



*Comune di Assemini
Città Metropolitana di Cagliari
Programma di Pianificazione Integrata per l'ambito di*

CUCCURU MACCIORRI

**STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA E
STUDIO DI INVARIANZA IDRAULICA**

Relazione

Dott. Geol. Fausto A. Pani

Dott. Ing. Alessandro Salis

SOMMARIO

SOMMARIO	1
1. PREMESSA	2
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA DI STUDIO E SISTEMA DRENANTE SUPERFICIALE ...	2
3. ANALISI E METODOLOGIA DI VALUTAZIONE	4
4. 1.3 STIMA DELL'IDROGRAMMA DI PIENA	15
5. DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE IDRAULICHE	24
6. Considerazioni di sintesi e conclusioni.....	29

1. PREMESSA

Il presente elaborato, predisposto secondo quanto indicato nelle Linee guida a corredo della delibera di adozione N. 2 del 23.11.2016 relativa l'art. 47 delle NTA del PAI, rende conto delle misure compensative da attuare in materia di invarianza idraulica.

Nello specifico, così come richiamato nella Delibera

- *Per invarianza idraulica si intende il principio in base al quale le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei recettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione.*
- *I comuni in sede di redazione degli strumenti urbanistici generali o di loro varianti generali e in sede di redazione degli strumenti urbanistici attuativi, stabiliscono che le trasformazioni dell'uso del suolo rispettino il principio dell'invarianza idraulica.*
- *Gli strumenti urbanistici generali ed attuativi individuano e definiscono le infrastrutture necessarie per soddisfare il principio dell'invarianza idraulica per gli ambiti di nuova trasformazione e disciplinano le modalità per il suo conseguimento, anche mediante la realizzazione di vasche di laminazione.*
- *Sono fatte salve eventuali normative già adottate dai comuni per l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica.*
- *La Regione approva normative specifiche con l'obiettivo di incentivare il perseguimento del principio della invarianza idraulica anche per i contesti edificati esistenti.*

Al fine della predisposizione sono stati utilizzate le indicazioni contenute all'interno della delibera stessa, sia per quanto attiene i parametri dei coefficienti utilizzati e sia per quanto concerne specificatamente la modalità con la quale è stata realizzata la presente relazione

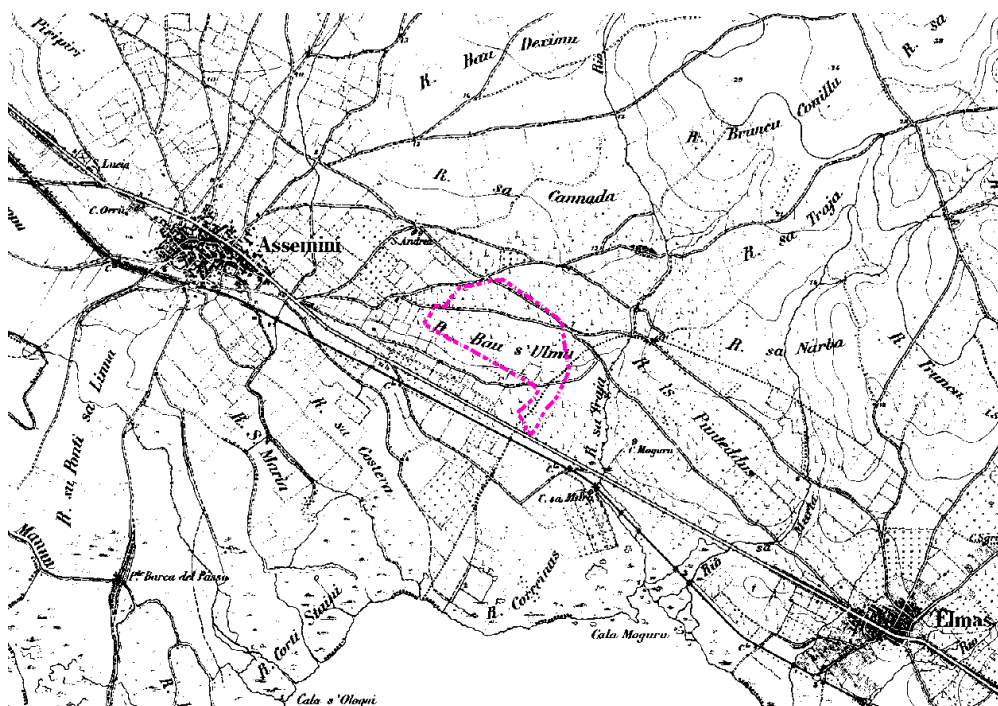
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA DI STUDIO E SISTEMA DRENANTE SUPERFICIALE

L'area interessata dal progetto è posta a Sud-Ovest dell'abitato di Assemini, in una fascia sub pianeggiante al piede delle propaggini collinari orientali del massiccio del Sulcis.

Si tratta di una superficie di circa .4Km2 stratta tra la SS 131 la SP2 poco a nord della vecchia Sulcitana che attraversa ora l'abitato di assemini.



Il settore costituisce un lembo del Bacino idrografico afferente lo stagno di Santa Gill acme definito nelle cartografie di seguito riportate.



Mappa – Inquadramento dell'area lagunare e fluviale sulla cartografia IGM del 1900

Nella cartografia con il taglio IGM nuovo, il sito del Progetto, ricade nelle sezioni 556 – 120 e 556 – 110 della Carta Tecnica Regionale e nella tavoletta 556 II della nuova Carta Topografica d'Italia del IGM.

L'area oggetto di pianificazione come richiamato è una superficie complessiva di circa in esame **44 ha**; per quanto attiene più specificatamente l'applicazione delle linee guida nel caso di un Piano Attuativo avente una superficie territoriale compresa superiore ai 10 Ha si attuano i criteri di valutazione riconducibili alla **classe di intervento d – Sostanziale impermeabilizzazione potenziale.**

3. ANALISI E METODOLOGIA DI VALUTAZIONE

A premessa dell'analisi, si dà riscontro del fatto che la presente valutazione è strumentale ad un atto pianificatorio preliminare e che in quanto tale necessita di ulteriori approfondimenti legati a successivi momenti progettuali. Tuttavia, compatibilmente alla necessità di una pianificazione che già alla prima stesura possa in qualche maniera recepire un approccio idraulicamente rispettoso del contesto contermini, si procede alla stesura del presente e primo documento al fine di analizzare in prima istanza le attività che dovranno essere messe in campo a fine di garantire il principio dell'invarianza idraulica.

In questa fase di elaborazione si è ipotizzato che il sistema drenante possa convergere verso un unico punto di consegna contraddistinto dalla freccia in figura al fine di preservare da ulteriori apporti la rete drenante esistente a servizio dell'edificato (contraddistinto dall'ovale giallo in figura). Il punto di confluenza del sistema drenante potrebbe successivamente confluire verso il cabanale G ad esso prossimo.

In questa fase preliminare saranno valutate tutte le condizioni possibili al fine di limitare la portata defluente dal sistema oggetto di pianificazione.

La Figura 2 consegna su base geobMP l'inquadramento relativo alle attività di pianificazione in oggetto.

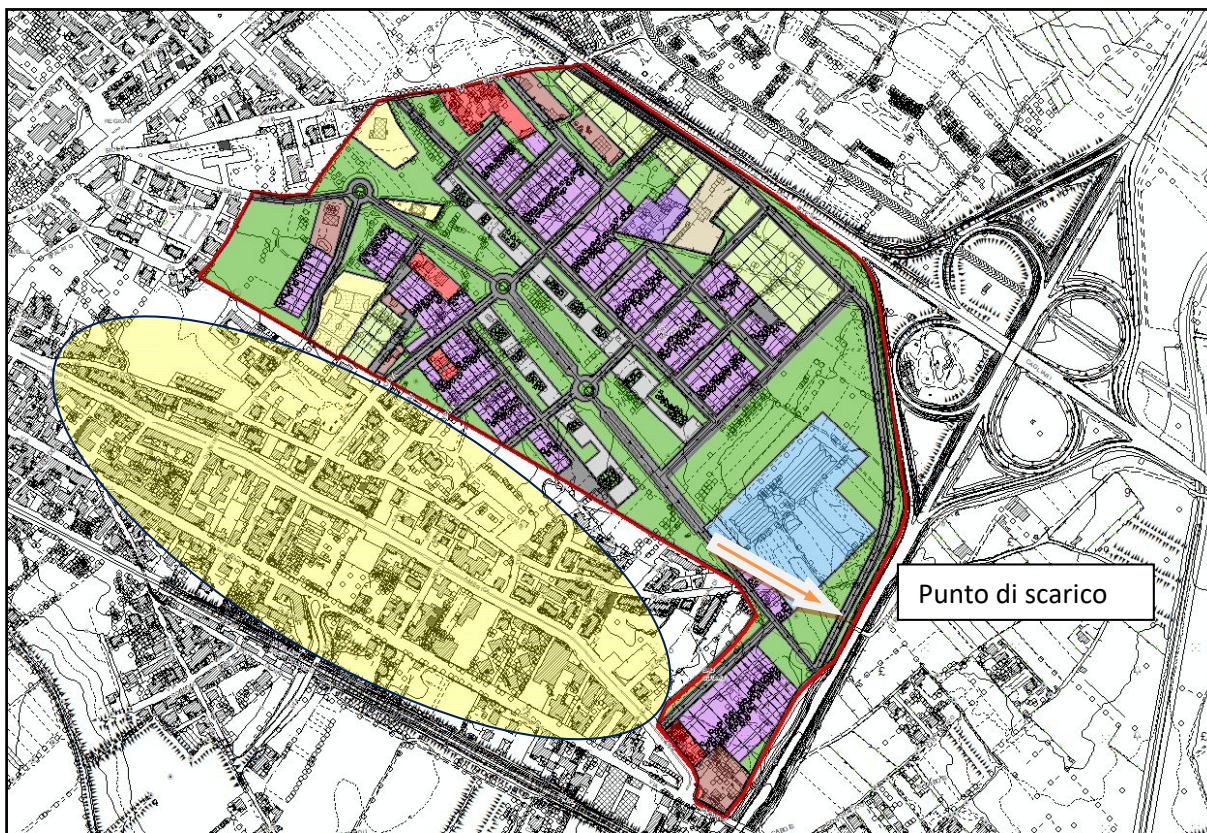


Figura 2 Stralcio cartografico dell'area di pianificazione

La condizione di invarianza sarà valutata sull'intero sistema, affidando ad una seconda fase, in funzione della rete scolante un eventuale ripartizione del volume di compenso.

