Il metodo Numero di Curva (CN), sviluppato dal Soil Conservation Service (SCS) del Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti[1], viene considerato come uno dei più importanti modelli non deterministici utilizzabile per la stima dei deflussi superficiali tanto da essere inserito in modelli di tipo distribuito di previsione dei deflussi (Borselli et.al, 1989).

Il metodo del Numero di Curva permette di determinare il deflusso diretto o pioggia efficace (Pe) cioè la frazione della pioggia totale (P) che direttamente e in maniera preponderante contribuisce alla formazione dell'evento di piena.

Per il calcolo della pioggia efficace, il metodo SCS propone la seguente equazione:

$$P_e = \frac{P_n^2}{P_n + S} \qquad P_n = P - IA \qquad IA = k_{ia} \cdot S$$

dove:

P = pioggia totale (mm)

P_e = pioggia efficace o deflusso diretto (mm),

P_n = la pioggia netta (mm),

S = capacità idrica massima del suolo o volume specifico di saturazione (mm),

IA = perdite iniziali (mm),

k_{ia} = coefficiente di perdite iniziali.

Le perdite iniziali (IA) sono costituite da alcuni processi quali l'intercettazione della pioggia da parte delle chiome della vegetazione, dall'accumulo nelle locali depressioni del terreno e dall'imbibizione iniziale del terreno. Dai dati sperimentali tale parametro risulta correlato al volume specifico di saturazione o capacità idrica massima del suolo (S). La procedura proposta dal SCS, per l'ambiente agrario degli Stati Uniti, stima le perdite iniziali uguali ad un quinto del volume specifico di saturazione del terreno (S). Per la realtà italiana, si adotta un valore delle perdite iniziali pari alla decima parte della capacità idrica massima del suolo (S).

[1] SOIL CONSERVATION SERVICE, (1972) *National Engineering Handbook*, section 4, Hydrology, U.S. Department of Agriculture, Washington D.C., U.S.A.

La diretta conseguenza di tale correlazione è che il metodo si basa su un solo parametro che descrive il complesso fenomeno dell'assorbimento. Il volume specifico di saturazione dipende dalla natura litologica e pedologica del terreno e dall'uso del suolo.

Si può schematizzare che la predisposizione dei suoli a contribuire alla formazione del deflusso dipende essenzialmente da tre fattori:

- caratteri di permeabilità dei terreni superficiali e del substrato immediatamente sottostante;
- copertura vegetale e uso del suolo;
- stato di imbibimento del terreno al momento dell'evento meteorico considerato.

L'equazione proposta dal S.C.S è rappresentabile sul piano P-Pe, con un numero infinito di curve comprese tra la bisettrice dove S è uguale a zero, e l'asse delle ascisse dove S assume il teorico valore infinito. È facilmente intuibile la difficoltà nell'assegnare ad S un valore che sia il più possibile rappresentativo alla realtà. Data la notevole variabilità del parametro S, si fa ricorso ad un artificio con il quale si determina il Numero di Curva (CN) utilizzando la seguente equazione che rappresenta sul piano P-Pe una famiglia di curve:

$$CN = \frac{25400}{254 + S}$$

dove S è espresso in millimetri.

