio; riparazione di auto, moto e beni personali	
H - Alberghi e ristoranti	
I - Trasporti, magazzinaggio e comunicazioni	
J - Intermediazione monetaria e finanziaria	
K - Attività immobiliari, noleggio, informatica, ricerca, professionale ed imprenditoriale	
L - Pubblica amministrazione e difesa; assicurazione sociale obbligatoria	
M - Istruzione	
ATTIVITÀ TERZIARIE	
N - Sanità e altri servizi sociali	
O - Altri servizi pubblici, sociali e personali	
INSEDIAMENTI PRODUTTIVI IDROESIGENTI	
C - Estrazione di minerali	
D - Attività manifatturiere	
E - Produzione e distribuzione di energia elettrica, gas e acqua	
INSEDIAMENTI CHE PRESENTANO SCARICHI DI SOSTANZE PERICOLOSE	
DB - Industrie tessili e dell'abbigliamento	
DC - Industrie conciarie, fabbricazione di prodotti in cuoio, pelle e similari	
DF - Fabbricazione di coke, raffinerie di petrolio, trattamento combustibile. Nucleari	
DG - Fabbricazione di prodotti chimici e di fibre sintetiche e artificiali	
DH - Fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche	

Tab. 4.1.4.C – Tipologie industriali (*Sogesid, 2007*)

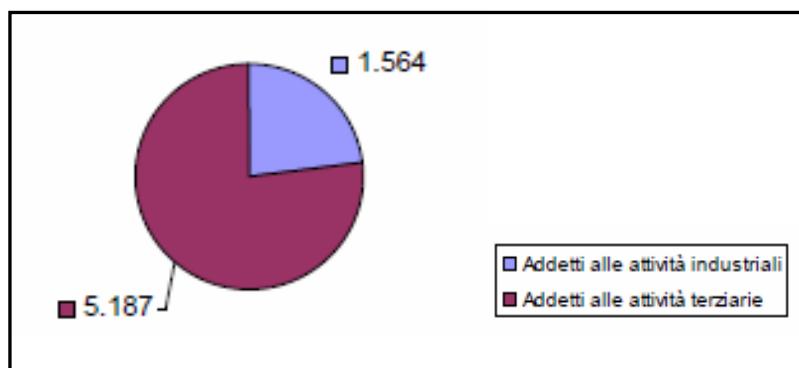


Fig. 4.11 – Incidenze degli addetti alle attività economiche (Sogesid, 2007)

Attività agricole e zootecniche:

Per quanto riguarda l'utilizzo del suolo, nel bacino in studio si possono riconoscere tre zone omogenee dal punto di vista culturale:

- la zona montana;
- la zona intermedia-collinare, che si trova ai piedi di quella montana;
- la zona pianeggiante.

La prima zona è quella che interessa la zona meridionale del bacino, la vegetazione è estremamente rada di tipo pratiforme (anche in considerazione del fatto che la zona è caratterizzata prevalentemente da affioramenti carbonatici), vi si trovano rare aree boschive e l'attività prevalente è il pascolo; il carico di base di questa zona è quindi irrilevante e le acque sono spesso esenti da contaminazione.

La vegetazione della zona intermedia è invece caratterizzata dalla presenza di numerosi poderi nei quali si pratica l'agricoltura non intensiva; in particolare sono prevalenti i vigneti e gli uliveti intercalati da seminativi asciutti, seminativi arborati asciutti, seminativi irrigui, rare colture ortive e mandorleti. Nonostante la presenza di tutte queste colture è realistico pensare che il carico inquinante rilasciato in questa zona possa essere considerato poco rilevante, in quanto i naturali fenomeni di autodepurazione riescono a limitare gli effetti che tale carico ha sull'ecosistema.

La zona pianeggiante è morfologicamente delimitata dall'asta fluviale del torrente Nocella, che separa i bacini imbriferi montani da quello del torrente

Puddastri; in questo caso, procedendo da monte verso valle, si riscontra la presenza di vigneti, frutteti e agrumeti. Queste colture forniscono le materie prime agli insediamenti industriali di trasformazione presenti nella zona e quindi è logico prevedere che lo sfruttamento dei terreni sia più intenso e quindi le campagne di concimazione siano più frequenti; il carico inquinante rilasciato in questa zona è dunque il principale responsabile dell'inquinamento da fonti diffuse di origine agricola ed è lecito aspettarsi che le caratteristiche qualitative delle acque siano sensibilmente peggiori rispetto alle zone montane.

Per quanto riguarda la produzione di vegetali, la responsabilità dell'inquinamento idrico è da imputarsi alla penetrazione nel suolo di fertilizzanti, pesticidi e fitofarmaci; per quanto concerne la zootecnica, il riferimento è ai residui metabolici proveniente dall'allevamento di animali terrestri quali equini, bovini, suini, ovini, caprini ed avicoli.

Il numero dei capi zootecnici, presenti all'interno del bacino, sono riportati nella tabella 4.1.4.D, nella quale sono specificati il numero dei capi equivalenti e l'azoto prodotto (t/anno).

Capi zootecnici presenti:	N. di capi	Capi equivalenti	Azoto prodotto (t/anno)
Bovini	961	942	52,68
Suini	107	17	1,20
Ovini	2.665	219	13,06
Avicoli	274	1	0,13
Altri	19	15	1,20

Tab. 4.1.4.D – Capi zootecnici presenti nel bacino (*Sogesid, 2007*)

I dati mostrano il prevalere del patrimonio zootecnico ovino, il cui allevamento è orientato verso la produzione di latte e carne; occorre sottolineare comunque che il carico maggiore è dovuto principalmente alla specie bovina.

Come si evince dal grafico sotto riportato (Figura 4.12), la maggior parte della superficie ricadente all'interno del bacino, è occupata da oliveti (circa 3.500 ettari), ma anche in gran parte da agrumeti (1.903 ettari) e pascoli (1.517 ettari). Consistente la presenza di seminativi (874 ettari).

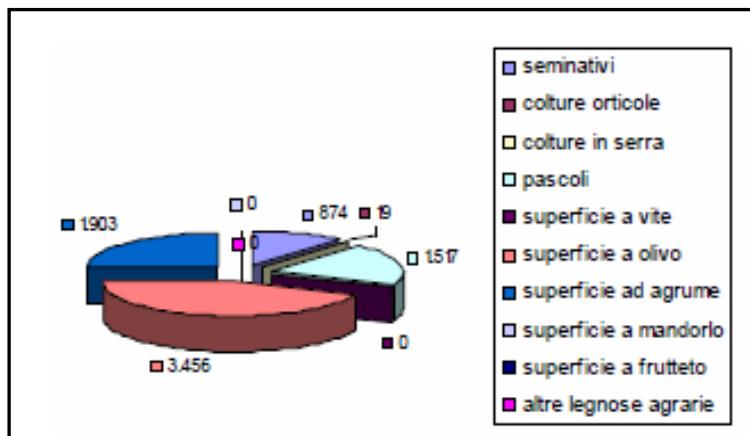


Fig. 4.12 – Superfici agricole presenti nel bacino espresse in ettari (Sogesid, 2007)

Lo studio dell'uso del suolo è stato finalizzato alla valutazione dell'inquinamento derivante da pratiche agricole, in tal senso si è proceduto al calcolo delle quantità di azoto e fosforo prodotti in base alla tipologia di utilizzo agricolo.

L'elenco delle diverse classi agricole analizzate sono riportate nella tabella 4.1.4.E, nella quale sono specificati gli ettari di superficie agricola utilizzata e gli apporti di azoto e fosforo espressi in tonnellate/anno.

Superficie utilizzata per:	Superficie (ha)	Apporto di azoto (t/anno)	Apporto di fosforo (t/anno)
seminativi	874	87	79
colture orticole	19	3	2
colture in serra	0	0	0
pascoli	1.517	152	228
superficie a vite	0	0	0
superficie a olivo	3.456	346	173
superficie ad agrume	1.903	342	209
superficie a mandorlo	0	0	0
superficie a frutteto	0	0	0
altre legnose agrarie	0	0	0

Tab. 4.1.4.E – Superfici agricole presenti nel bacino (Sogesid, 2007)

Come si evince dal grafico (Figura 4.13), il maggior apporto di azoto è dovuto alle superfici ad olivo e ad agrume, essendo queste le più consistenti nel bacino, mentre per quanto riguarda il fosforo, il maggior contributo è dovuto al pascolo, visto il notevole apporto specifico di questo nutriente da parte degli allevamenti. Notevole, è inoltre, l'apporto di questi due nutrienti dovuto ai seminativi.

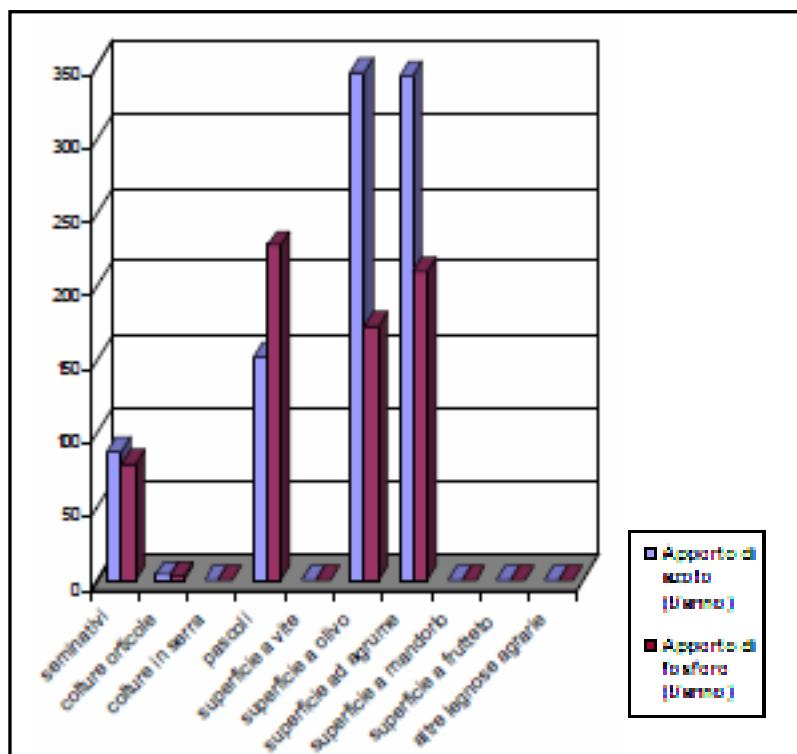


Fig. 4.13 – Apporto di azoto e fosforo nel bacino (Sogesid, 2007)

Di minore consistenza, rispetto alla superficie agricola, risulta la copertura boschata (263 ettari), che nel complesso risulta costituita, come mostrato nel grafico sotto riportato (Figura 4.14), principalmente da boschi a fustaia (64 %), per un valore di 169 ettari, e in minor misura da boschi cedui (20 %), per un valore di 52 ettari. La restante superficie è coperta da macchia mediterranea (15 %), per un valore di 38 ettari ed in minor parte da coltura legnosa specializzata (1 %), per un valore di 3 ettari.