Sulla base della caratterizzazione geo-pedologica dell'area in esame, la lottizzazione in oggetto può essere classificata come suolo "Tipo C" con riferimento al metodo SCS-CN (Tabella 1).

Tabella 1 Descrizione delle diverse classi in funzione dei gruppi di Tipo di di suolo (metodo SCS-CN)

Tipo di suolo	Descrizione
A deflusso superficiale potenziale basso	I suoli di questo gruppo, quando sono completamente saturi, hanno deflusso superficiale potenziale (runoff) basso, ed è alta la permeabilità. Sono caratterizzati da avere meno del 10% di argilla e oltre il 90% di sabbia e/o ghiaia e la tessitura è sabbiosa o ghiaiosa. La conducibilità idraulica (Ksat) è maggiore di 14,4 cm/h per tutta la profondità, la profondità dell'orizzonte impermeabile è maggiore di 50 cm, e la profondità della falda superficiale è superiore a 60 cm. Appartengono a questo gruppo anche le rocce con alta permeabilità per fratturazione e/o carsismo
B deflusso superficiale potenziale moderatamente basso	I suoli di questo gruppo, quando sono completamente saturi, hanno deflusso superficiale potenziale (runoff) moderatamente basso, e l'acqua attraversa il suolo senza impedimenti. Sono caratterizzati da avere tra il 10% e il 20% di argilla e tra il 50 e il 90% di sabbia e la tessitura è sabbioso-franca, franco-sabbiosa. La conducibilità idraulica (Ksat) varia tra 3,6 e 14,4 cm/h per tutta la profondità, la profondità dell'orizzonte impermeabile è maggiore di 50 cm, e la profondità della falda superficiale è superiore a 60 cm. Appartengono a questo gruppo anche le rocce con permeabilità, medio-alta e media, per fratturazione e/o carsismo
C deflusso superficiale potenziale moderatamente alto	I suoli di questo gruppo, quando sono completamente saturi, hanno deflusso superficiale potenziale (runoff) moderatamente alto, e l'acqua attraversa il suolo con qualche limitazione. Sono caratterizzati da avere tra il 20% e il 40% di argilla e meno del 50% di sabbia e la tessitura è prevalentemente franca, franco-limosa, franco-argilloso-sabbioso, franco-argillosa, e franco-argilloso-limosa. La conducibilità idraulica (Ksat) varia tra 0,36 e 3,6 cm/h per tutta la profondità, la profondità dell'orizzonte impermeabile è maggiore di 50 cm, e la profondità della falda superficiale è superiore a 60 cm. Appartengono a questo gruppo anche le rocce con bassa e medio-bassa permeabilità per fratturazione e/o carsismo
D deflusso superficiale potenziale alto	I suoli di questo gruppo, quando sono completamente saturi, hanno deflusso superficiale potenziale (runoff) alto, e l'acqua attraversa il suolo con forti limitazioni. Sono caratterizzati da avere oltre il 40% di argilla e meno del 50% di sabbia e la tessitura è argillosa, talvolta anche espandibili. La conducibilità idraulica (Ksat) è $\leq 0,36$ cm/h per tutta la profondità, la profondità dell'orizzonte impermeabile è compresa tra 50 cm e 100 cm, e la profondità della falda superficiale è entro i 60 cm. Appartengono a questo gruppo anche le rocce con permeabilità molto bassa, le rocce impermeabili e le aree non rilevate o non classificate.

Dalla mappa dell'uso del suolo della Regione Sardegna (Corine Land Cover RAS - 2008) sono state ricavate le tipologie; codifiche ed estensioni sono rappresentate nella successiva figura e tabella.

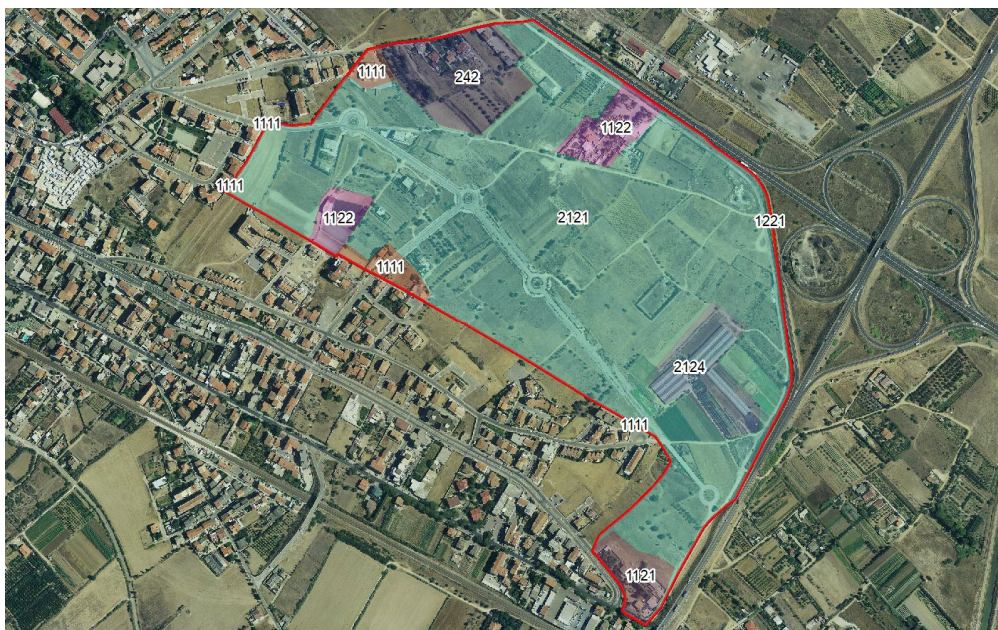


Figura 3 Estratto carta UDS nell'area di intervento

La colonna Gialla individua il valore del CN per il tiposoilo individuato, le colonne attigue definiscono le superficie per ogni tipologia di copertura del suolo e il prodotto per la determinazione del valore del CN medio mediante una media ponderata.

UDSCOD	UDSDESC	CN_ A	CN B	CN C	CN D	Area	AreaxCN
1111	TESSUTO RESIDENZIALE COMPATTO E DENSO	89	92	94	96	9 364	880216
2121	SEMINATIVI SEMPLICI E COLTURE ORTICOLE A PIENO CAMPO	66	77	85	89	355 736	30237560
1122	FABBRICATI RURALI	65	67	70	72	11 983	838810
242	SISTEMI CULTURALI E PARTICELLARI COMPLESSI	63	73	82	88	30 349	2488618
1221	RETI STRADALI E SPAZI ACCESSORI	98	98	98	98	956	93688
2124	COLTURA IN SERRA	98	98	98	98	21 750	2131500
1122	FABBRICATI RURALI	65	67	70	72	7 321	512470
1121	TESSUTO RESIDENZIALE RADO E NUCLEIFORME	74	75	78	80	10 716	835848
						448 175	38018710
							CN medio 84.83

I valori del CN sono stati ricavati dalla successiva tabella allegata alle linee guida sul metodo di calcolo dell'invarianza idraulica

Tabella 2 Valore del Curve Number in funzione dell'uso del suolo (Corine) e del tipo di suolo (Elaborazione ADIS - Linee guida art 47 NTA del PAI)

STUDIO DI CUI ALL' Art.47 NTA del PAI

STUDIO SULL'INVARIANZA

[Rev. 00 del Dic. 2019]

Codice Uso del Suolo (UDS)	UDS	A	B	C	D
AREE PORTUALI	123	98	98	98	98
AREE AEROPORTUALI ED ELIPORTI	124	92	93	94	95
AREE ESTRATTIVE	131	89	92	94	95
DISCARICHE E DEPOSITI DI ROTTAMI	132	90	92	94	95
CANTIERI	133	90	92	94	95
AREE VERDI URBANE	141	65	74	81	84
CIMITERI	143	57	77	85	89
VIGNETI	221	72	81	88	91
FRUTTETI E FRUTTI MINORI	222	67	78	85	89
OLIVETI	223	72	81	88	91
ARBORICOLTURA CON ESSENZE FORESTALI	224	67	78	85	89
PRATI STABILI	231	67	71	81	89
COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE A COLTURE PERMANENTI	241	59	74	82	86
SISTEMI CULTURALI E PARTICELLARI COMPLESSI	242	63	73	82	88
AREE PREVALENTEMENTE OCCUPATE DA COLTURA AGRARIE CON PRESENZA DI SPAZI NATURALI IMPORTANTI	243	62	71	78	81
AREE AGROFORESTALI	244	45	66	77	83
BOSCHI MISTI DI CONIFERE E LATIFOGHE	313	39	51	63	70
AREE A PASCOLO NATURALE	321	67	71	81	89
SPIAGGE DUNE E SABBIE	331	56	73	82	86
PARETI ROCCIOSE E FALESIE	332	98	98	98	98
AREE CON VEGETAZIONE RADA	333	70	75	84	90
PALUDI INTERNE	411	100	100	100	100
PALUDI SALMASTRE	421	100	100	100	100
SALINE	422	100	100	100	100
ZONE INTERTIDALI	423	98	98	98	98
LAGUNE, LAGHI E STAGNE COSTIERI	521	100	100	100	100
MARI	523	100	100	100	100
TESSUTO RESIDENZIALE COMPATTO E DENSO	1111	89	92	94	96
TESSUTO RESIDENZIALE RADO	1112	78	80	85	87
TESSUTO RESIDENZIALE RADO E NUCLEIFORME A CARATTERE RESIDENZIALE E SUBURBANO	1121	74	75	78	80
TESSUTO AGRO-RESIDENZIALE SPARSO E FABBRICATI RURALI A CARATTERE TIPICAMENTE AGRICOLO O RURALE	1122	65	67	70	72
INSEDIAMENTI INDUSTRIALI/ARTIG. E COMM. E SPAZI ANNESSI	1211	89	92	94	95
INSEDIAMENTO DI GRANDI IMPIANTI DI SERVIZI	1212	89	92	94	95
RETI STRADALI E SPAZI ACCESSORI (SVINCOLI, STAZIONI DI SERVIZIO, AREE DI PARCHEGGIO ECC.)	1221	98	98	98	98
RETI FERROVIARIE COMPRESSE LE SUPERFICI ANNESSE (STAZIONI, SMISTAMENTI, DEPOSITI ECC.)	1222	96	96	96	96
GRANDI IMPIANTI DI CONCENTRAMENTO E SMISTAMENTO MERCI (INTERPORTI E SIMILI)	1223	92	93	94	95
IMPIANTI A SERVIZIO DELLE RETI DI DISTRIBUZIONE (TELECOMUNICAZIONI/ENERGIA/IDRICHE)	1224	92	93	94	95

