



**BrianzAcque S.r.l.**  
 Viale E. Fermi 105  
 20900 Monza (MB)  
 p.iva 03988240960

tel 039 262.30.1  
 fax 039 214.00.74  
 cap. soc. € 126.883.498,98 i.v.

brianzacque@legalmail.it  
 informazioni@brianzacque.it  
 www.brianzacque.it

**COMUNE DI CONCOREZZO**  
**PROVINCIA DI MONZA E DELLA BRIANZA**

progetto:

**STUDIO DELLA PERMEABILITA' E INFILTRAZIONE NEL SUOLO**

titolo elaborato:

**RELAZIONE TECNICA**



**Settore Progettazione e Pianificazione Territoriale**  
 via G. Mazzini, 41 - 20871 Vimercate (MB)  
 tel. 039.6859680 prog-brianzacque@legalmail.it

timbro:

Dirigente:

**Dott. Ing. Massimiliano Ferazzini**

*Documento informatico firmato digitalmente ai sensi del T.U. 445/2000 e del D.Lgs 82/2005 e rispettive norme collegate*

cod.commissa:

**FOTC192543**

Supporto di:

**UNIVERSITA' DEGLI SUDI DI MILANO – BICOCCA  
 DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELL'AMBIENTE E DELLA TERRA**

*Documento informatico firmato digitalmente ai sensi del T.U. 445/2000 e del D.Lgs 82/2005 e rispettive norme*

data:

**Giugno 2020**

elaborato:

**C.1**

4					
3					
2					
1	30/06/2020	Revisione		UNIMIB	
0	19/07/2019	Emissione/Bozza		UNIMIB	
rev.	data	Note		redatto	Resp.commissa D.T. Sett.Progettazione
				Controlli / approvazioni	

*il presente documento non potrà essere copiato, riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte, senza il consenso scritto di brianzacque srl. ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge. this document may not be copied, reproduced or published either in part or entirely without the written permission of brianzacque srl. unauthorized use will be persecuted by law*

## SOMMARIO

1	PREMESSA.....	3
2	CARTE DEL POTENZIALE DI INFILTRAZIONE .....	3
2.1	COSTRUZIONE DELLE UNITÀ TERRITORIALI .....	4
2.2	ATTRIBUZIONE DEL POTENZIALE DI INFILTRAZIONE .....	4
2.2.1	<i>Test di infiltrazione Studio Algea (1999)</i> .....	5
2.2.2	<i>Stratigrafie "CASPIA"</i> .....	6
3	CALCOLO DEL POTENZIALE DI INFILTRAZIONE .....	8

## **1 PREMESSA**

La carta del potenziale di infiltrazione esprime in un quadro sinottico le unità di suolo presenti sul territorio. La capacità di infiltrazione può variare in modo significativo con la profondità. Questo è vero soprattutto in aree in cui i terreni superficiali sono stati fortemente pedogenizzati o rimaneggiati. Per questo motivo sono state derivate due carte del potenziale di infiltrazione.

La **Carta del potenziale di infiltrazione naturale in superficie** esprime la capacità dell'acqua di infiltrare attraverso gli strati più superficiali del terreno, ed è utile per lo studio del rischio idraulico, nonché per la valutazione di strategie di infiltrazione in superficie. Questa carta viene costruita attraverso una zonazione del territorio in unità litologiche ritenute mediamente omogenee dal punto di vista dell'infiltrazione, per ognuna delle quali viene stimato un valore del tasso di infiltrazione in condizioni sature. La zonazione deriva dalla cartografia geologica disponibile, ed in particolare dalla Carta Geologica Regionale alla scala 1:10.000 (progetto CARG), eventualmente integrata e armonizzata con altre informazioni cartografiche. La caratterizzazione del tasso di infiltrazione deriva da una stima empirica della permeabilità delle diverse litofacies come descritte dai sondaggi disponibili, corretta tramite prove di infiltrazione.