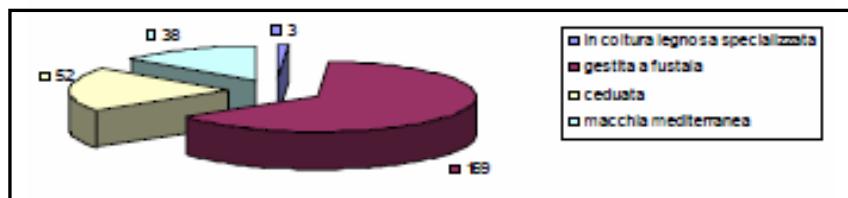


Fig. 4.14– Superfici boschive presenti nel bacino espresse in ettari (*Sogesid*, 2007)

3.1.5. Caratteristiche naturalistiche

Di seguito vengono riportate in tabelle le specie animali protette (Tabella 4.1.5.A), le specie animali minacciate (Tabella 4.1.5.B) e le specie vegetali minacciate (Tabella 4.1.5.C) presenti nel bacino.

Specie animali protette	Riferimenti normativi	Riferimenti bibliografici
<i>Falco biarmicus</i>	L.N. 157/92; L.R. 33/97	Banca dati Natura 2000 - Sito internet: www.minambiente.it
<i>Falco peregrinus</i>	L.N. 157/92; L.R. 33/97	Banca dati Natura 2000 - Sito internet: www.minambiente.it
<i>Hieraetus fasciatus</i>	L.N. 157/92; L.R. 33/97	Banca dati Natura 2000 - Sito internet: www.minambiente.it
<i>Milvus milvus</i>	L.N. 157/92; L.R. 33/97	Banca dati Natura 2000 - Sito internet: www.minambiente.it
<i>Pyrrhocorax pyrrhocorax</i>	L.N. 157/92; L.R. 33/97	Banca dati Natura 2000 - Sito internet: www.minambiente.it

Tab. 4.1.5.A – Specie animali protette presenti all'interno del bacino
(*Sogesid*, 2007)

Specie animali minacciate	Riferimenti bibliografici
<i>Alectoris graeca</i>	Banca dati Natura 2000 - Sito internet: www.minambiente.it

Tab. 4.1.5.B – Specie animali minacciate presenti all'interno del bacino
(*Sogesid*, 2007)

Specie vegetali minacciate	Riferimenti bibliografici
<i>Dianthus rupicola</i>	Banca dati Natura 2000 - Sito internet: www.minambiente.it
<i>Ophrys lunulata</i>	Banca dati Natura 2000 - Sito internet: www.minambiente.it

Tab. 4.1.5.C – Specie vegetali minacciate presenti all'interno del bacino
(*Sogesid*, 2007)

Di seguito vengono riportate le aree naturali presenti nel bacino (Tabella 4.1.5.D).

Tipologia	Numero	Superficie (ha)	Denominazione
SIC	2	542,5	RAFFO ROSSO, M. CUCCIO E VALLONE SAGANA
		2229,5	MONTAGNA LONGA, PIZZO MONTANELLO
SIC e ZPS	1	1952,1	M. MATASSARO, M. GRADARA ED M. SIGNORA
ZPS	1	2302,7	MONTE PECORARO E PIZZO CIRINA

Tab. 4.1.5.D – Tipizzazione delle esistenti aree naturali protette (*Sogesid, 2007*)

3.2. Fonti concentrate

L'impianto di trattamento delle acque reflue urbane del Comune di Montelepre, a servizio di una popolazione di 7.000 abitanti equivalenti (5.364 residenti e 1.646 fluttuanti), è alimentato da una rete fognaria di tipo misto. Nello schema di impianto non è prevista la sedimentazione primaria e i liquami, dopo i comuni trattamenti preliminari, sono avviati direttamente nel comparto di ossidazione. Il ciclo di trattamento si conclude con la clorazione dell'effluente.

L'impianto di depurazione del Comune di Giardinello, a servizio di una popolazione di 2.000 abitanti equivalenti, è alimentato da una rete fognaria di tipo misto. Nello schema di impianto non è prevista la sedimentazione primaria: il liquame, dopo una semplice grigliatura grossolana, viene direttamente inviato nella vasca di ossidazione, nella quale viene effettuata una miscelazione del fango attivo con il liquame da trattare ed una aerazione. Successivamente, la miscela aerata passa al sedimentatore di tipo "Imhoff". Il fango di supero viene aspirato e inviato nel digestore aerato e, in seguito, ai letti di essiccamiento per la stabilizzazione finale.

I dati dei due impianti sono rispettivamente sintetizzati nelle tabelle 4.2.A e 4.2.B. Le concentrazioni degli inquinanti presenti nelle due tabelle, sono quelle immesse nel sistema fluviale dai due impianti a ciclo di depurazione terminato, e non quelle in ingresso negli ID.

<i>ID Montelepre</i>		
<i>Dati di progetto</i>	<i>Valore</i>	<i>Unità di misura</i>
Abitanti serviti	7000	ab
Dotazione idrica	250	l/abxgiorno
Coefficiente di disperdimento	0.8	-
Portata media nera Q _n	0.0162	m ³ /s
OD allo scarico	4.350	mgO ₂ /l
BOD ₅ allo scarico	200	mgO ₂ /l
Organic N allo scarico	42	mgN/l
NH ₄ allo scarico	25	mgN/l
Organic P allo scarico	8	mgP/l

Tab. 4.2.A – Dati dell'impianto di depurazione del Comune di Montelepre

<i>ID Giardinello</i>		
<i>Dati di progetto</i>	<i>Valore</i>	<i>Unità di misura</i>
Abitanti serviti	2000	ab
Dotazione idrica	250	l/abxgiorno
Coefficiente di disperdimento	0.8	-
Portata media nera Q _n	0.0046	m ³ /s
OD allo scarico	2.150	mgO ₂ /l
BOD ₅ allo scarico	450	mgO ₂ /l
Organic N allo scarico	42	mgN/l
NH ₄ allo scarico	20	mgN/l
Organic P allo scarico	5	mgP/l

Tab. 4.2.B – Dati dell'impianto di depurazione del Comune di Giardinello

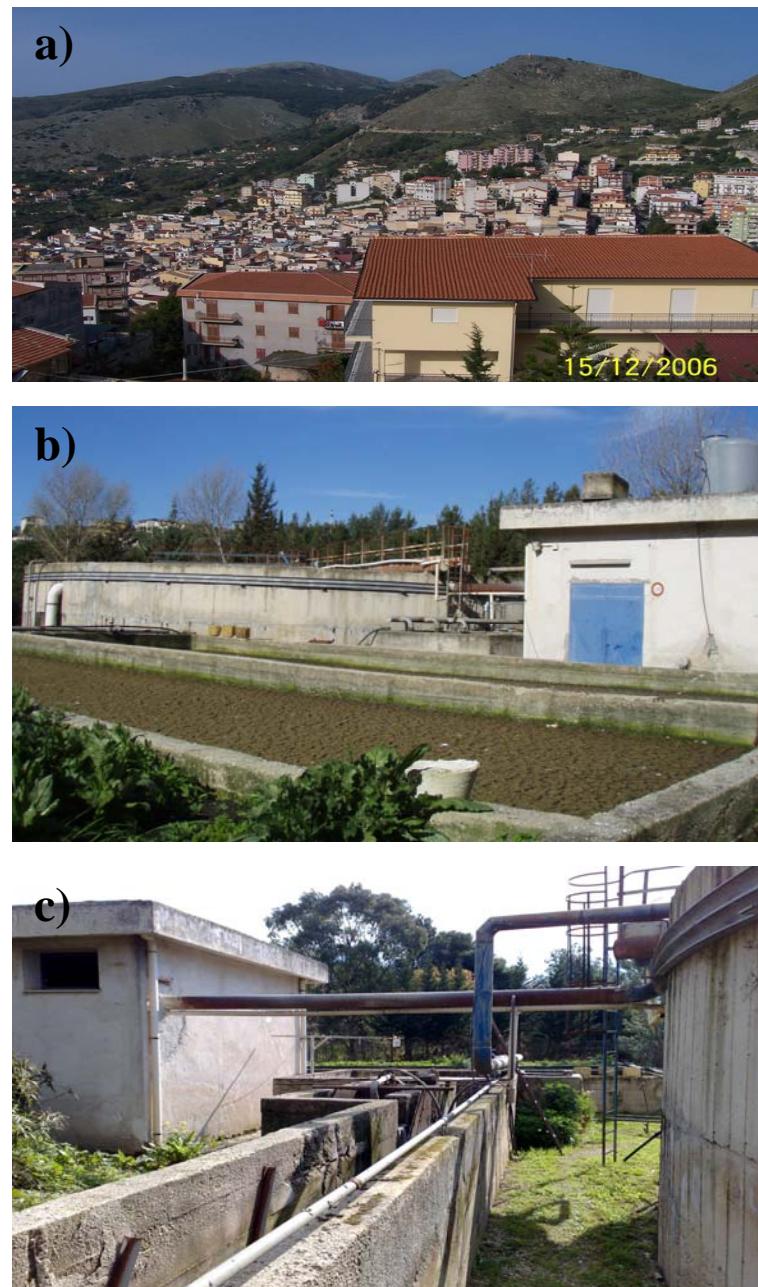


Fig. 4.15 – a) Centro abitato di Montelepre; b) Impianto di depurazione del comune di Montelepre; c) Particolare dell'impianto



Fig. 4.16 - a) Centro abitato di Giardinello; b) Impianto di depurazione del comune di Giardinello; c) Particolare dell'impianto: unità di grigliatura; d) Particolare dell'impianto: letti di essiccamamento

Capitolo 4

Applicazione del modello QUAL2Kw al bacino del Nocella

4.1. Generalità

L'applicazione del modello *QUAL2Kw* è stata limitata alla parte del bacino del Nocella sotteso dalla sezione in cui è ubicata la stazione idrometrica *Nocella a Zucco* (fig. 4.1).