STUDIO DI CUI ALL' Art.47 NTA del PAI

STUDIO SULL'INVARIANZA

[Rev. 00 del Dic. 2019]

Codice Uso del Suolo (UDS)	UDS	A	B	C	D
DISCARICHE	1321	90	92	94	95
DEPOSITI DI ROTTAMI A CIELO APERTO, CIMITERI DI AUTOVEICOLI	1322	90	92	94	95
AREE RICREATIVE E SPORTIVE	1421	70	78	83	88
AREE ARCHEOLOGICHE	1422	49	69	79	84
SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE	2111	58	72	81	85
PRATI ARTIFICIALI. COLTURE FORAGGERE OVE SI PUÒ RICONOSCERE UNA SORTA DI AVVICENDAMENTO CON I SEMINATIVI E UNA CERTA PRODUTTIVITÀ, SONO SEMPRE POTENZIALMENTE RICONVERTITI A SEMINATIVO, POSSONO ESSERE RICONOSCIBILI MURETTI O MANUFATTI	2112	67	71	81	89
SEMINATIVI SEMPLICI E COLTURE ORTICOLE A PIENO CAMPO	2121	66	77	85	89
RISAIE	2122	98	98	98	98
VIVAI	2123	66	77	85	89
COLTURA IN SERRA	2124	98	98	98	98
COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE ALL'OLIVO	2411	59	74	82	86
COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE AL VIGNETO	2412	59	74	82	86
COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE AD ALTRE COLTURE PERMANENTI (PASCOLI E SEMINATIVI ARBORATI CON COPERTURA DELLA SUGHERA DAL 5 AL 25%)	2413	59	74	82	86
BOSCO DI LATIFOGIE	3111	39	51	63	70
ARBORICOLTURA CON ESSENZE FORESTALI (LATIFOGIE)	3112	39	51	63	70
BOSCHI DI CONIFERE	3121	39	51	63	70
CONIFERE A RAPIDO ACCRESCIMENTO	3122	39	51	63	70
FORMAZIONI VEGETALI BASSE E CHIUSE, STABILI, COMPOSTE PRINCIPALMENTE DI CESPUGLI, ARBUSTI E PIANTE ERBACEE (ERICHE, ROVI, GINESTRE, GINEPRI NANI ECC.)	3221	51	58	73	80
FORMAZIONI DI RIPA NON ARBOREE	3222	51	58	73	80
MACCHIA MEDITERRANEA	3231	51	58	73	80
GARIGA	3232	51	58	73	80
AREE A RICOLONIZZAZIONE NATURALE	3241	45	55	68	75
AREE A RICOLONIZZAZIONE ARTIFICIALE	3242	45	55	68	75
SPIAGGE DI AMPIEZZA SUPERIORE A 25M	3311	56	73	82	86
AREE DUNALI NON COPERTE DA VEGETAZIONE DI AMPIEZZA SUPERIORE A 25M	3312	56	73	82	86
AREE DUNALI CON COPERTURA VEGETALE CON AMPIEZZA SUPERIORE A 25 M	3313	56	73	82	86
LETTI ASCIUTTI DI TORRENTI DI AMPIEZZA SUPERIORE A 25M	3315	56	73	82	86
FIUMI, TORRENTI E FOSSI	5111	100	100	100	100
CANALI E IDROVIE	5112	100	100	100	100
BACINI NATURALI	5121	100	100	100	100
BACINI ARTIFICIALI	5122	100	100	100	100
LAGUNE, LAGHI E STAGNE COSTIERI A PRODUZIONE ITTICA NATURALE	5211	100	100	100	100

STUDIO DI CUI ALL' Art.47 NTA del PAI
STUDIO SULL'INVARIANZA

[Rev. 00 del Dic. 2019]

Codice Uso del Suolo (UDS)	UDS	A	B	C	D
ACQUACOLTURE IN LAGUNE, LAGHI E STAGNI COSTIERI	5212	100	100	100	100
ESTUARI E DELTA	5213	100	100	100	100
AREE MARINE A PRODUZ. ITTICA NATURALE	5231	100	100	100	100
ACQUACOLTURE IN MARE LIBERO	5232	100	100	100	100
PIOPPETI, SALICETI, EUCALITTETI ECC. ANCHE IN FORMAZIONI MISTE	31121	39	51	63	70
SUGHERETE	31122	39	51	63	70
CASTAGNETI DA FRUTTO	31123	39	51	63	70
ALTRO	31124	39	51	63	70

La classificazione dell'uso del suolo Corine Land Cover RAS – 2008 costituisce un preliminare riferimento, successivamente stato effettuato un'ulteriore analisi sulla base delle indicazioni emerse da sopralluoghi in situ e dalle immagini satellitari dell'area.

Sulla base delle reali caratteristiche della copertura dell'area e mediante l'impiego dell'abaco allegato alla delibera che richiama i valori del CN per specifici materiali è stata effettuata un'ulteriore e più dettagliata valutazione del CN.

Condizione ante intervento

L'intera area oggetto di attività pianificatoria interessa un'area ricompresa tra la SS 130e la SP2 e l'abitato di Assemini, per complessivi 0.4 Km²; è un'area oramai sottratta all'agricoltura, fortemente incolta con presenza al suo interno di infrastrutture stradali, e alcune attività artigianali. La Figura 4 consegna una veduta aerea dell'area in esame.



Figura 4 veduta del settore in esame.

Di seguito si consegnano le valutazioni propedeutiche alla determinazione della impermeabilità dei siti nella configurazione attuale , di seguito si riportano i valori che si andranno a determinare a seguito degli interventi.

La successiva immagine consegna su base ortofoto l'identificazione delle superfici principali scolanti, e in trasparenza a stessa immagine consegna le tipologie di suolo identificate, generalmente aree incolte, qualche struttura artigianale e d elementi viari sia bitumati che sterrati.



Legend

Limite_Comparto

CN_Ante_WGS84

Descrizione

Pavimentazioni in asfalto drenante

Pavimentazioni in macadam, strade, cortili, piazzali

Superfici di manufatti diversi in cls o altri materiali impermeabili o ...

Aree verdi e incolte

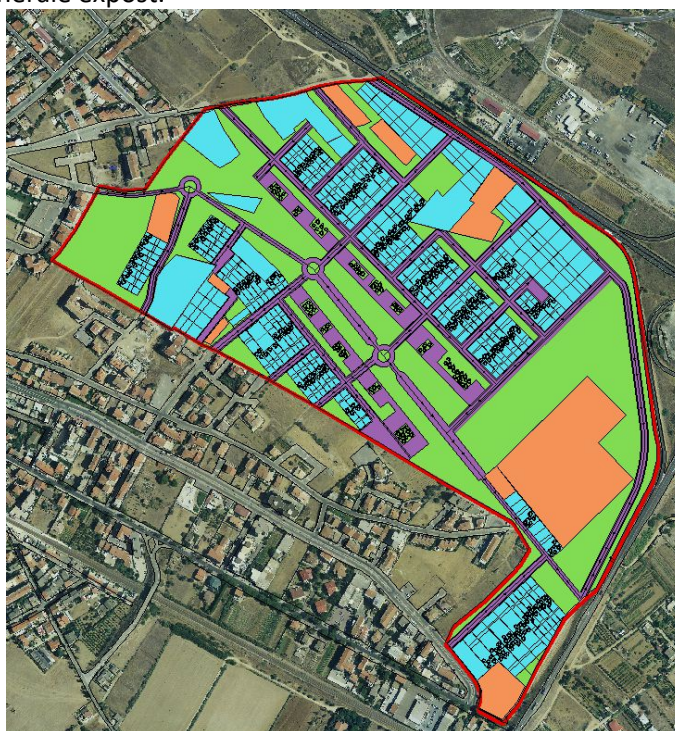
Figura 5 Situazione Ante Operam

Per quanto concerne le specifiche relative alle tipologie delle coperture individuate; in alcuni casi, mancando una fase progettuale definita sono state svolte delle considerazioni sulla base di un ipotetico valore medio di CN per ogni intervento tipologico.

Di seguito si consegna la determinazione analitica del valore del CN medio sulla base dei valori acquisiti sull'abaco del CN scaricabile dal sito della Regione Sardegna e sulla base di valori medi .

ANTE INTERVENTO					
codice	Descrizione	Area	CN	Area	AreaxCN
S3	Incolto, sterrato, superfici naturali degradate	371 005	80	365081.9	29 206 554
P10	Pavimentazioni in asfalto	15 299	95	15300.58	1 453 555
S9	Superfici di manufatti diversi in cls o altri materiali impermeabili o impermeabilizzati esposti alla pioggia e non attribuibili alle	39 862	95	39861.92	3 786 882
P2	Pavimentazioni in macadam, strade, cortili, piazzali	16 485	85	16484.97	1 401 223
				436729.4	35 848 214
CN medio 82.08					

L'ipotesi progettuale individua nell'area comparti a destinazione residenziali, zone di espansione, zone G e zone F, l'ipotesi di ripartizione tra componenti a varia tipologia di impermeabilità determina il seguente quadro generale expost.