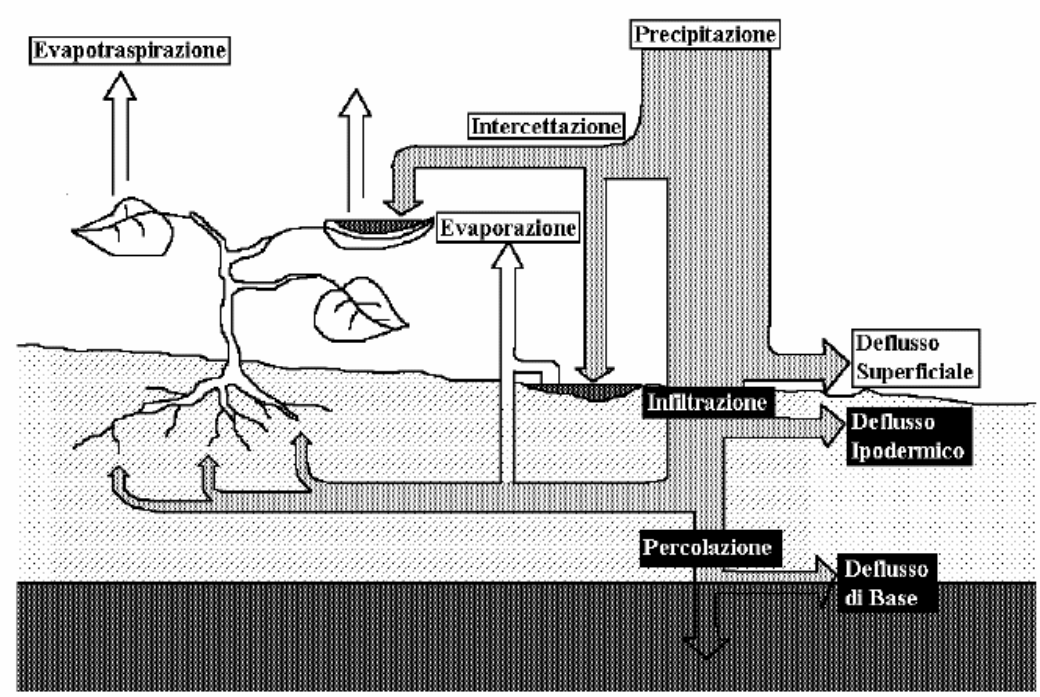
Esplicitando S si ha:

$$S = 25{,}4\left(\frac{1000}{CN} - 10\right)$$

I due parametri (CN e S) sono inversamente correlati in modo non lineare: la capacità idrica massima del suolo (S) varia teoricamente da 0 a infinito e con tale equazione si ottiene un campo di variazione del parametro CN, compreso tra 0 e 100. Il parametro CN esprime le condizioni, dal punto di vista della formazione del deflusso, del complesso suolo-soprassuolo considerate le condizioni di umidità nei cinque giorni antecedenti l'evento di piena. In altri termini riassume l'attitudine propria e specifica del bacino a produrre deflusso.

Con valori di CN uguali o prossimi allo 0, si è in presenza di una superficie assimilabile alla perfetta "spugna" cioè viene assorbita e trattenuta la totalità o quasi della precipitazione. Con valori di CN uguali o prossimi a 100, siamo in presenza di terreni o superfici impermeabili dove la precipitazione si trasforma interamente o quasi in deflusso creando l'evento di piena.

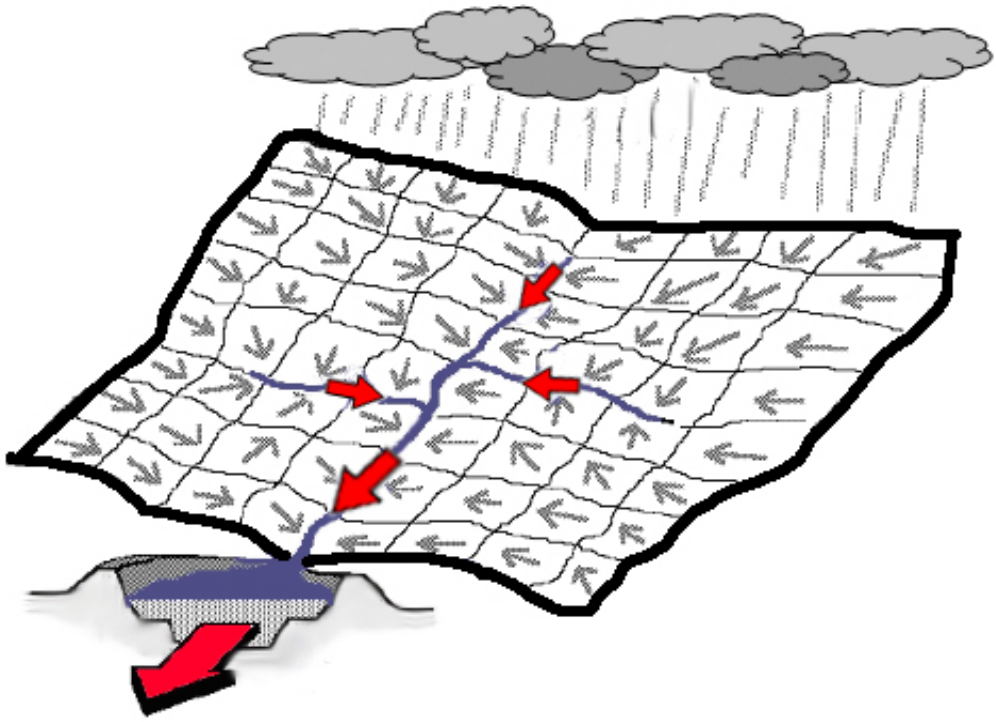
Tale situazione si verifica per la precipitazione che direttamente cade nella rete idrografica o nei pressi della stessa. L'acqua è infatti assimilabile ad una superficie impermeabile dove l'afflusso si trasforma istantaneamente in deflusso.