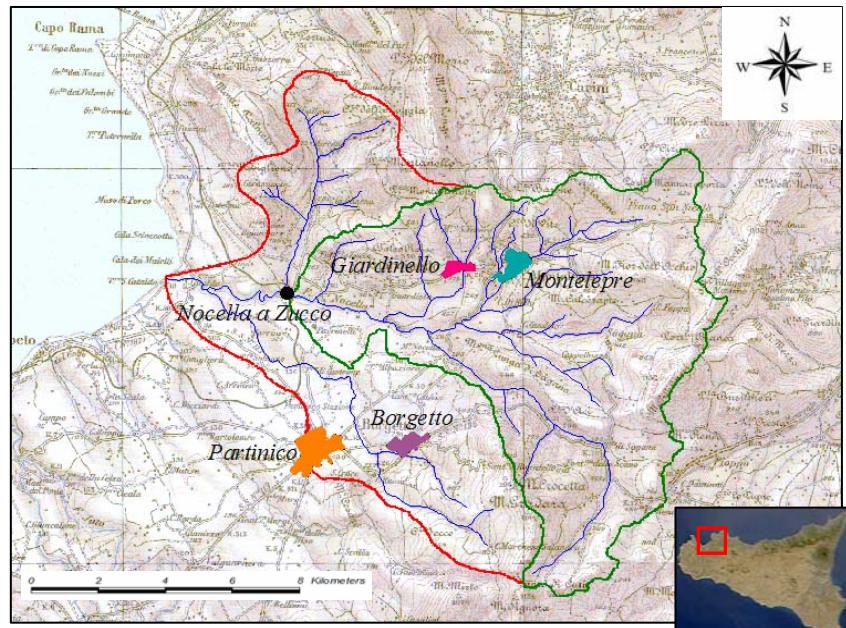


Fig. 4.1 - Bacino idrografico del fiume Nocella

L’uso del modello QUAL2Kw ha permesso di simulare il comportamento del bacino idrografico, soggetto allo scarico e trasporto degli inquinanti, riuscendo ad analizzare e quantificare i carichi di BOD₅, azoto e fosforo lungo l’asta fluviale principale, nella quale scarica il depuratore a servizio del centro abitato di Montelepre, e nel ramo secondario, nel quale scarica il depuratore di Giardinello. A tal fine sono state prese in considerazione soltanto le fonti di inquinamento concentrate; ovvero le acque reflue trattate dagli impianti di depurazione dei comuni di Montelepre e Giardinello.

In particolare, si è proceduto alla calibrazione del modello confrontando i valori delle grandezze di output con i dati osservati in termini di concentrazioni di inquinanti (BOD, OD, N e P) registrati nelle diverse sezioni ubicate lungo l’asta fluviale, rilevate in occasione di precedenti campagne di misura.

Come precedentemente detto, il pacchetto *QUAL2Kw Version 5.1*, contiene due file, il *QUAL2Kw*, soltanto per l’analisi dell’asta principale, e l’*xQUAL2kw*, per l’analisi simultanea del corso d’acqua principale e di eventuali tributari. Quest’ultimo, sarà il modello applicato al caso di studio in esame.

Lo studio seguente, sarà essenzialmente basato sui seguenti punti:

- Ricostruzione della geometria dell’asta fluviale e inserimento dei dati di input nel modello xQUAL2Kw;
- Selezione dei “*dati osservati*” da campagne di monitoraggio effettuate in passato per poterli poi confrontare con gli output del modello e calibrare, quindi i parametri dello stesso;
- Restituzione dei dati di output;
- Interpretazione dei dati in uscita del modello e confronto con i dati delle campagne di monitoraggio.

I moduli del modello utilizzato, possono essere così schematizzati (Fig. 4.2):

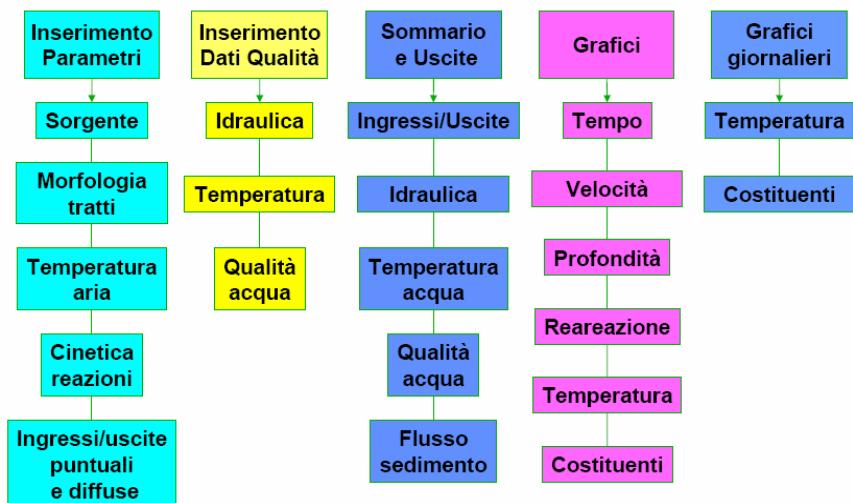


Fig. 4.2 - Moduli Excel presenti in xQUAL2Kw (Marsili-Libelli, 2004)

4.2. Input del modello xQUAL2Kw

I primi dati fondamentali di input che il modello richiede per l'elaborazione dei dati di output, sono sicuramente quelli relativi alla costruzione geometrica dell'asta principale del bacino e dei relativi tributari. Per poter disporre di questi dati, è stata ricostruita, in modo dettagliato, la geometria del sistema e sono state individuate le posizioni precise delle diverse stazioni di monitoraggio e degli eventuali scarichi di fonti di inquinamento puntuali. In particolare, in figura 4.3 è riportata l'asta fluviale in esame con l'ubicazione delle stazioni relative alla campagna di misura effettuata nel febbraio del 2007.

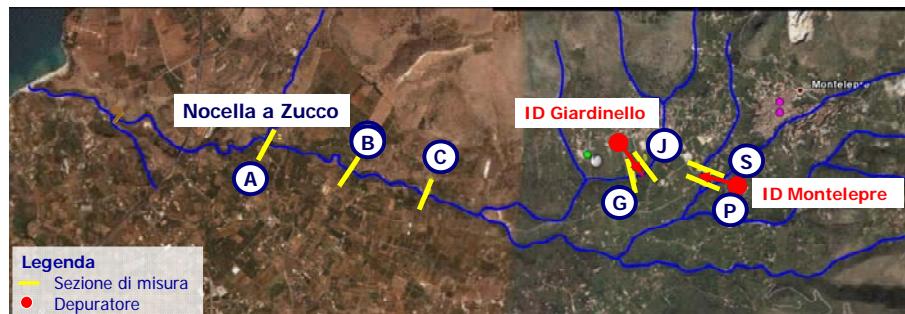


Fig. 4.3 - Asta fluviale del fiume Nocella e ubicazione delle stazioni di misura

Il reticolo idrografico ricostruito è composto da un ramo principale e da uno tributario. Il ramo principale (*Mainstream*), che va dalla sorgente denominata H₁ e ubicata nel ramo principale nel quale scarica il depuratore di Montelepre, fino alla sezione di chiusura di Nocella a Zucco; il ramo tributario (*Tributary*), va dalla sorgente denominata H₂, ubicata nel ramo dove scarica il depuratore di Giardinello fino al punto di congiunzione col corso d'acqua principale.

Come già detto nel capitolo precedente, il modello xQUAL2Kw, suddivide i rami del fiume in tratti elementari (*reach*). Abbiamo deciso di dividere l'intero sistema in 23 *reach* (15 *reach* per l'asta principale e 8 *reach* per il ramo tributario) così come mostrato schematicamente in figura 4.4. Le caratteristiche geometriche ed idrauliche di ogni singolo *reach* verranno poi inserite nei fogli di calcolo del modello affinché esso possa ricostruire l'intero sistema da noi analizzato.