Legend	
 	Limite_Comparto
CN_Post WGS84	
descrizione	
	Pavimentazioni in asfalto drenante
	Superfici a verde su suolo profondo, prati, orti, superfici boscate ed agricole
	Zona D 80% costruito 20% verde
	Zone edificate Aree Verdi 60% costruito 40%

STUDIO DI CUI ALL' Art.47 NTA del PAI
STUDIO SULL'INVARIANZA

[Rev. 00 del Dic. 2019]

Si consegna, analogamente a quanto visto nella condizione ante operam il seguente quadro analitico con il valore medio ponderato del parametro CNII nella configurazione post Intervento

POST INTERVENTO				
Tipologia	Descrizione	CN	Area	
Aree edificabili	Zone edificateAreeVerdi 60% costruito 40%	88.2	83 117	7330901.6
Viabilita	Pavimentazioni in asfalto drenante	93	89 365	8310933.7
Aree verdi	Superici a verde su suolo profondo, prati, orti, superfici boscate ed agricole	78	165 156	12882178
Zona D	Zona D 80% costruito 20% verde	88.6	49 955	4426021.2
ZonaC	Zone edificateAreeVerdi 60% costruito 40%	88.2	55 506	4895612.4
			443 099	37845647
CN medio 85.41				

Di seguito si riporta una tabella di sintesi relativa i valori riscontrati sulle aree drenanti.

CN II medio Ante intervento	CN II medio Post intervento
82.08	85.41

4. 1.3 STIMA DELL'IDROGRAMMA DI PIENA

Per la stima della portata e dell'idrogramma di piena è stato considerato uno ietogramma Chicago avente una durata di 30 minuti con posizione del picco $r = 0.4$.

Nel caso delle aree di pianificazione appartenenti alla classe di intervento d) devono essere considerati i due differenti tempi di ritorno (Tr) 20 e 50 anni che verranno utilizzati rispettivamente per il dimensionamento della rete di drenaggio interno alla lottizzazione e per il dimensionamento della vasca di accumulo e della portata massima scaricabile nel recettore finale.

Sulla base delle Curve di possibilità pluviometrica regionalizzate per la Regione Sardegna (Deidda et al. 2000), è stata calcolata l'altezza di precipitazione h corrispondente alla durata τ ed ai due diversi Tempi di ritorno.

Di seguito si riportano i dati relativi alle aree oggetto di piano attuativo.

Tr	50 anni – 20anni
Hg	50
Sottozona	2
Durata ietogramma [min]	30 minuti
Arf	1
Superficie lotto	443000 m ²

Gli ietogrammi relativi alle precipitazioni di durata prefissata per i due tempi di ritorno

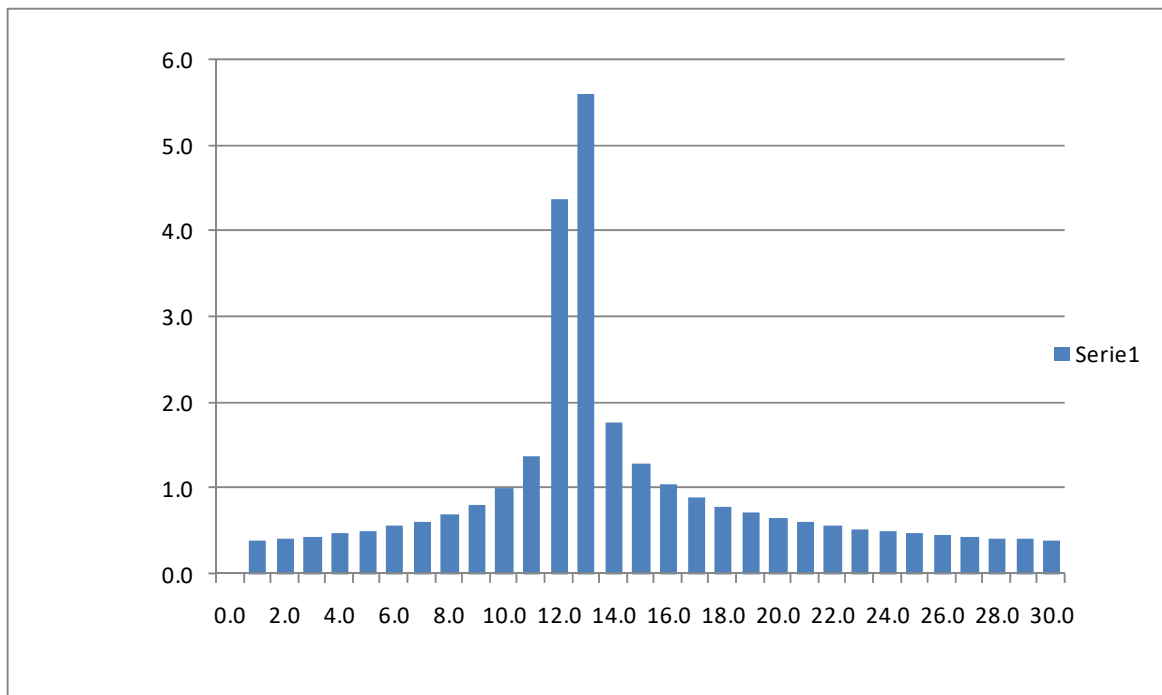


Figura 6 Ietogramma discreto Tr 20 anni

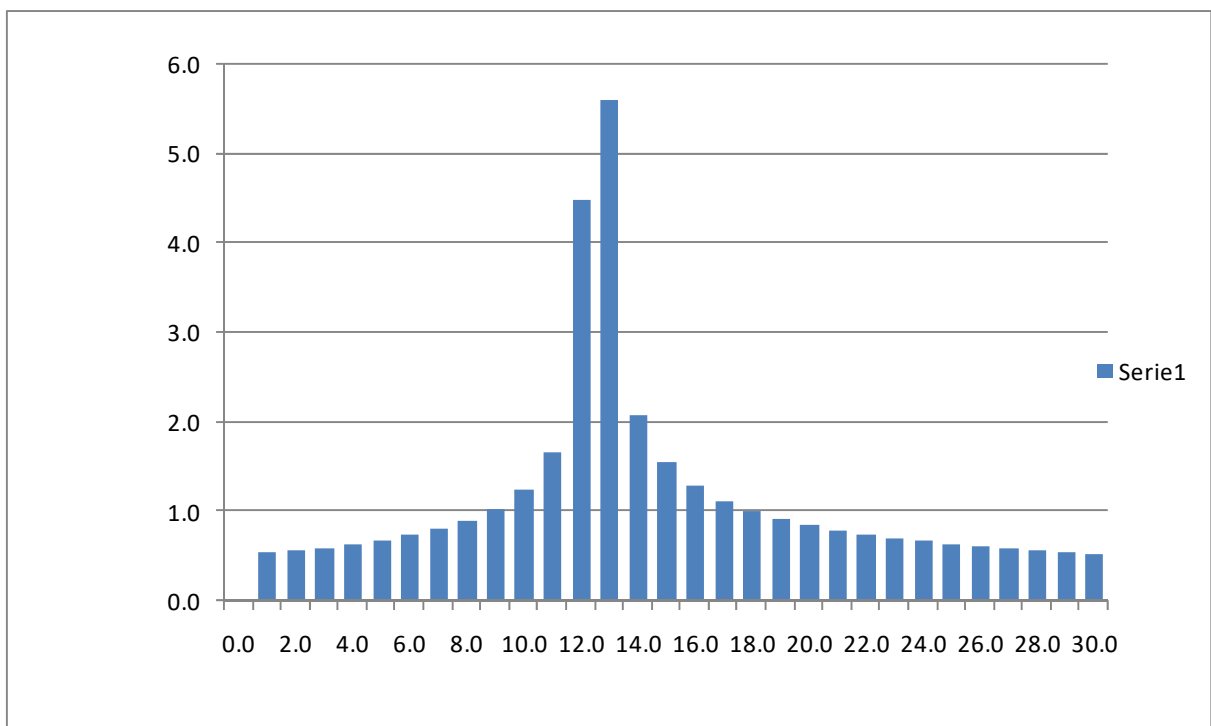


Figura 7 Ietogramma discreto Tr 50 anni

Con riferimento al metodo CN-SCS, di seguito si riporta una tabella riassuntiva dei parametri considerati per il calcolo della portata e dell'idrogramma di progetto nella situazione attuale e nella situazione post intervento:

Ante intervento			Post intervento		
CN II medio	CN III medio	la	CN II medio	CN III medio	la
82.08	91.5	4.72	85.41	93.50	3.53

Per la generazione dell'idrogramma di piena si è utilizzato l'approccio modellistico e il software Hydrologic Modeling System (HEC-HMS) della U.S. Army Corps of Engineers. Gli idrogrammi di piena ottenuti sono riportati di seguito; in figura sono rappresentate in verde e azzurro le direzione di smaltimento dei deflussi