La **Carta del potenziale di infiltrazione subsuperficiale (2-4 m)** esprime la capacità dell'acqua di infiltrare ad una profondità di riferimento di circa 3 metri, al di sotto quindi dei livelli più pedogenizzati. Tale carta è utile come riferimento per strategie di infiltrazione in profondità. La carta viene costruita con una metodologia analoga alla carta del potenziale di infiltrazione naturale in superficie, utilizzando le stesse unità territoriali della Carta del potenziale di infiltrazione naturale in superficie e la stessa metodologia per assegnare il valore del potenziale di infiltrazione. L'unica differenza è che i test di infiltrazione sono effettuati a profondità variabile tra 2 e 4 m.

## **2 CARTE DEL POTENZIALE DI INFILTRAZIONE**

La **Carta del potenziale di infiltrazione naturale in superficie** e la **Carta del potenziale di infiltrazione subsuperficiale (2-4 m)** vengono costruite attraverso una zonazione del territorio in unità litologiche ritenute mediamente omogenee dal punto di vista dell'infiltrazione, per ognuna delle quali viene stimato un valore del tasso di infiltrazione in condizioni sature.

La zonazione deriva dalla cartografia geologica disponibile, ed in particolare dalla Carta Geologica Regionale alla scala 1:10.000 (progetto CARG), eventualmente integrata e armonizzata con altre informazioni cartografiche. La caratterizzazione del tasso di infiltrazione deriva da una stima empirica della permeabilità delle diverse litofacies, corretta tramite prove di infiltrazione.

## **2.1 COSTRUZIONE DELLE UNITÀ TERRITORIALI**

Le unità territoriali che compongono la carta del tasso di infiltrazione derivano dalla Base cartografica litologica della Carta Geologica Regionale alla scala 1:10.000 (progetto CARG). Le unità territoriali delimitate sono unità “mediamente omogenee” dal punto di vista del potenziale di infiltrazione, e possono presentare notevole eterogeneità a livello locale, con significative deviazioni dal valore medio associato all’unità.

*Tabella 1. Caratteristiche litologiche delle unità presenti nel comune di Concorezzo (carta geologica d’Italia 1:10.000)*

<b>Unità geologica</b>	<b>Sigla CARG</b>	<b>Descrizione</b>
Alloformazione di Binago	Bi	Diamicton massivi a supporto di matrice e clastico: depositi glaciali. Ghiaie massive o debolmente orientate a supporto di matrice: depositi fluvioglaciali.
Unità di Cadorago (ex Cernusco Lombardone BCe)	BCd	Diamicton massivi a supporto di matrice e ghiaie da grossolane e fini a supporto di matrice e limi argillosi laminati
Unità di Minoprio	BMi	Diamicton massivi a supporto di matrice, debolmente compatti; ghiaie massive a supporto clastico e localmente a supporto di matrice: till di ablazione.

## **2.2 ATTRIBUZIONE DEL POTENZIALE DI INFILTRAZIONE**

Una volta effettuata la zonazione del territorio comune in unità litologiche e zona di limitazione all’infiltrazione, il gruppo di ricerca dell’Università di Milano-Bicocca ha provveduto ad assegnare un valore di tasso di infiltrazione in condizioni sature alle diverse unità litologiche, seguendo una metodologia a due step:

- Assegnazione di valori di conducibilità caratteristici alle diverse unità litologiche, riclassificate opportunamente in idrofacies;
- Analisi dei test di infiltrazione dello studio ALGEA;

Nel comune di Concorezzo sono disponibili sia i test di infiltrazione sia i sondaggi per tutte le unità geologiche presenti: Unità di Cadorago, Unità di Minoprio e Alloformazione di Binago (Figura 1). Alle unità prive di prove di infiltrazione o sondaggi è stato attribuito un potenziale di infiltrazione medio derivato dai dati disponibili per comuni limitrofi della Provincia di Monza e Brianza.