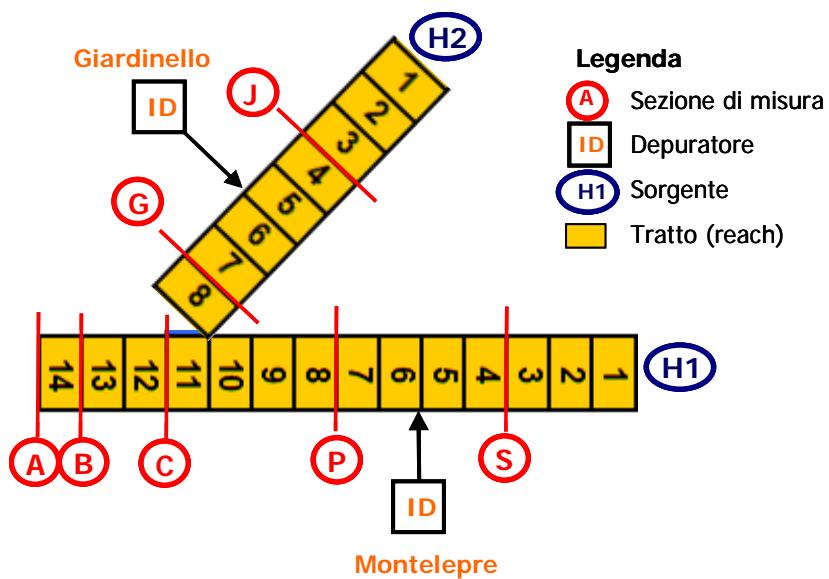


Fig. 4.4 - Schematizzazione del reticolo idrografico secondo il modello xQUALKw

La suddivisione è stata effettuata nel seguente modo:

MAINSTREAM:

- Reach 1 – Dalla sorgente H₁ alla sezione U;
- Reach 2 – Dalla sezione U alla sezione T;
- Reach 3 – Dalla sezione T alla Stazione S (a monte ID Montelepre);
- Reach 4 – Dalla sezione S alla sezione R;
- Reach 5 – Dalla sezione R alla sezione Q;
- Reach 6 – Dalla sezione Q alla stazione P (a valle ID Montelepre);
- Reach 7 – Dalla stazione P alla sezione O;
- Reach 8 – Dalla sezione O alla sezione N;
- Reach 9 – Dalla sezione N alla sezione M;
- Reach 10 – Dalla sezione M al Punto di Immissione del tributario;
- Reach 11 – Dal nodo alla sezione E;
- Reach 12 – Dalla sezione E alla sezione D;
- Reach 13 – Dalla sezione D alla stazione C (Costa dell'Arciprete);
- Reach 14 – Dalla stazione C alla stazione B (Case Purpura);
- Reach 15 – Dalla stazione B alla stazione A (Nocella a Zucco).

TRIBUTARY:

- Reach 1 – Dalla sorgente H₂ alla sezione L;
- Reach 2 – Dalla sezione L alla sezione K;
- Reach 3 – Dalla sezione K alla stazione J (a monte ID Giardinello);
- Reach 4 – Dalla stazione J alla sezione I;
- Reach 5 – Dalla sezione I alla sezione H;
- Reach 6 – Dalla sezione H alla stazione G (a valle ID Giardinello);
- Reach 7 – Dalla stazione G alla sezione F;
- Reach 8 – Dalla sezione F al punto di immissione nel ramo principale.

Una serie di fogli di lavoro (*Worksheets*) vengono utilizzati per inserire i parametri che sono necessari per generare un run del modello. In particolare il modello permette di simulare in contemporanea la propagazione degli inquinanti nell'asta principale e nel tributario. Nel caso in studio, i fogli per ogni modulo, sono 2. Il primo, (1), per il Tributario e il secondo, (2), per il Mainstream.

In particolare i fogli *Reach* permettono l'inserimento dei dati relativi ai segmenti elementari in cui è stato suddiviso ciascun ramo: la geometria

dell'alveo, in termini di larghezza al fondo delle diverse sezioni, scarpa delle sponde e pendenza lungo l'alveo; inoltre è stato specificato il coefficiente di scabrezza in termini di n di Manning al fine di calcolare la portata transitante e la velocità della corrente lungo l'alveo.

Dati idraulico - morfologici:

Occorre innanzitutto stabilire la lunghezza del tratto di fiume da studiare e suddividerlo in sottotratti scegliendo le sezioni in base a:

- Lunghezza totale del tratto studiato;
- Disposizione delle sezioni di misura della qualità dell'acqua;
- Disposizione degli scarichi di eventuali impianti di depurazione.

Per ogni tratto occorre calcolare:

- Lunghezza e pendenza del tratto e relativo numero di Manning;
- Posizione (altitudine, latitudine e longitudine) delle sezioni di ingresso e uscita;
- Larghezza del fondo e pendenza delle sponde delle sezioni.

Le sezioni trapezoidali, saranno caratterizzate da (Fig. 4.5):

- ❖ larghezza del fondo (B_0);
- ❖ profondità dell'acqua (H);
- ❖ pendenza delle sponde (s_1 e s_2).

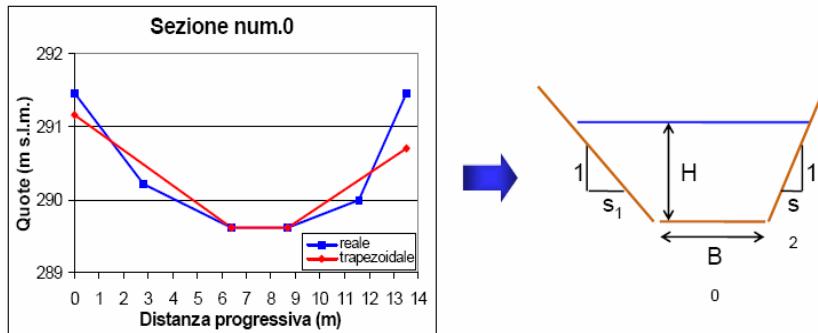


Fig. 4.5 - Esempio di sezione di un tratto di fiume (Marsili-Libelli, 2004)

Nelle tabelle 4.1a,b e 4.2a,b sono riportati i dati suddetti relativi a ciascun tratto suddetto.

Downstream end of reach label	Reach		Location	
	Number	Lenght (Km)	Upstream (Km)	Downstream (Km)
Sorgente 1	0	-	-	10.453
Sezione U	1	1.298	10.453	9.155
Sezione T	2	1.137	9.155	8.018
Stazione S	3	1.206	8.018	6.812
Sezione R	4	0.181	6.812	6.631
Sezione Q	5	0.006	6.631	6.625
Stazione P	6	0.203	6.625	6.422
Sezione O	7	1.100	6.422	5.322
Sezione N	8	1.269	5.322	4.053
Sezione M	9	1.013	4.053	3.040
Punto immissione Tributary	10	0.010	3.040	3.030
Sezione E	11	0.010	3.030	3.020
Sezione D	12	0.811	3.020	2.209
Stazione C	13	0.006	2.209	2.203
Stazione B	14	1.098	2.203	1.105
Stazione A	15	1.105	1.105	0.000

Tabella 4.1a - Foglio Reach relativo al ramo principale

Reach Number	Downstream		Downstream		Elevation		Channel
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Upstream (m)	Downstream (m)	Slope
0	342104.0251	4218610.2376	38° 06' 05.4667"	13° 11' 57.0179"	-	480.000	0.0616
1	341034.5425	4218091.6213	38° 05' 47.9730"	13° 11' 13.5424"	480.000	400.000	0.0616
2	340022.8894	4217684.0387	38° 05' 34.1126"	13° 10' 32.3562"	400.000	300.000	0.0879
3	339302.8087	4216845.7819	38° 05' 06.4686"	13° 10' 03.4870"	300.000	280.000	0.0166
4	339181.9565	4216723.7067	38° 05' 02.4325"	13° 09' 58.6273"	280.000	265.000	0.0827
5	339176.2111	4216721.9077	38° 05' 02.3704"	13° 09' 58.3931"	265.000	265.000	0.0827
6	339038.8814	4216581.9155	38° 04' 57.7426"	13° 09' 52.8720"	265.000	240.000	0.1234
7	338288.8644	4216012.2201	38° 04' 38.7860"	13° 09' 22.5641"	240.000	200.000	0.0364
8	337292.8462	4215878.8969	38° 04' 33.8193"	13° 08' 41.8114"	200.000	150.000	0.0394
9	336493.0287	4216114.7692	38° 04' 40.9490"	13° 08' 08.8053"	150.000	124.600	0.0251
10	336483.3935	4216117.4456	38° 04' 41.0295"	13° 08' 08.4078"	124.600	124.600	0.0251
11	336473.9958	4216114.0276	38° 04' 40.9126"	13° 08' 08.0251"	124.600	124.600	0.0251
12	335853.9648	4216303.4717	38° 04' 46.6515"	13° 07' 42.4316"	124.600	110.000	0.0180
13	335848.3941	4216305.7004	38° 04' 46.7202"	13° 07' 42.2012"	110.000	110.000	0.0180
14	334907.6904	4216551.5566	38° 04' 54.0763"	13° 07' 03.4036"	110.000	103.000	0.0064
15	334006.4488	4216799.2590	38° 05' 01.5148"	13° 06' 26.2215"	103.000	80.000	0.0208

Tabella 4.1b - Foglio Reach relativo al ramo principale

Manning Formula					
Reach Number	Channel Slope	Manning n	Bot Width m	Side Slope	Side Slope
0	0.0616	0.0300	4.00	1.00	1.00
1	0.0616	0.0300	4.00	1.00	1.00
2	0.0879	0.0300	4.00	1.00	1.00
3	0.0166	0.0300	4.00	1.00	1.00
4	0.0827	0.0300	4.00	1.00	1.00
5	0.0827	0.0300	4.00	1.00	1.00
6	0.1234	0.0300	5.00	1.00	1.00
7	0.0364	0.0300	5.00	1.00	1.00
8	0.0394	0.0300	5.00	1.00	1.00
9	0.0251	0.0300	5.00	1.00	1.00
10	0.0251	0.0300	5.00	1.00	1.00
11	0.0251	0.0300	5.00	1.00	1.00
12	0.0180	0.0300	6.00	0.50	0.50
13	0.0180	0.0300	6.00	0.50	0.50
14	0.0064	0.0300	6.50	0.50	0.50
15	0.0208	0.0300	6.80	0.50	0.50

Tabella 4.1c - Foglio Reach relativo al ramo principale

Downstream end of reach label	Reach		Location	
	Number	Lenght (Km)	Upstream (Km)	Downstream (Km)
Sorgente 2	0	-	-	4.895
Sezione L	1	0.718	4.895	4.177
Sezione K	2	0.868	4.177	3.309
Stazione J	3	0.909	3.309	2.400
Sezione I	4	0.240	2.400	2.160
Sezione H	5	0.006	2.160	2.154
Stazione G	6	0.210	2.154	1.944
Sezione F	7	1.941	1.944	0.003
Punto Immissione Tributary	8	0.003	0.003	0.000