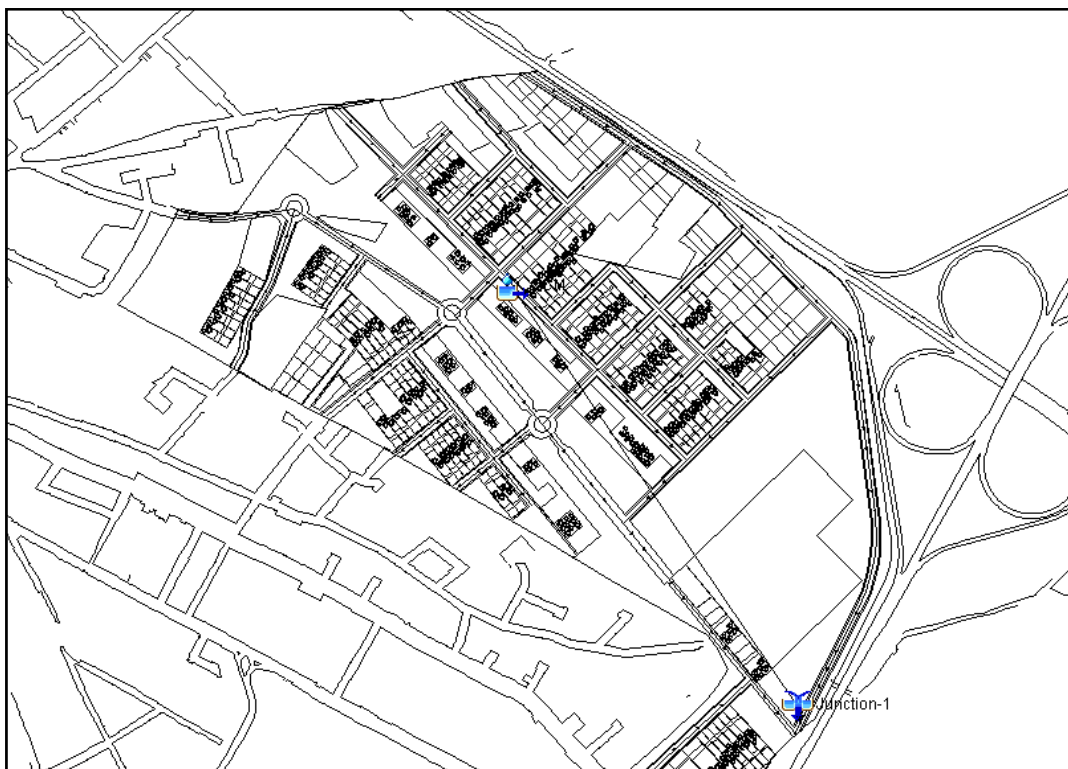


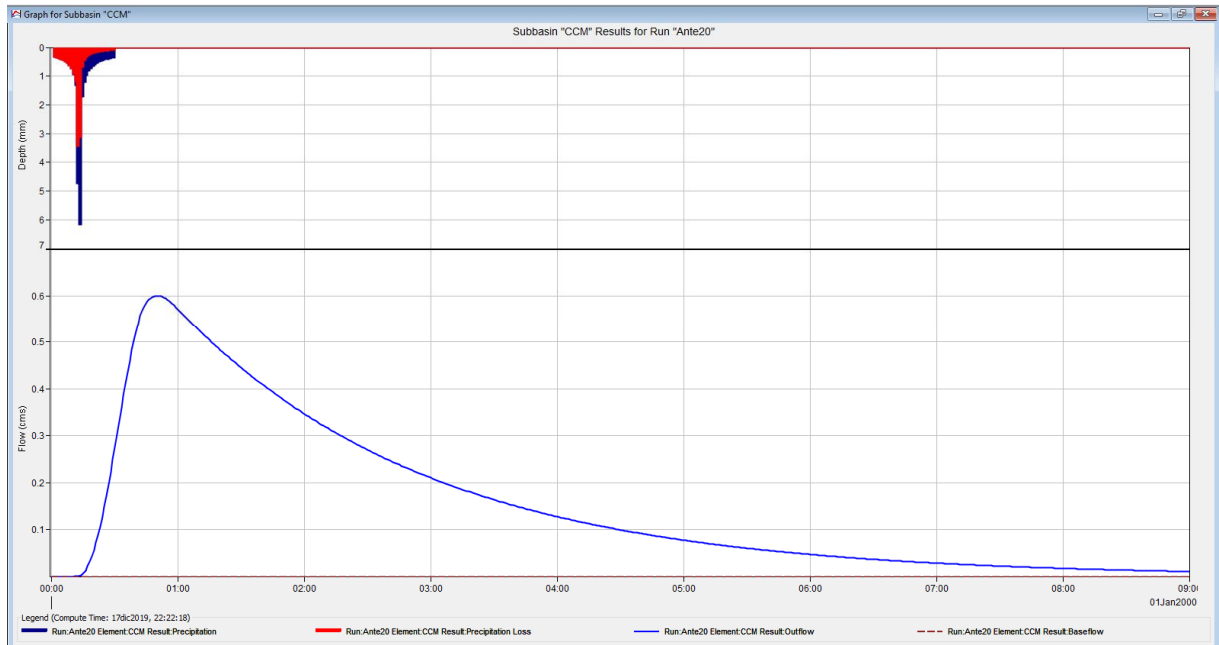
Figura 8 Schema planimetrico modello HecHms

STUDIO DI CUI ALL' Art.47 NTA del PAI
STUDIO SULL'INVARIANZA

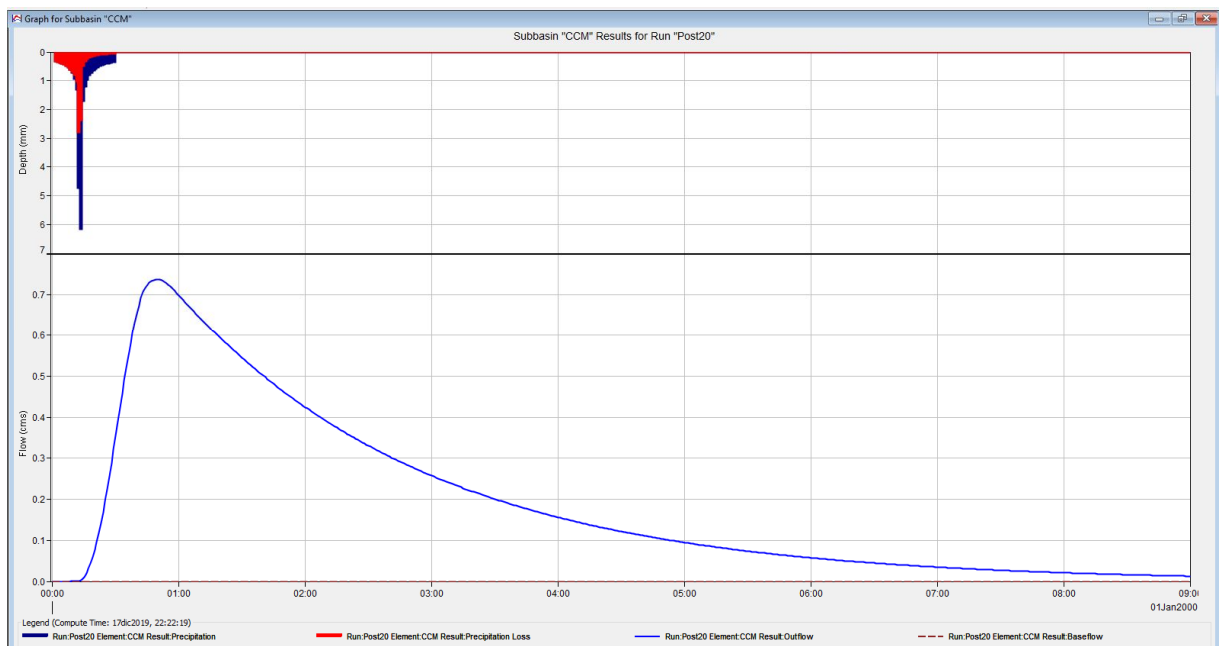
[Rev. 00 del Dic. 2019]