Schema del bilancio idrologico di una porzione elementare di bacino.

Esiste poi una variazione, correlata alla precipitazione, del CN sperimentale. All'aumentare della precipitazione il valore di CN, empiricamente determinato, tende a diminuire. Questo particolare tipo di CN viene definito "apparente" ed è spiegato dal fatto che per precipitazione di modesta entità, l'incidenza percentuale delle perdite iniziali (IA) è elevata e quindi sono necessari valori di CN elevati per produrre la pioggia efficace. Per pioggie di notevole entità le perdite iniziali incidono poco o niente e si può ottenere la pioggie efficacie con CN bassi. "È importante sottolineare che il CN locale invece, definite le condizioni iniziali, è invariante rispetto all'entità dell'afflusso ed è quindi definibile sulla base del complesso suolo-soprassuolo" (Cazorzi e Dalla Fontana, 1993).

Le varie celle, con CN definito, si attivano oltre il valore soglia che è rappresentato, per ognuna di esse, dalla quota della perdite iniziali. Il loro contributo non è lineare se è riferito all'entità della precipitazione. I modelli eseguono, tramite procedure numeriche, la simulazione dei processi idrologici. Il modello distribuito permette l' assegnazione ad ogni cella di area nota, un valore di CN. Il deflusso quindi, è prodotto in modo autonomo su ogni cella e vi è poi una propagazione lungo il reticolo idrografico permanente e/o temporaneo.



Schema concettuale di trasferimento da precipitazioni distribuite nello spazio e nel tempo ad idrogramma di piena nella sezione di chiusura di un bacino.

Questo tipo di rappresentazione risulta essere più aderente alla complessa articolazione del fenomeno naturale qui considerato: la formazione del deflusso.

Valori di “Curve Number (CN)” in funzione delle diverse tipologie di uso del suolo :

Tipologie dl uso del suolo	Tipo dl suolo			
	A	B	C	D
Suoli coltivati	62-72	71-81	78-88	81-91
Pascoli	39-68	61-79	74-86	80-89
Prati	30	58	71	78
Boschi e foreste con copertura modesta	45	66	77	83
Boschi e foreste con buona copertura dall’ erosione e sottobosco	25	55	70	77
Aree a parco e di fruizione ricreativa:				
- con copertura erbacea superiore al 75%	39	61	74	80
- con copertura erbacea dal 50 al 75%	49	69	79	84
Aree commerciali (impermeabili per 185%)	89	92	94	95
Aree industriali (impermeabili per il 72%)	81	88	91	93
Aree residenziali con percentuale media impermeabile:				
65%	77	85	90	92
38%	61	75	83	87
30%	57	72	81	86
25%	54	70	80	85
20%	51	68	79	84
Parcheggi, aree coperte (impermeabili)	98	98	98	98
Strade:				
- asfaltate	98	98	98	98
-inghiaiate	76	85	89	91

Handbook of Hydrology D.R. Maidment, 1992

Tipo di suolo:

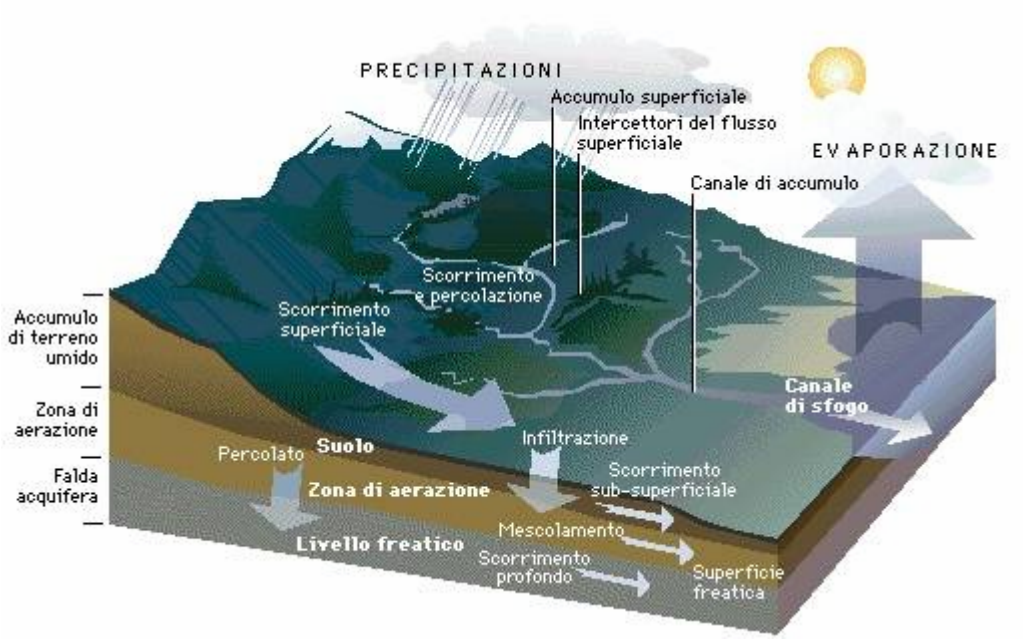
- **A**: elevata infiltrazione, per suoli con strati sabbiosi o di loess profondi, a siltosi aggregati (diametro 0,002-0,05 mm);

- **B**: infiltrazione moderata, per suoli con tessitura da moderatamente fine a moderatamente grossolana, quali limi sabbiosi;

- **C**: infiltrazione lenta, per suoli con tessitura fine, quali argille limose, deboli strati di limo sabbioso, suoli con debole contenuto organico;

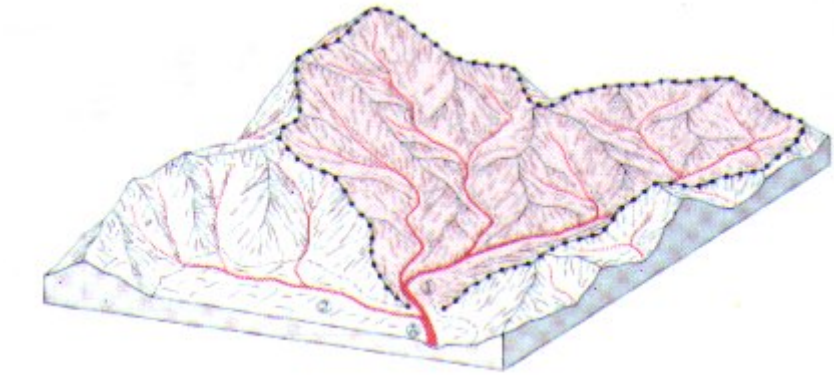
- **D**: infiltrazione molto lenta, per argille plastiche e compatte.

BACINO HIDROLOGICO



FONTE: http://www.istitutopontevaltellina.it/alunni/idro/mcch_bacino.htm

SCHEMA DI UN BACINO



FONTE: http://www.dsa.unipr.it/giavelli/Tesina_Cervi/FIG3.JPG

BIBLIOGRAFIA

- Hydraulic Engineer, U.S. Army Corps of Engineers
- Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) Interventi sulla rete idrografica e sui versanti - Legge 18 Maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6ter Adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 in data 26 aprile 2001 7. Norme di attuazione - DIRETTIVA SULLA PIENA DI PROGETTO DA ASSUMERE PER LE PROGETTAZIONI E LE VERIFICHE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA
- Hydrologic Calculations for Peak Discharge, Runoff Depth, Runoff Curve Number, Time of Concentration, and Travel Times
- Borselli L., Busoni E., Torri D., Applicabilità del S.C.S. Curve Number method: il fattore lambda per la stima del deflusso superficiale, in: C.N.R.-G.N.D.C.I., Linea 1, Rapporto 1989, 43-56, 1992.
- Busoni E., Borselli L., Calzolari C., Caratteristiche fisiche ed idrologiche del suolo. Loro derivabilità dalla cartografia pedologica ed applicabilità in modelli distribuiti di bilancio idrologico di bacino, C.N.R.-G.N.D.C.I.., 1995
- Mancini M., Rosso R., Using GIS to assess spatial variability of scs Curve Number at tha basin scale, in: New Directions for surface Water Modelling, edited by M.L. Kavvas. IAHS Publ. n° 181, 435-444, 1989.