Tabella 4.2a - Foglio Reach relativo al tributario

Reach Number	Downstream		Downstream		Elevation		Channel Slope
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Upstream (m)	Downstream (m)	
0	338811.3575	4219119.6578	38° 06' 19.8936"	13° 09' 41.4751"	-	500.000	0.1392
1	338840.2474	4218413.5576	38° 05' 57.0139"	13° 09' 43.2347"	500.000	400.000	0.1392
2	338579.8463	4217614.5528	38° 05' 30.9356"	13° 09' 33.1986"	400.000	300.000	0.1152
3	338331.6180	4216820.2102	38° 05' 05.0160"	13° 09' 23.6600"	300.000	250.000	0.0550
4	338149.8962	4216683.7383	38° 05' 00.4733"	13° 09' 16.3154"	250.000	230.000	0.0832
5	338144.3815	4216681.3744	38° 05' 00.3931"	13° 09' 16.0910"	230.000	230.000	0.0832
6	337943.6971	4216668.3717	38° 04' 59.8420"	13° 09' 07.8678"	230.000	215.000	0.0715
7	336485.4899	4216119.5915	38° 04' 41.1005"	13° 08' 08.4920"	215.000	124.600	0.0466
8	336483.3935	4216117.4456	38° 04' 41.0295"	13° 08' 08.4078"	124.600	124.600	0.0466

Tabella 4.2b - Foglio Reach relativo al tributario

Manning Formula					
Reach	Channel	Manning	Bot Width	Side	Side
Number	Slope	n	m	Slope	Slope
0	0.1392	0.0300	3.00	1.00	1.00
1	0.1392	0.0300	3.00	1.00	1.00
2	0.1152	0.0300	3.00	1.00	1.00
3	0.0550	0.0300	3.00	1.00	1.00
4	0.0832	0.0300	3.30	1.00	1.00
5	0.0832	0.0300	3.60	1.00	1.00
6	0.0715	0.0300	3.80	1.00	1.00
7	0.0466	0.0300	4.10	1.00	1.00
8	0.0466	0.0300	4.30	1.00	1.00

Tabella 4.2c - Foglio Reach relativo al ramo principale

I dati relativi ai due depuratori vengono inseriti attraverso i fogli *Point Source* (tab. 4.3, 4.4). In particolare sono stati specificati l'ubicazione geografica delle due immissioni, la portata immessa nel ramo fluviale e gli inquinanti scaricati in termini di BOD, OD, azoto totale, ammoniaca e fosforo organico.

Dati di progetto	Valore	Unità di misura
Abitanti serviti	2000	ab
Dotazione idrica	250	l/abxgiorno
Coefficiente di disperdimento	0.8	-
Portata media nera Q _n	0.0046	m ³ /s
Concentr. OD allo scarico	2.150	mgO ₂ /l
Concentr. BOD ₅ allo scarico	450	mgO ₂ /l
Organic N allo scarico	42	mgN/l
NH ₄ allo scarico	20	mgN/l
Organic P allo scarico	5	mgP/l

Tabella 4.3 - Dati relativi al depuratore di Giardinello

Dati di progetto	Valore	Unità di misura
Abitanti serviti	7000	ab
Dotazione idrica	250	l/abxgiorno
Coefficiente di disperdimento	0.8	-
Portata media nera Q _n	0.0162	m ³ /s
OD allo scarico	4.350	mgO ₂ /l
BOD ₅ allo scarico	200	mgO ₂ /l
Organic N allo scarico	42	mgN/l
NH ₄ allo scarico	25	mgN/l
Organic P allo scarico	8	mgP/l

Tabella 4.4 - Dati relativi al depuratore di Montelepre

4.3. La campagna di monitoraggio nel bacino del fiume Nocella

La localizzazione dei punti di campionamento delle acque, ai fini di un monitoraggio dello stato di qualità del corpo idrico, deve necessariamente prendere avvio dalla disamina delle peculiarità della rete idrografica ed dall'analisi delle pressioni di natura antropica che insistono sulla stessa.

L'ubicazione delle stazioni di controllo è stata scelta in occasioni di ricerche precedenti condotte presso il Dipartimento di Ingegneria Civile, Ambientale e Aerospaziale dell'Università di Palermo. La campagna di misura si è svolta nel mese di Febbraio 2007, considerando 7 stazioni di campionamento, distribuite, tra l'asta fluviale principale ed il ramo immissario in cui scarica il depuratore di Giardinello (Fig. 4.2). Nello stabilire la localizzazione dei punti di prelievo si era tenuto conto delle particolari situazioni di impatto antropico che incidono sulla qualità delle acque relativamente alla vicinanza con i centri abitati e alla presenza di scarichi diretti di natura urbana.

Le stazioni di campionamento sono elencate di seguito:

- **Stazione A:** Nocella a Zucco;
- **Stazione B:** Località Case Purpura;
- **Stazione C:** Località Costa dell'Arciprete;
- **Stazione G:** Stazione a valle ID Giardinello;
- **Stazione J:** Stazione a monte ID Giardinello;
- **Stazione P:** Stazione a valle ID Montelepre;
- **Stazione S:** Stazione a monte ID Montelepre.

Le stazioni A, B, C, P ed S si trovano tutte nell'asta principale del sistema fluviale, invece, le stazioni G ed J sono ubicate nel ramo tributario. I dati geometrici relativi a tali sezioni, sono riportate nelle tabelle 4.1c e 4.2c.

Le concentrazioni di inquinanti misurati durante la suddetta campagna saranno confrontati con i corrispondenti valori simulati nelle stesse sezioni dell'alveo al fine di calibrare i parametri del modello. Gli inquinanti misurati durante la campagna di monitoraggio dell'1 Febbraio del 2007, sono riportati nella tabella 4.5.

Sezione	BOD ₅ (mg/l)	NH ₄ (mg/l)	N organico (mg/l)	P organico (mg/l)	O.D. (mg/l)	T (°C)
J	405.00	19.90	24.00	5.00	2.90	15.60
G	177.00	21.10	34.00	5.00	1.34	15.50
S	176.50	25.60	44.00	5.00	3.40	12.90
P	174.70	19.20	26.00	5.00	5.20	14.50
C	335.00	3.40	14.00	5.00	1.35	12.20
B	302.00	5.10	21.00	4.95	2.46	12.00
A	118.00	5.60	17.00	3.36	1.62	11.90

Tab. 4.5 - Concentrazioni di inquinanti misurati durante la campagna del febbraio 2007 nelle stazioni di misura

4.4. Risultati delle simulazioni

Al fine di condurre le simulazioni, sono stati assimilati a fonti di inquinamento concentrato gli scarichi in alveo dei reflui depurati relativi ai centri abitati di Montelepre e Giardinello e per essi sono stati presi in considerazione i valori medi giornalieri di portata e inquinanti (BOD, OD, azoto totale, fosforo organico ed ammoniaca). Per quanto riguarda i carichi di origine diffusa (agricola e zootecnica) il loro contributo è stato trascurato. Tale scelta è stata dettata dal fatto che la campagna di misure, eseguita nel febbraio del 2007, sulla quale calibrare i parametri del modello è stata effettuata in tempo secco. Ciò comporta che i relativi carichi inquinanti sono da ascriversi alle sole fonti inquinanti concentrate.

In particolare, si è proceduto alla calibrazione del modello confrontando i valori delle grandezze di output con i dati osservati in termini di concentrazioni di inquinanti (BOD, OD, N organico, ammoniaca, fosforo organico) registrati nelle diverse sezioni ubicate lungo l'asta fluviale, rilevate in occasione della campagne di misura suddetta.

Il modello xQUALKw richiede la definizione di un notevole numero di parametri, per i quali non sempre si dispone di misure di pieno campo. Inoltre, i valori di tali parametri sono soggetti a notevole incertezza, soprattutto in bacini semiaridi per i quali si ha una estrema variabilità spazio-temporale di tutti i fattori che controllano il processo di formazione del deflusso. In tabella 4.4 sono riportati i parametri richiesti dal modello e i relativi intervalli di variazione fisicamente ammissibili, tali valori si inseriscono nel foglio *Rates*.

Il modello prevede la possibilità di effettuare una calibrazione manuale ovvero automatica. Per il caso in studio, tenuto conto dell'esiguo numero di dati osservati si è deciso di effettuare una calibrazione manuale. In particolare, sulla base di informazioni ricavate dalla letteratura, sono stati individuati i parametri

rispetto ai quali il modello risulta più sensibile, mentre per gli altri sono stati fissati i valori di default previsti dal modello (tab. 4.5).

Le simulazioni effettuate hanno consentito di determinare tutte le grandezze idrauliche e le variazioni di carico inquinante sia lungo l'asta principale sia lungo il ramo tributario. Con riferimento alla qualità delle acque, è stata effettuata la ricostruzione del carico inquinante di BOD, OD, azoto totale, ammoniaca e fosforo organico.

A titolo d'esempio nelle fig. 4.6a,b sono riportati gli andamenti nel tempo dei carichi di BOD ricostruiti e misurati lungo le due aste, principale e secondaria. L'andamento delle concentrazioni dell'inquinante simulato è in linea con la presenza degli scarichi puntuali: si ha un aumento in corrispondenza delle sezioni in cui sono ubicati i due scarichi concentrati e in corrispondenza dell'immissione del tributario nel secondario. Nonostante le misure disponibili non consentano un confronto continuo tra le due serie di dati, si può rilevare che i valori simulati sono, in genere, dello stesso ordine di grandezza di quelli misurati. Nel tratto finale del ramo principale, a valle dell'immissione del tributario, però, le concentrazioni inquinanti osservate assumono valori molto alti ascrivibili alla presenza di uno o più scarichi puntuali non censiti.