VALUTAZIONE VERSO DI SINTESI DEFLUSSI

TR= 20 ANNI - Ante operam



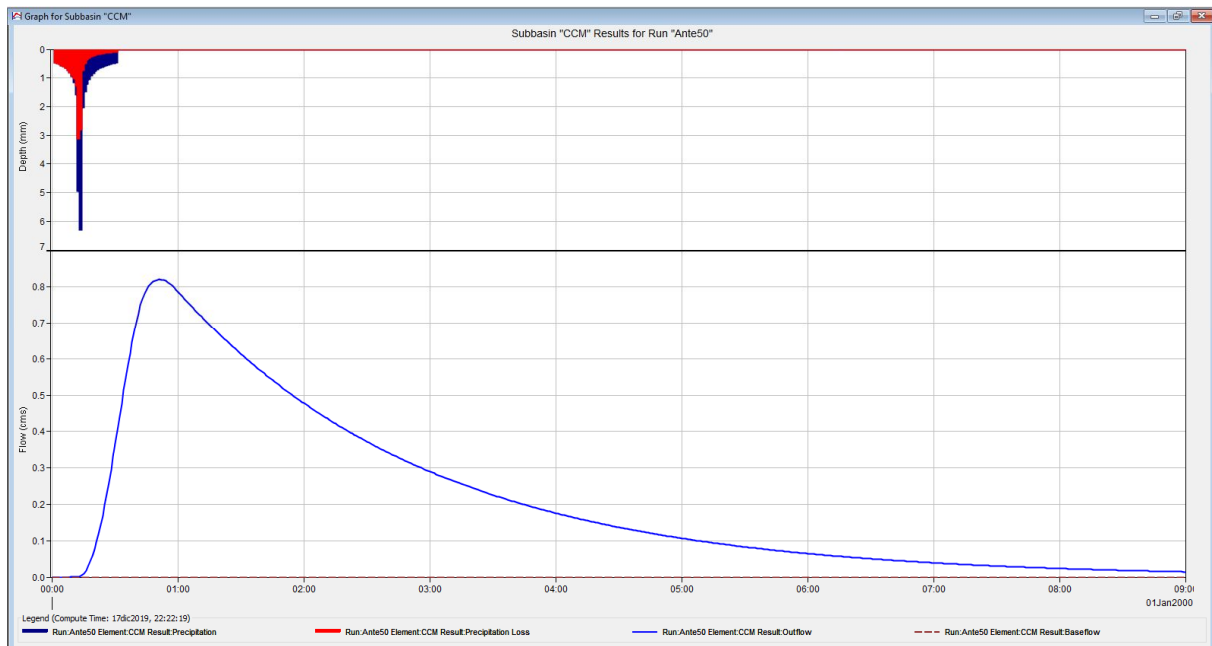
TR= 20 ANNI - Post operam



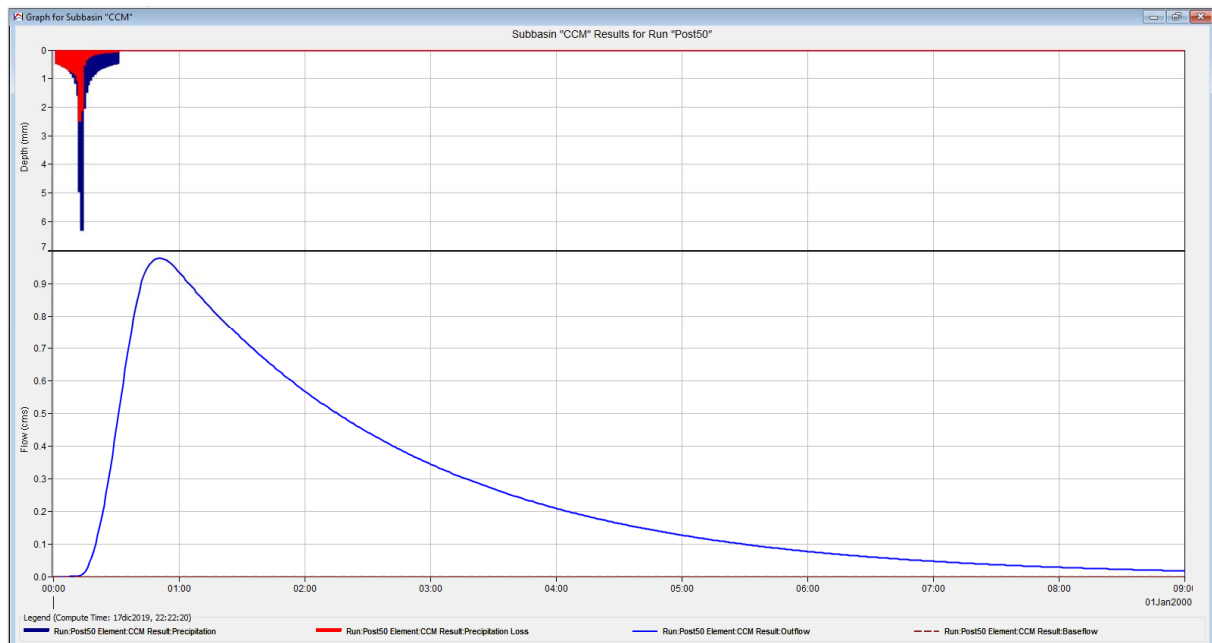
STUDIO DI CUI ALL' Art.47 NTA del PAI
STUDIO SULL'INVARIANZA

[Rev. 00 del Dic. 2019]

TR= 50 ANNI - Ante operam



TR= 50 ANNI - Post operam

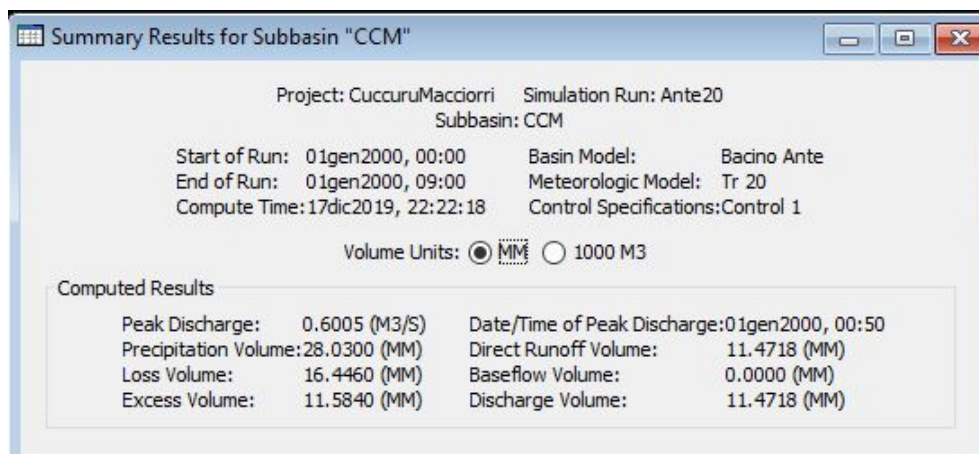


STUDIO DI CUI ALL' Art.47 NTA del PAI
STUDIO SULL'INVARIANZA

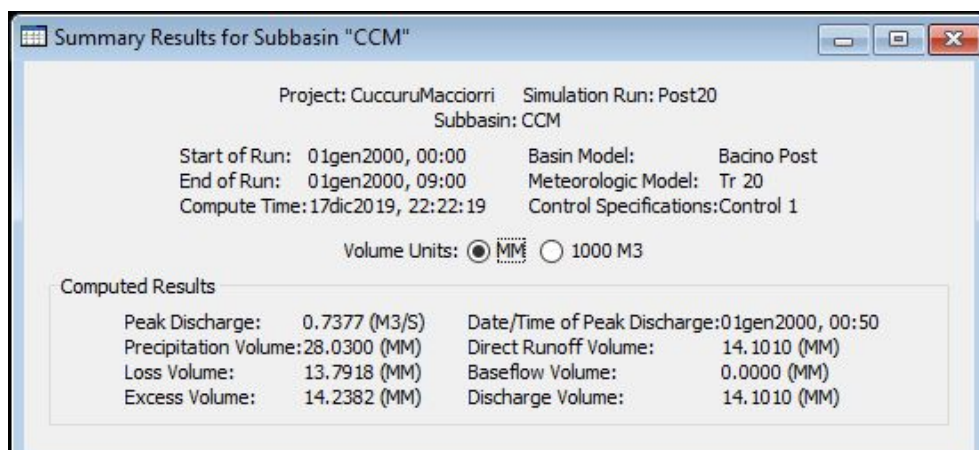
[Rev. 00 del Dic. 2019]

Indicazioni analitiche

Ante Operam - TR= 20 ANNI



Post Operam - TR= 20 ANNI

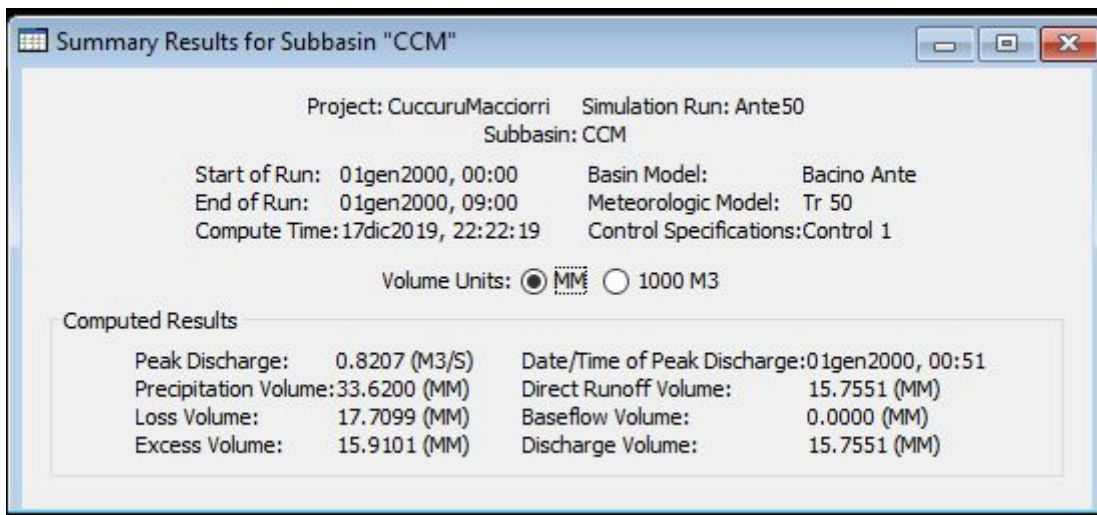


STUDIO DI CUI ALL' Art.47 NTA del PAI
STUDIO SULL'INVARIANZA

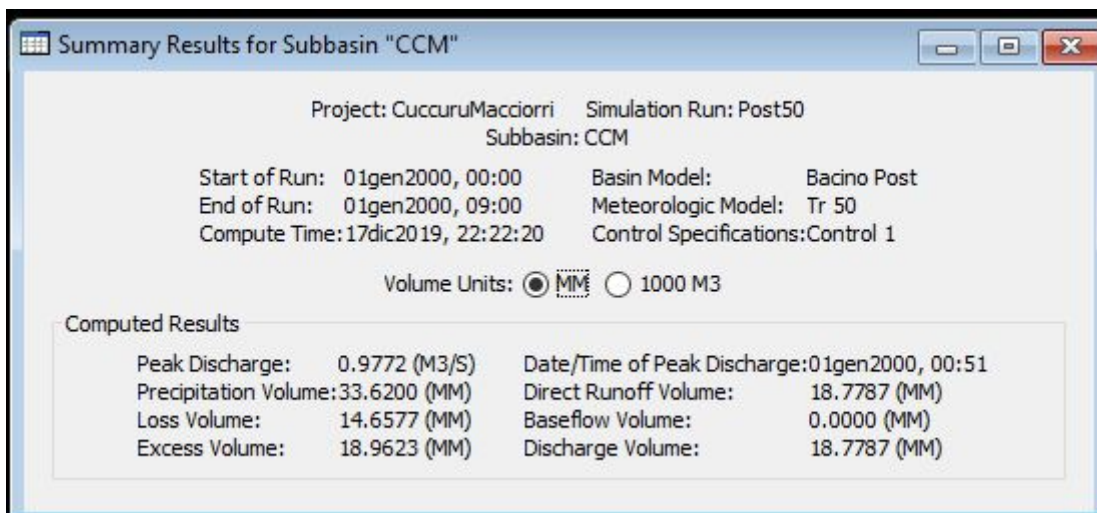
[Rev. 00 del Dic. 2019]

Indicazioni analitiche

Ante Operam - TR= 50 ANNI



Post Operam - TR= 50 ANNI



Di seguito si consegna il quadro sintetico relativo ai valori di portata individuati