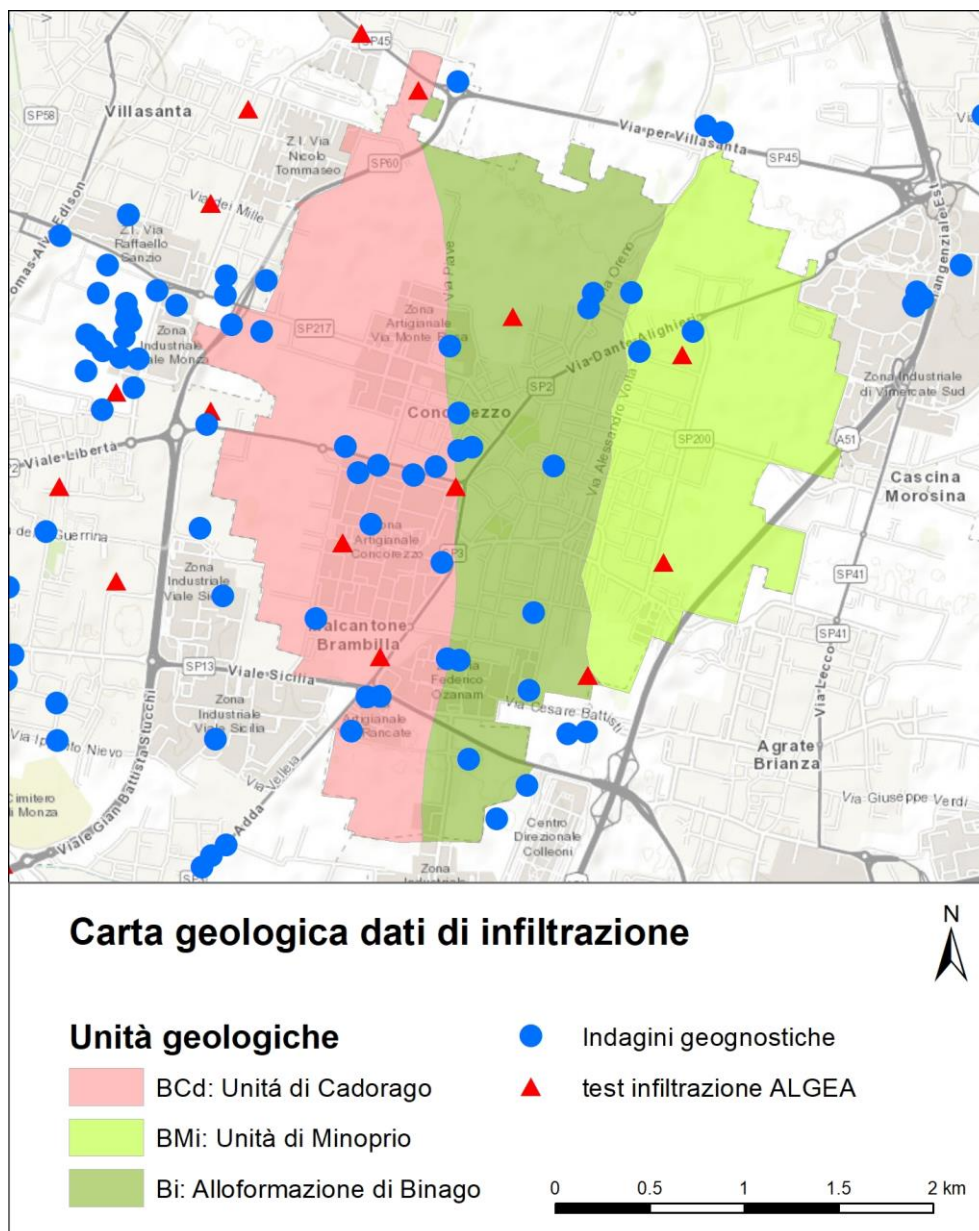


Figura 1. Localizzazione dei test di infiltrazione e delle stratigrafie dei pozzi. I punti sono riportati sullo sfondo della carta litologica.