Parameter	Value	Units	Symbol
<i>Stoichiometry:</i>			
Carbon	40	gC	gC
Nitrogen	7.2	gN	gN
Phosphorus	1	gP	gP
Dry weight	100	gD	gD
Chlorophyll	0.5	gA	gA
<i>Inorganic suspended solids:</i>			
Settling velocity	2	m/d	v_s
<i>Oxygen:</i>			
Reaeration model	USGS(pool,riffle)		
Temp correction	1.024		θ_a
Reaeration wind effect	None		
O2 for carbon oxidation	2.69	gO ₂ /gC	r_{oc}
O2 for NH4 nitrification	4.57	gO ₂ /gN	r_{on}
Oxygen inhib model CBOD oxidation	Exponential		
Oxygen inhib parameter CBOD oxidation	0.60	L/mgO2	K_{socf}
Oxygen inhib model nitrification	Exponential		
Oxygen inhib parameter nitrification	0.60	L/mgO2	K_{sona}
Oxygen enhance model denitrification	Exponential		
Oxygen enhance parameter denitrification	0.60	L/mgO2	K_{sodn}
Oxygen inhib model phyto resp	Exponential		
Oxygen inhib parameter phyto resp	0.60	L/mgO2	K_{sop}
Oxygen enhance model bot alg resp	Exponential		
Oxygen enhance parameter bot alg resp	0.60	L/mgO2	K_{sob}
<i>Slow CBOD:</i>			
Hydrolysis rate	5	/d	k_{hc}
Temp correction	1.047		θ_{hc}
Oxidation rate	1.02095	/d	k_{des}
Temp correction	1.047		θ_{des}
<i>Fast CBOD:</i>			
Oxidation rate	5	/d	k_{dc}
Temp correction	1.047		θ_{dc}
<i>Organic N:</i>			
Hydrolysis	5	/d	k_{hn}
Temp correction	1.07		θ_{hn}
Settling velocity	1.68554	m/d	v_{on}
<i>Ammonium:</i>			
Nitrification	10	/d	k_{na}
Temp correction	1.07		θ_{na}
<i>Nitrate:</i>			
Denitrification	2	/d	k_{dn}
Temp correction	1.07		θ_{dn}
Sed denitrification transfer coeff	0.94237	m/d	v_{di}
Temp correction	1.07		θ_{di}
<i>Organic P:</i>			
Hydrolysis	5	/d	k_{hp}
Temp correction	1.07		θ_{hp}
Settling velocity	1.82808	m/d	v_{op}

Fig. 4.5 - Valori assunti per i parametri del modello xQUAL2Kw

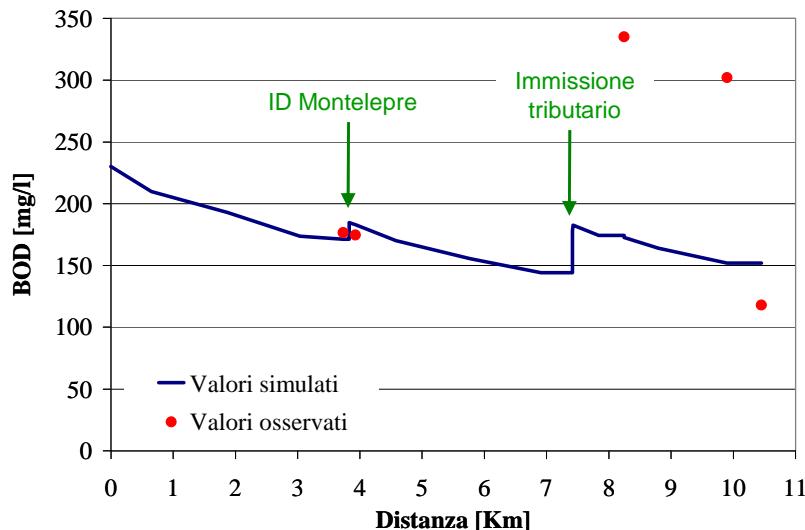


Fig. 4.6a - Andamento delle concentrazioni di BOD nel ramo principale

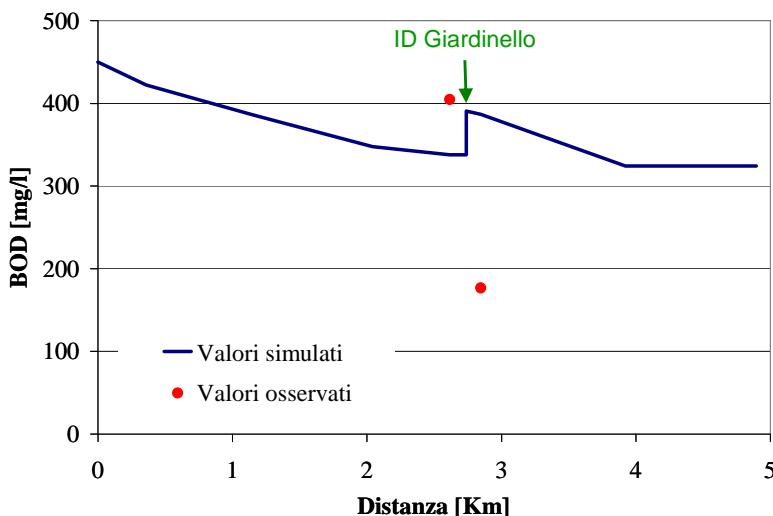


Fig. 4.6b - Andamento delle concentrazioni di BOD nel ramo secondario

Al fine di quantificare l'eventuale presenza di uno scarico puntuale non censito è stata effettuata un'ulteriore simulazione nella quale è stata prevista la presenza di questa terza fonte concentrata.

Procedendo per tentativi, ne è stato quantificato l'apporto inquinante: questo scarico potrebbe scaricare una portata di $0.01 \text{ m}^3/\text{s}$ e una concentrazione di BOD molto alta e pari a $1000 \text{ mgO}_2/\text{l}$. Nelle figure 4.7a sono riportati le serie

di portate simulate rispettivamente nel ramo principale e nel secondario. Nelle fig. 4.8a,b - 4.13a,b sono riportati gli andamenti nel tempo dei carichi inquinanti ricostruiti e misurati lungo le due aste, principale e secondaria. Il confronto tra valori misurati e simulati conferma la presenza di uno o più scarichi puntuali non censiti.