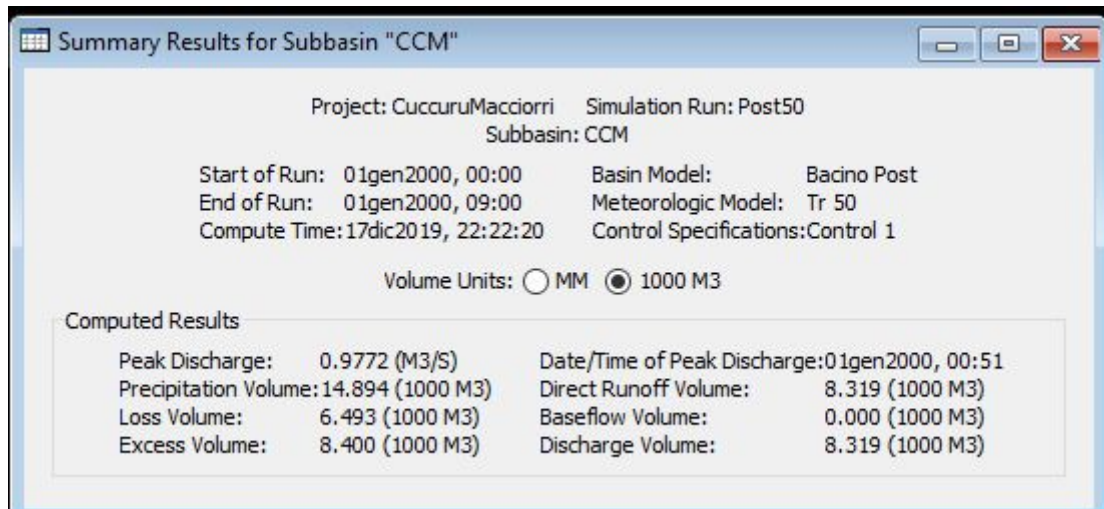
PORTATE DI PICCO [m ³ /S]			
		Tr 20 anni	Tr 50 anni
Area di intervento	Stato attuale	0.60	0.82
	Stato di progetto	0.74 (*)	0.98
Differenza	m ³ /s	0.14	0.16
Differenza	l/s	140	160
(*) portata di progetto del sistema fognario			

Le indicazioni relative ai valori dei volumi sono consegnate nelle successive tabelle:

Ante Operam TR= 50 ANNI

Summary Results for Subbasin "CCM"			
Project: CuccuruMacciorri		Simulation Run: Ante50	
		Subbasin: CCM	
Start of Run:	01gen2000, 00:00	Basin Model:	Bacino Ante
End of Run:	01gen2000, 09:00	Meteorologic Model:	Tr 50
Compute Time:	17dic2019, 22:22:19	Control Specifications:	Control 1
Volume Units: ☐ MM ☒ 1000 M3			
Computed Results			
Peak Discharge:	0.8207 (M3/S)	Date/Time of Peak Discharge:	01gen2000, 00:51
Precipitation Volume:	14.894 (1000 M3)	Direct Runoff Volume:	6.980 (1000 M3)
Loss Volume:	7.845 (1000 M3)	Baseflow Volume:	0.000 (1000 M3)
Excess Volume:	7.048 (1000 M3)	Discharge Volume:	6.980 (1000 M3)

Post Operam TR= 50 ANNI



La differenza del volume netto di deflusso e di 8000 m³ circa

Una volta valutate le portate ed i volumi di progetto è necessario verificare che il recettore finale sia in grado di smaltire questi nuovi contributi generati dalla nuova area in trasformazione. Le norme classificano gli elementi recettori sulla base di 3 differenti categorie: Alta, Media e Bassa capacità di smaltimento di ulteriori portate.

A seconda della categoria di appartenenza possono essere applicati dei coefficienti correttivi alla portata massima defluente dall'intera area in trasformazione nella situazione attuale (valori Qa CN-IIIa; Tr 50) sulla base della Tabella seguente.

Capacità di smaltimento del recettore	Parametro correttivo k
Alta	1
Media	0.8
Bassa	0.5

da cui

$$Qa_{corr} = Qa * k$$

Si assume il valore correttivo unitario

5. DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE IDRAULICHE

Di seguito si consegna un'indicazione dei volumi necessari per compensare l'incremento di impermeabilità legata alla trasformazione delle superfici a seguito della trasformazione urbanistica.

Le valutazioni sono state effettuate nell'ipotesi di un evento meteorico con tempo di ritorno di 20 anni così come previsto dalle norme di attuazione del PAI.

Il livello di progettazione non consente un'esatta valutazione del sistema di mitigazione e compenso degli incrementi di portata.

Con la presente valutazione si vuole dare una prima valutazione atta ad indicare in prima analisi le grandezze che caratterizzano idraulicamente.

Lo schema generale può come consueto descriversi come indicato nello schema seguente.

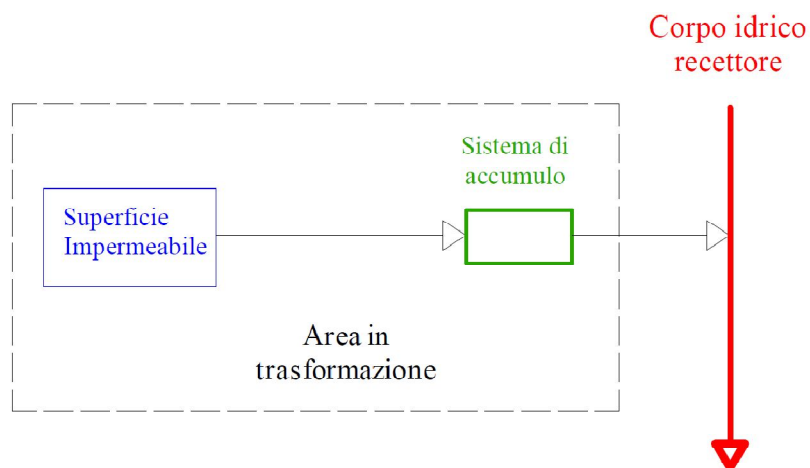


Figura 9 Schema del sistema di raccolta con la presenza di sistema di accumulo

Il metodo di analisi per la valutazione delle dimensioni della vasca adottato è il metodo di Runge Kutta del terzo ordine; esso consiste nel suddividere ogni intervallo di tempo in tre incrementi e

calcolare valori successivi di altezza della superficie dell'acqua e di portata effluente per ogni incremento.

L'incremento di volume ΔV dovuto ad un incremento di altezza Δh può essere espresso dalla seguente formula

$$\Delta V = A(h) \cdot \Delta h$$

dove $A(h)$ è la superficie dell'acqua corrispondente all'altezza h .

E' possibile esprimere la relazione che lega la superficie dell'acqua all'altezza h tramite la seguente relazione:

$$A = ah^3 + bh^2 + ch + d$$

in cui i parametri a , b , c e d sono caratteristici dell'invaso considerato.

Nel caso specifico si prevede di realizzare una vasche con sezione rettangolare di dimensioni $L \times B$, la relazione che lega la variazione del volume di invaso V al livello h è rappresentata da una retta che si mantiene a pendenza costante.

Per la vasca a pianta rettangolare i parametri a , b e c sono uguali a zero mentre $d = L \times B$.

Nella Figura 10 e nella Figura 11 sono riportate la planimetria e le sezioni della vasca di laminazione che si andrà a dimensionare.

Si osserva che gli organi di scarico sono costituiti da uno scarico di fondo di forma rettangolare di dimensioni $a \times b$ e da uno sfioratore di superficie avente larghezza L_s ed altezza H_s

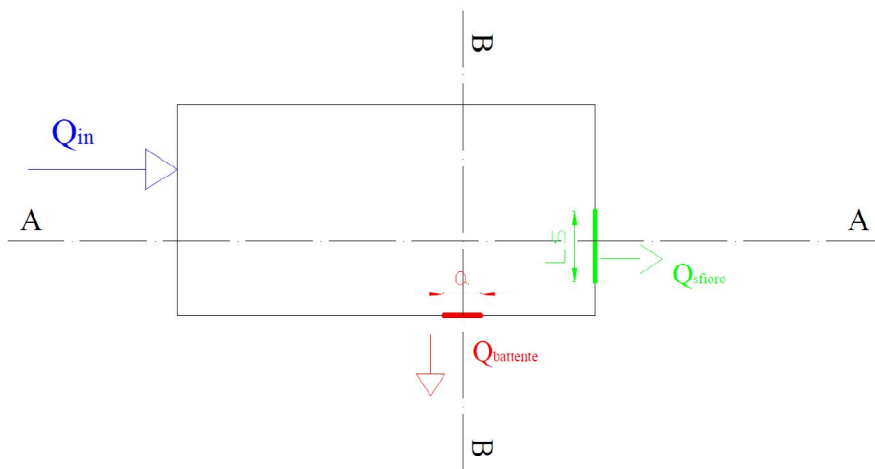


Figura 10 Schema planimetrico del sistema di accumulo

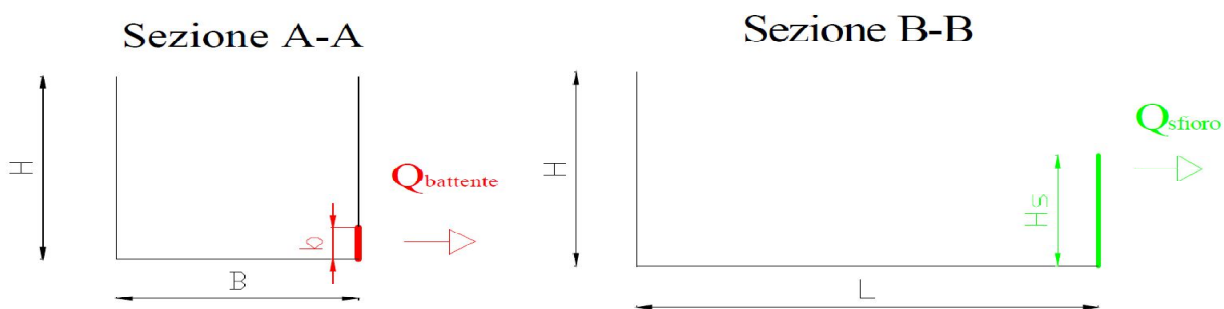


Figura 11 Sezione del sistema di accumulo

Come si rileva dalle tabelle seguenti le dimensioni assunte per la vasca di laminazione sono le seguenti

Dimensioni di base BxL 50 m x 20 m Hvasca liv. idrico 2 m

In fase esecutiva andranno valutate eventuali ripartizioni dei volumi su più vasche e mediante sistemi di accumulo cilindrici.