### 2.2.1 Test di infiltrazione Studio Algea (1999)

Le indagini sono state svolte nell'ambito del progetto di determinazioni della permeabilità dello strato insaturo nel territorio del Consorzio di Bonifica dell'Alto Lambro datato giugno 1999 ad opera dello Studio ALGEA e coordinato dal Professor Colombetti.

Lo scopo del progetto è identificare la potenzialità delle varie zone per lo smaltimento delle acque meteoriche nel sottosuolo dal piano campagna fino ad una profondità di 4-6 metri. Per ottenere valori numerici atti a quantificare i volumi d'acqua che possono infiltrarsi nei pozzetti disperdenti, in considerazione delle caratteristiche litologiche delle varie aree, sono state effettuate prove

infiltrometriche a carico variabile ed a diversa profondità. La profondità massima raggiunta dalle indagini è stata quella prevista per un ottimale smaltimento delle acque meteoriche mediante i suddetti pozzetti.

*Tabella 2. Dati di permeabilità ricavati dallo studio ALGEA*

Superficiali				Profonde			
Sito	Unità (sigla)	Profondità (m)	Conducibilità (m/s)	Sito	Unità (sigla)	Profondità (m)	Conducibilità (m/s)
CO04I/01	BCd	0.10	9.6E-06	CO06I/01	BCd	4.30	1.4E-03
CO04I/02	BCd	0.10	9.6E-06	CO06I/02	BCd	4.30	1.4E-03
CO03I/01	BCd	0.10	6.7E-07	CO06I/03	BCd	2.50	1.4E-03
CO03I/02	BCd	0.10	6.7E-07	CO06I/04	BCd	2.50	1.4E-03
CO01I/01	Bi	0.10	2.0E-07	CO06I/05	BCd	2.50	1.4E-03
CO02I/01	BMi	0.10	5.2E-06	CO07I/01	Bi	3.20	1.6E-03
				CO07I/02	Bi	2.40	1.6E-03
				CO07I/03	Bi	2.40	1.6E-03
				CO08I/01	BMi	3.30	2.1E-07

### 2.2.2 Stratigrafie "CASPIA"

Nei siti dei test (figura 4) sono disponibili sondaggi a profondità variabili per la caratterizzazione tessiturale del terreno superficiale e profondo. Dalle stratigrafie dei sondaggi sono disponibili le seguenti informazioni:

*Tabella 3. Stima della conducibilità idraulica degli strati superficiali di terreno da indagini geognostiche*

Sito	Unità geologica	Profondità [m]	Conducibilità [m/s]	Hydrofacies
B5D552447205	Unità di Cadorago (ex Cernusco Lombardone BCe)	42.00	1.7E-05	CS
B5D553967387	Unità di Cadorago (ex Cernusco Lombardone BCe)	56.00		
B5D557527588	Unità di Cadorago (ex Cernusco Lombardone BCe)	28.00	4.5E-03	GS
B5D555768561	Unità di Cadorago (ex Cernusco Lombardone BCe)	50.00	4.5E-03	GS
B5D552128711	Unità di Cadorago (ex Cernusco Lombardone BCe)	40.00	2.6E-03	GC
B5D547689321	Unità di Cadorago (ex Cernusco Lombardone BCe)	23.00	2.1E-05	MG
B5D546109358	Unità di Cadorago (ex Cernusco Lombardone BCe)	26.00	2.4E-03	GM
B5D557689245	Alloformazione di Binago	42.00	1.1E-05	CG

B5D564999445	Alloformazione di Binago	100.00	5.5E-09	C
B5D567289528	Alloformazione di Binago	150.00	4.5E-03	GS
B5D567719216	Unità di Minoprio (ex Osnago BOs)	35.00	1.7E-05	CS

*Tabella 4. Stima della conducibilità idraulica a 3 metri di profondità da indagini geognostiche*