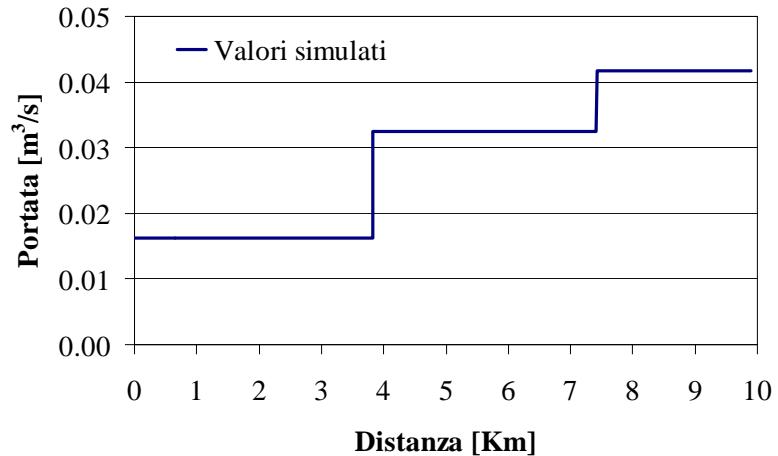


Fig. 4.7a - Andamento delle portate nel ramo principale

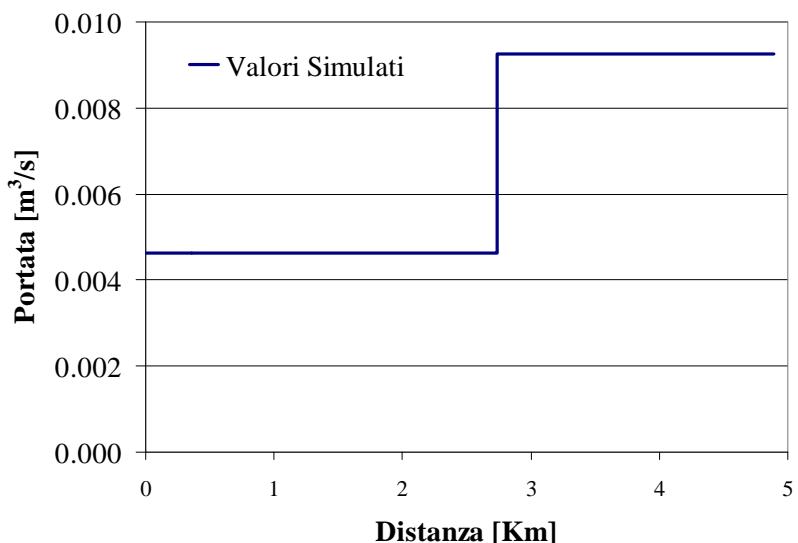


Fig. 4.7b - Andamento delle portate nel ramo secondario

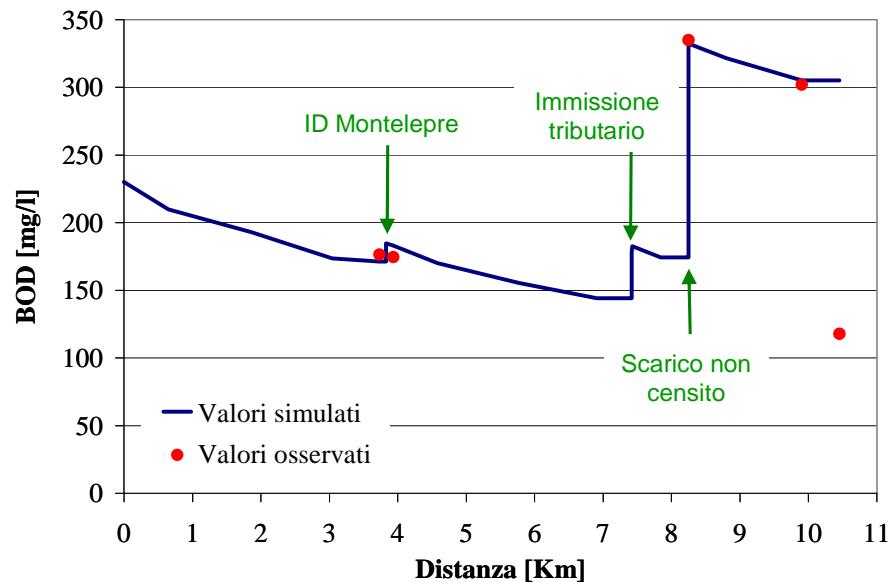


Fig. 4.8a - Andamento della concentrazione di BOD nel ramo principale

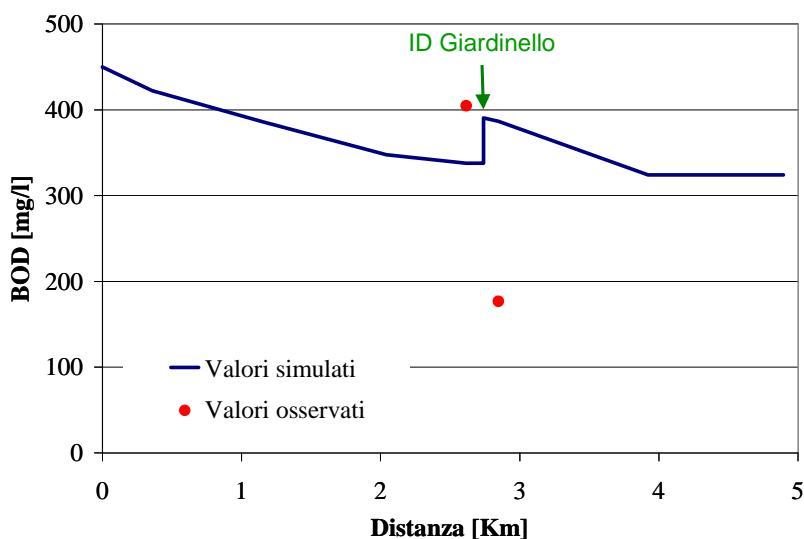


Fig. 4.8b - Andamento della concentrazione di BOD nel ramo secondario

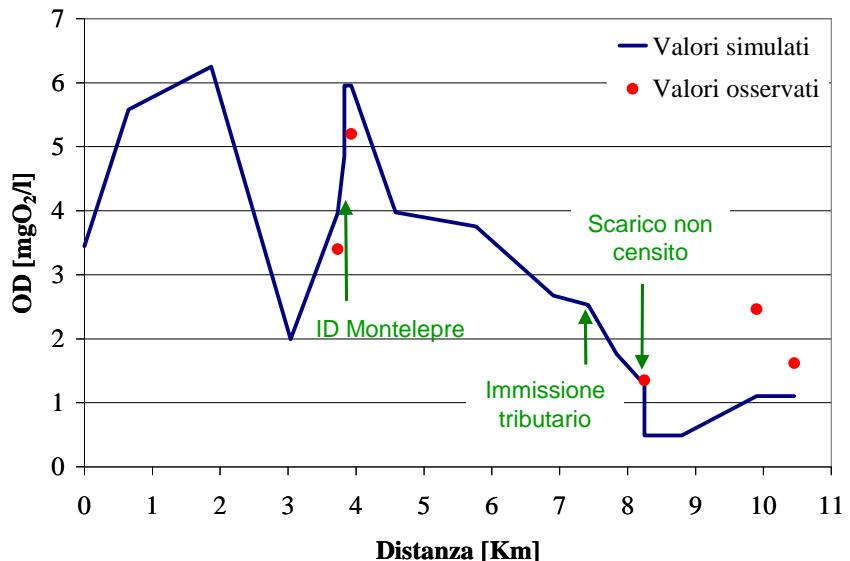


Fig. 4.9a - Andamento della concentrazione di OD nel ramo principale

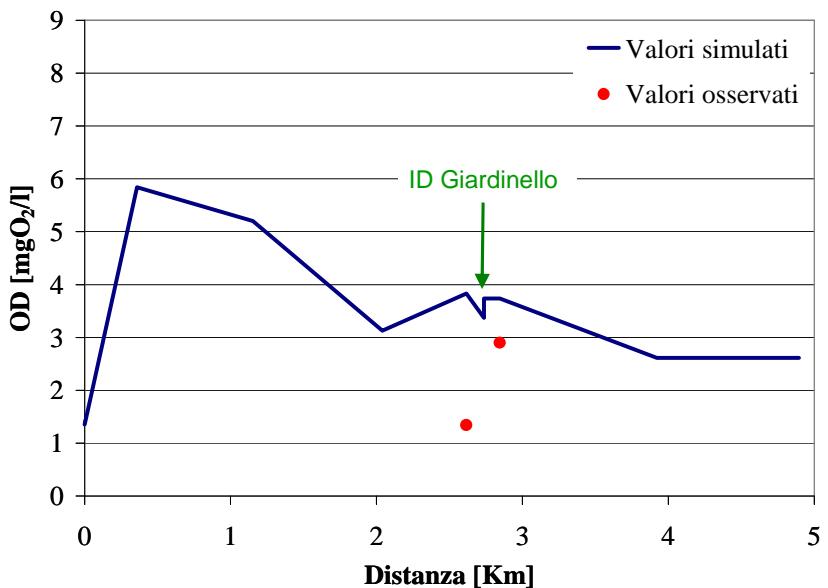


Fig. 4.9b - Andamento della concentrazione di OD nel ramo secondario

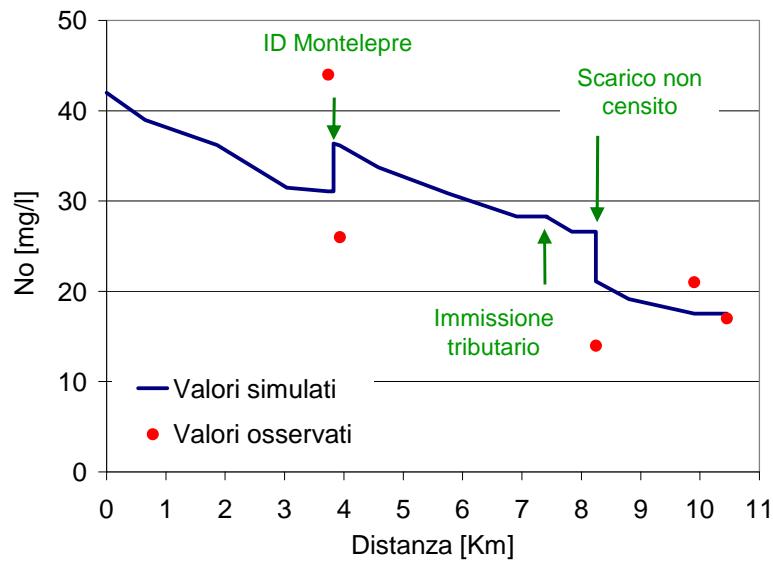


Fig. 4.10a - Andamento della concentrazione di N organico nel ramo principale

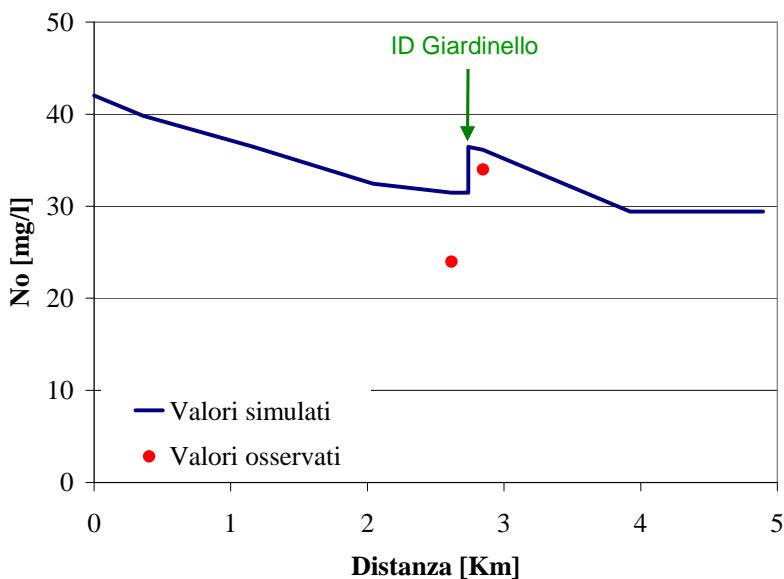


Fig. 4.10b - Andamento della concentrazione di N organico nel ramo secondario

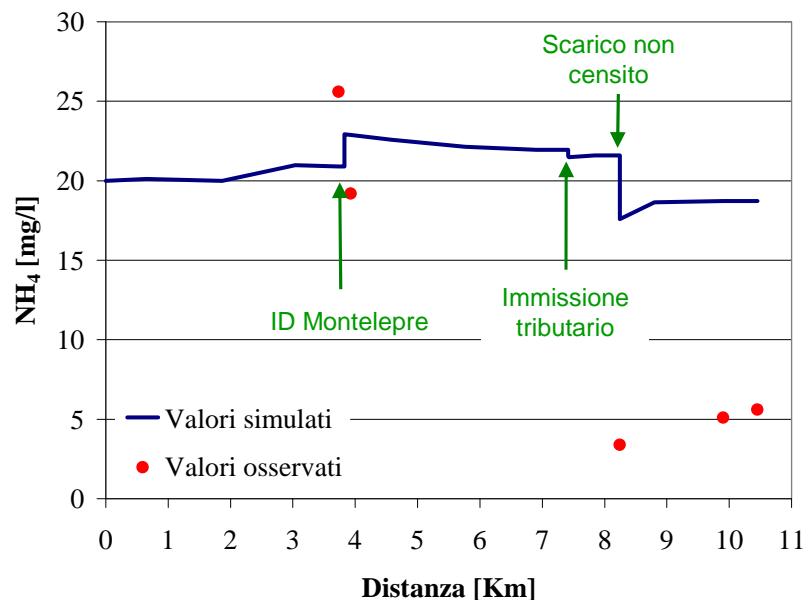


Fig. 4.11a - Andamento della concentrazione di ammoniaca nel ramo principale

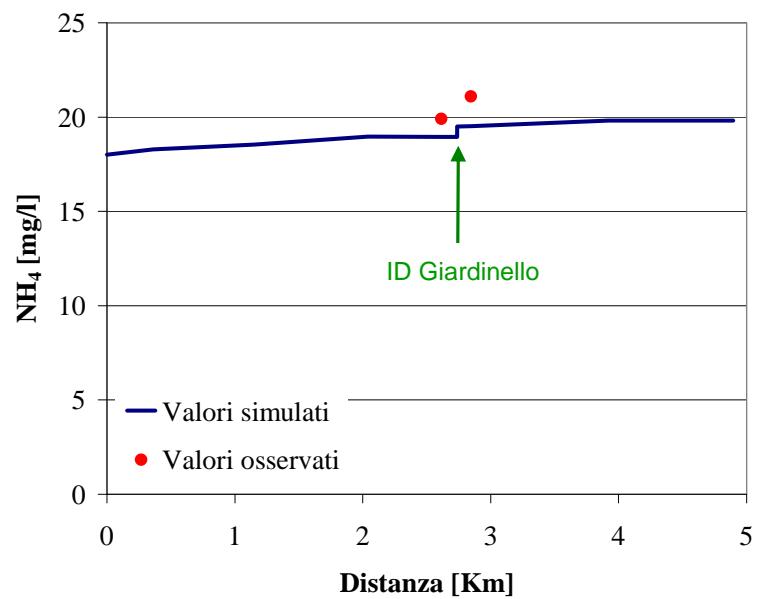


Fig. 4.11b - Andamento della concentrazione di ammoniaca nel ramo secondario

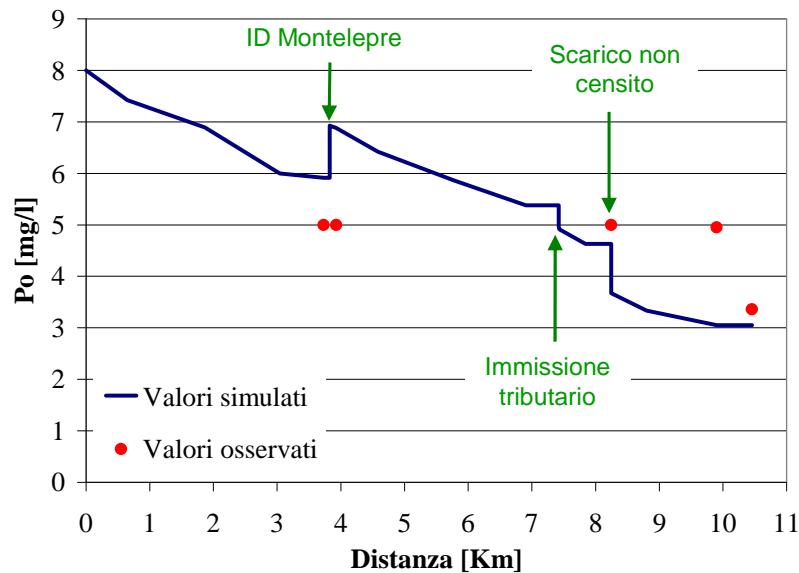


Fig. 4.12a - Andamento della concentrazione di P organico nel ramo principale

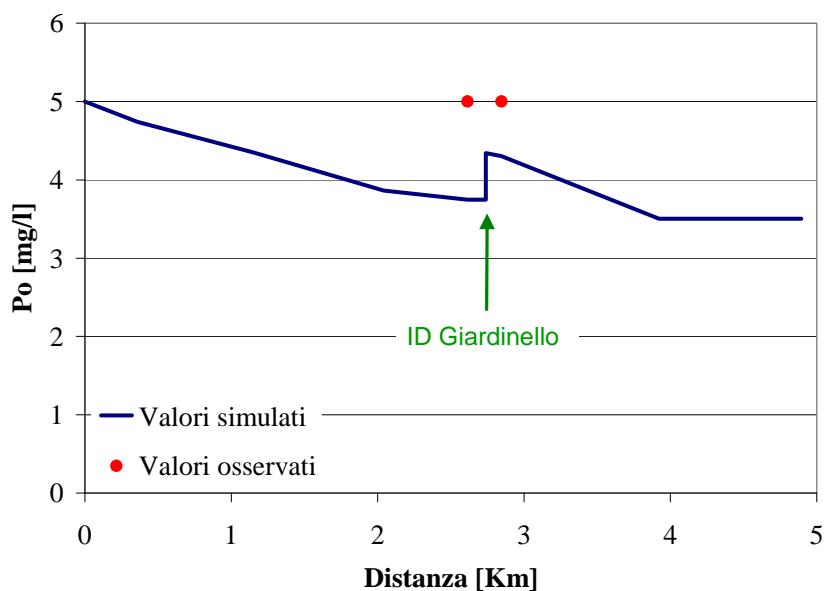


Fig. 4.12b - Andamento della concentrazione di P organico nel ramo secondario

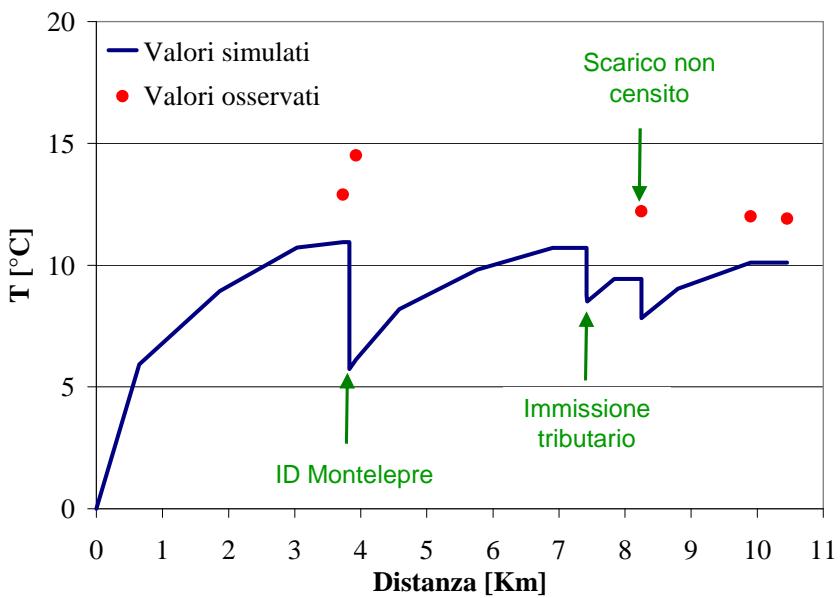


Fig. 4.13a - Andamento della Temperatura nel ramo principale

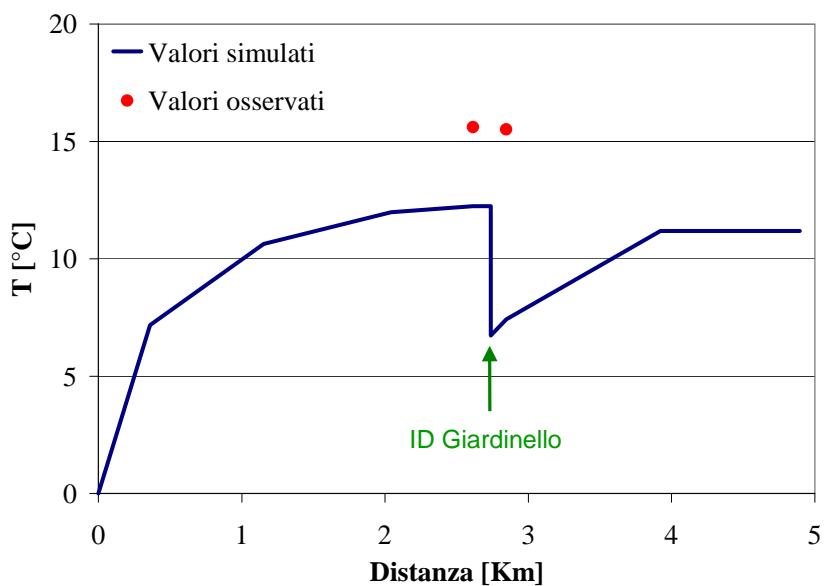


Fig. 4.13b - Andamento della Temperatura nel ramo secondario

Capitolo 5

Conclusioni

E' stato applicato il modello xQUAL2Kw ad un bacino siciliano antropizzato al fine di quantificarne la produzione di inquinanti.