Di seguito vengono dati gli schemi grafici che riportano gli andamenti delle portate e dei volumi laminati.

FUNZIONAMENTO IDRAULICO OPERA DI LAMINAZIONE

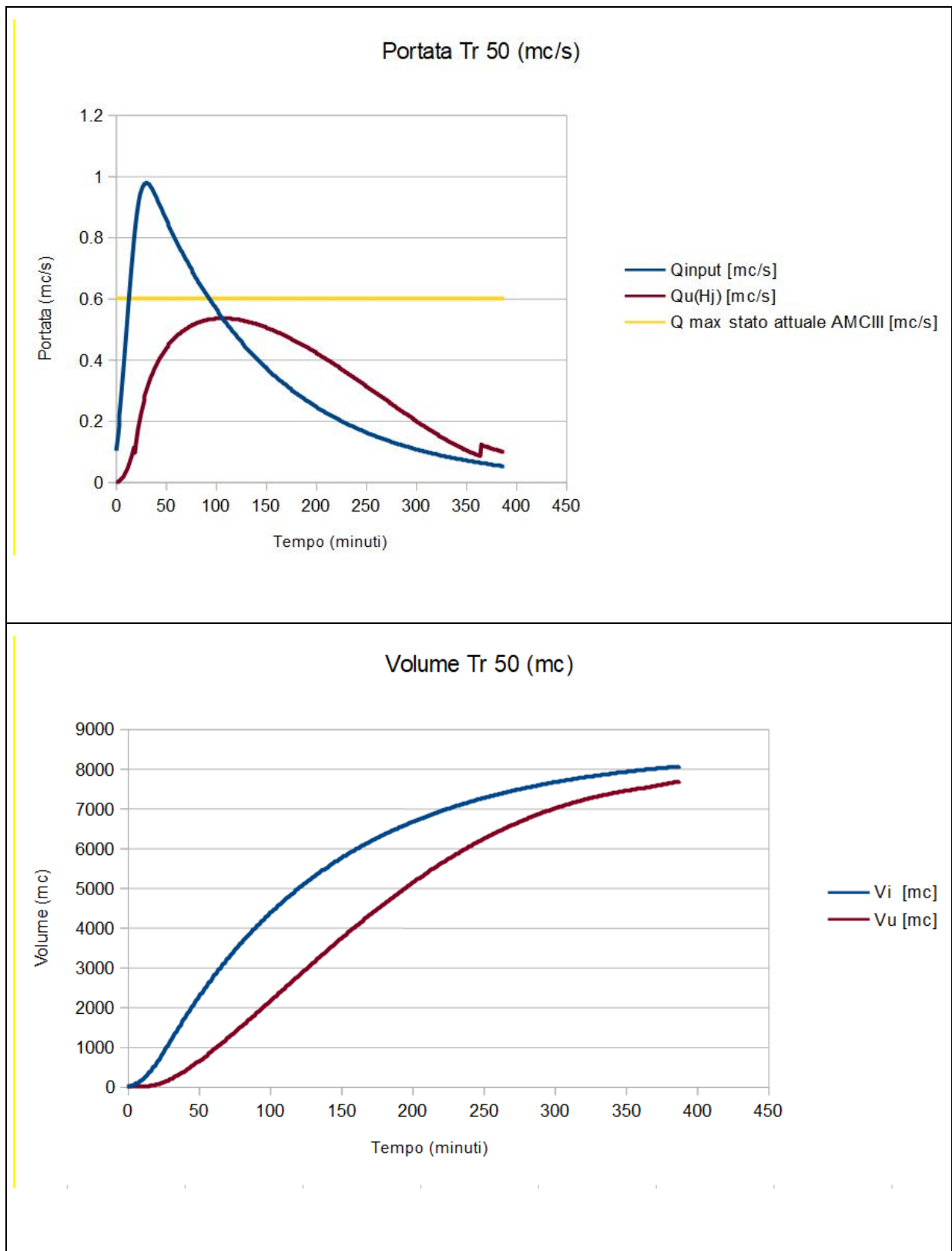


Figura 12 Linea di deflusso - Idrogrammi e curve d'invaso

STUDIO DI CUI ALL' Art.47 NTA del PAI
STUDIO SULL'INVARIANZA

[Rev. 00 del Dic. 2019]

Q max stato attuale AMCIII [mc/s]	0.6
DT(sec)	60
Geometria battente	
μ battente	0.5
Cc	0.9
larghezza luce a	0.4
altezza luce b	0.45
area luce effettiva	0.18
raggio idr.	0.138461538
Geometria sfiori	
Hs soglia sfioro	3.5
Larghezza Ls (m)	1.5
μ stramazzo	0.4
Vasca	
pendenza fondo vasca	0.001
c (Strickler)	80
L1	20
B1	50
Parametri Curva A(h)	
a	0
b	0
c	0
d	1000

6. CONSIDERAZIONI DI SINTESI E CONCLUSIONI

Da quanto emerge nella valutazioni su esposte , allo stato attuale, in occasione di eventi meteorici con tempo di ritorno di 50 anni l'area è in grado di drenare verso l'esterno una portata di 600 l/s; in realtà le lievi alterazioni altimetriche del terreno determinano linee di ruscellamento superficiali secondo tre direttrici principali evidenziate nelle eccessive figure.

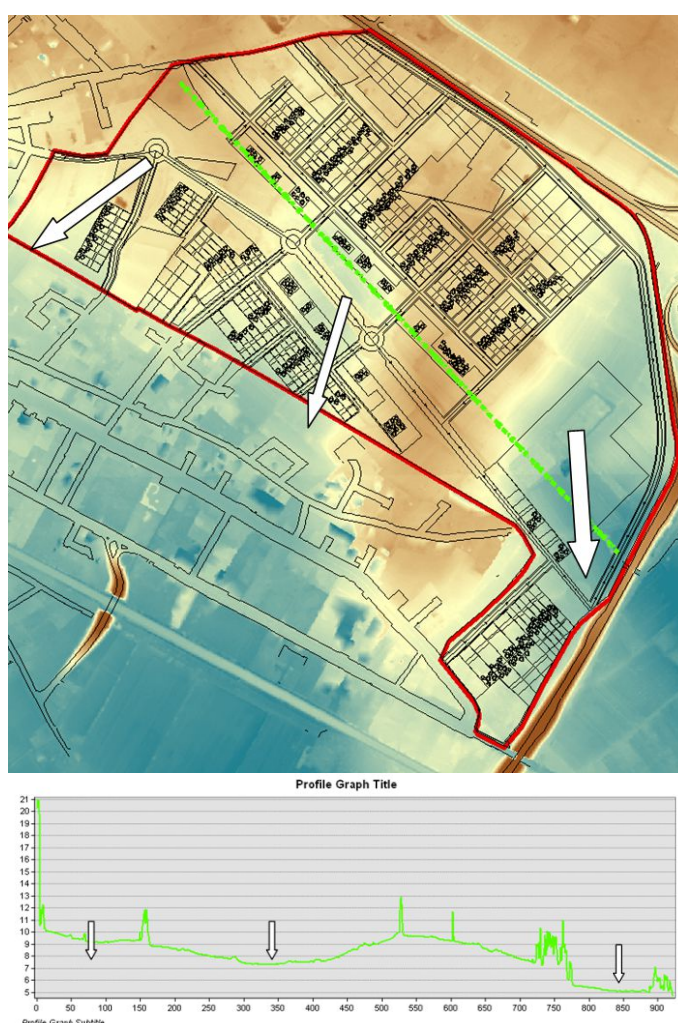


Figura 13 Orografia e sezione con direzioni di ruscellamento preferenziali

L'intervento oggetto di pianificazione interessa un'area di una vastità tale da poter con l'infrastrutturazione alterare le linee di deflusso attuale convogliandole, come individuato nel

presente documento verso un unico recapito; questa condizione potrebbe anche garantire una migliore efficienza del sistema di drenaggio urbano esistente.

Viceversa la rete drenante potrebbe ancora confermare sostanzialmente la situazione attuale andando quindi a colettare nelle viabilità prossime alle frecce bianche in figura le direttrici principali della rete pluviale.

Analoghe considerazioni potrebbero essere svolte per quanto attiene il sistema di compensazione delle portate; il volume totale che l'analisi ha fatto emergere stima in nella portate. Nel documento consegnata si è in maniera asettica operata una determinazione dei volumi necessari ipotizzando che il sistema di compensazione sia garantito da una vasca in cls con volume complessivo di 2200 mc.

L'entità del volume di compenso può essere ragionevolmente ridotto a seguito di una serie di attività e iniziative che caratterizzano sia le tipologie edilizie (tetti verdi, superfici drenanti nei parcheggi pertinenziali, vasche di micro laminazione ecc), sia le caratteristiche delle aree verdi (realizzate con depressioni anche se minime o comunque al dis sotto del piano stradale eventualmente con compito di filtrazione delle acque di piastra, volumi di accumulo con materiali drenanti), e sia sulle caratteristiche del sistema fognario, anche incrementando i diametri al fine di favorire una laminazione in condotta.

Una ripartizione del sistema di laminazione consente inoltre di implementare il sistema con il progressivo completamento del progetto di pianificazione con la realizzazione di opere idrauliche che progressivamente vadano a compensare l'attività di trasformazione urbanistica.

Giovà inoltre evidenziare che ulteriori informazioni consentirebbero di applicare a pieno le analisi che specificatamente le norme indicano relativamente a classi di trasformazione di tipo D, in particolare nel caso siano presenti situazioni di particolare criticità nella capacità di deflusso del recettore, si possono imporre ulteriori limitazioni nelle portate scaricate prevedendo processi di laminazione che consentano di trasferire nel tempo la consegna dei deflussi.