<b>Sito</b>	<b>Unità geologica</b>	<b>Profondità [m]</b>	<b>Conducibilità [m/s]</b>	<b>Hydrofacies</b>
B5D552447205	Unità di Cadorago (ex Cernusco Lombardone BCe)	42.00	1.7E-05	CS
B5D553287384	Unità di Cadorago (ex Cernusco Lombardone BCe)	44.00	4.5E-03	GS
B5D557527588	Unità di Cadorago (ex Cernusco Lombardone BCe)	28.00	4.5E-03	GS
B5D553468302	Unità di Cadorago (ex Cernusco Lombardone BCe)	51.05	1.1E-05	CG
B5D555768561	Unità di Cadorago (ex Cernusco Lombardone BCe)	50.00	4.5E-03	GS
B5D555718563	Unità di Cadorago (ex Cernusco Lombardone BCe)	142.00	2.6E-03	GC
B5D553868614	Unità di Cadorago (ex Cernusco Lombardone BCe)	123.00	1.7E-05	CS
B5D552128711	Unità di Cadorago (ex Cernusco Lombardone BCe)	40.00	2.6E-03	GC
B5D547689321	Unità di Cadorago (ex Cernusco Lombardone BCe)	23.00	2.4E-03	GM
B5D546109358	Unità di Cadorago (ex Cernusco Lombardone BCe)	26.00	2.4E-03	GM
B5D558657055	Alloformazione di Binago	50.00	1.1E-05	CG
B5D561847421	Alloformazione di Binago	30.00	2.6E-03	GC
B5D558177581	Alloformazione di Binago	24.00	2.6E-03	GC
B5D562107832	Alloformazione di Binago	97.00	2.3E-03	GSC
B5D563168610	Alloformazione di Binago	109.00	9.6E-02	G
B5D558118692	Alloformazione di Binago	40.00	9.6E-02	G
B5D558138891	Alloformazione di Binago	41.00	2.6E-03	GC
B5D557689245	Alloformazione di Binago	42.00	2.6E-03	GC
B5D564999445	Alloformazione di Binago	100.00	5.5E-09	C
B5D565269525	Alloformazione di Binago	114.00	3.4E-05	SC
B5D567289528	Alloformazione di Binago	150.00	4.5E-03	GS
B5D567719216	Unità di Minoprio (ex Osnago BOs)	35.00	2.6E-03	GC

### 3 CALCOLO DEL POTENZIALE DI INFILTRAZIONE

L'associazione dei valori di potenziale di infiltrazione derivanti dai test di infiltrazione e dalle indagini geognostiche alle unità geologiche permette di stimare un valore di riferimento per ogni unità e di procedere in tal modo alla mappatura del potenziale di infiltrazione. Essendo per sua natura un parametro che varia su diversi ordini di grandezza, si è ritenuto opportuno studiare il logaritmo del potenziale di infiltrazione, e di mediare i valori logaritmici delle stime disponibili. Nelle figure successive sono mostrati i box-plot relativi alle misure in superficie ed in profondità, mentre in tabella 5 è mostrata l'attribuzione ad ogni unità litologica del valore del potenziale di infiltrazione mediato e riclassificato secondo lo schema della tabella 6.