L'applicazione ha avuto come obiettivo la ricostruzione delle principali caratteristiche di qualità del corso d'acqua, in alcune sezioni di interesse. Le simulazioni sono state condotte in condizioni stazionarie, su base giornaliera simulando le concentrazioni di OD, BOD, azoto e fosforo. La calibrazione dei parametri del modello è stata eseguita confrontando le concentrazioni simulate lungo l'alveo con quelle ottenute con misure di campo, eseguite in corrispondenza delle stesse sezioni del fiume. Il confronto così eseguito ha confermato il progressivo peggioramento della qualità delle acque, passando da monte verso valle, a causa dell'immissione di scarichi urbani, che, tuttavia, non determinano condizioni particolarmente critiche per il fiume Nocella. Il confronto ha, altresì, mostrato la presenza nel tratto terminale dell'asta fluviale principale, di uno o più scarichi puntuali non censiti, probabilmente di origine industriale.

Il modello è stato, quindi, utilizzato per valutare l'effetto di questo ulteriore scarico puntuale, oltre ai due depuratori, ed è stato possibile quantificarne l'apporto in termini di carichi di inquinanti scaricati.

Il notevole numero di processi simulati comporta un evidente problema di valutazione de numerosi parametri che in esso compaiono, la cui conoscenza richiederebbe insostenibili campagne di monitoraggio e calibrazione. Tuttavia, in letteratura è presente un'ampia gamma di applicazioni del modello che facilitano nella scelta dei parametri.

Nonostante ciò, l'utilizzo di modelli integrati, quale lo xQUAL2Kw, per l'indagine e la previsione del carico inquinante a scala di bacino, può essere utile per due aspetti di tipo gestionale: il primo riguarda la possibilità di eseguire previsioni su lunga scala temporale della produzione di inquinanti; il secondo, invece, risponde all'esigenza di individuare interventi mirati al risanamento del corpo idrico, operando sulle diverse fonti inquinanti. Il modello, quindi, se correttamente utilizzato, risulta un ottimo strumento di previsione e gestione della produzione degli inquinanti, soprattutto se calibrato su misure di campo.