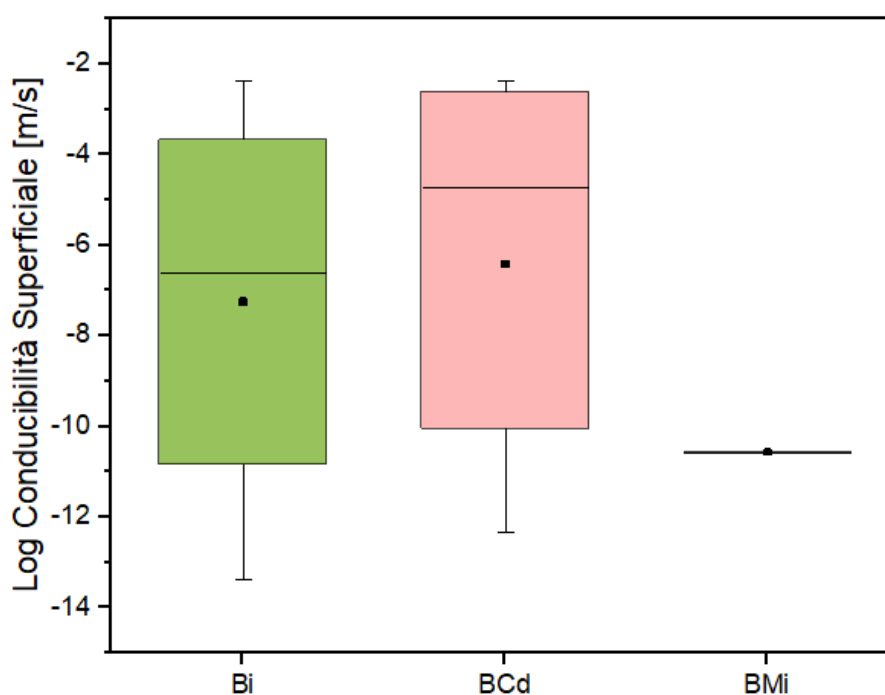


Figura 2. Boxplot che descrive la distribuzione statistica dei dati di conducibilità idraulica riferiti alla parte più superficiale del sito. Per le sigle si veda la tabella 7.



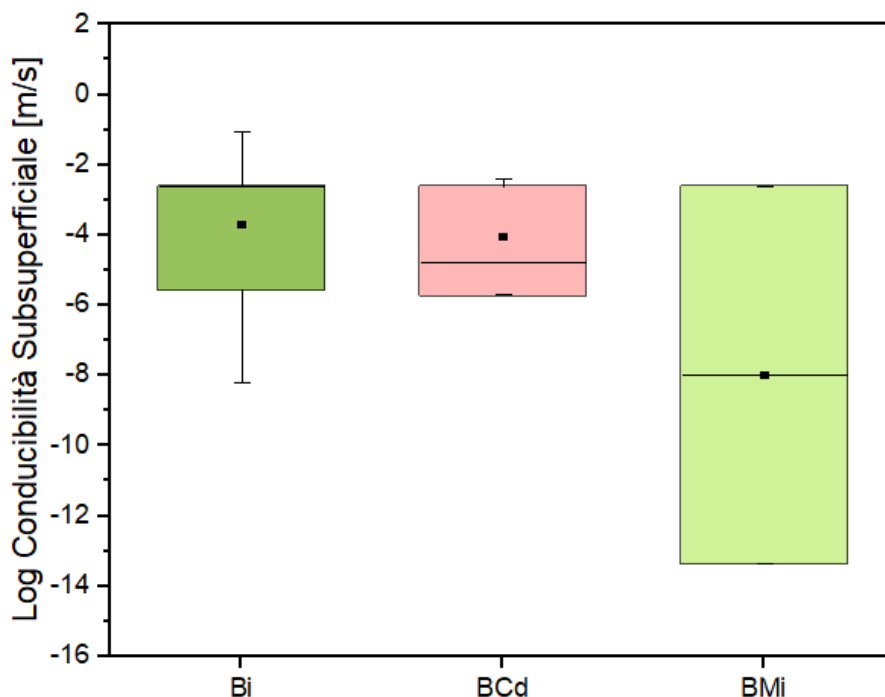


Figura 3. Boxplot che descrive la distribuzione statistica dei dati di conducibilità idraulica riferiti ad una profondità da 2 a 4 metri dal p.c.. Per le sigle si veda la tabella 7.

Tabella 5. Potenziale di Infiltrazione delle unità superficiali e profonde (2-4 m)

Unità geologica	Sigla	Potenziale di infiltrazione superficiale	Potenziale di infiltrazione profondo (2 – 4 m)
Alloformazione di Binago	Bi	VL	M
Unità di Cadorago (ex Cernusco Lombardone BCe)	BCd	L	M
Unità di Minoprio (ex Osnago BOs)	BMI	L	VL

Tabella 6. Potenziale di Infiltrazione delle unità superficiali e profonde (2-4 m)

Potenziale di infiltrazione		Conducibilità idraulica satura di riferimento (m/s)
	VH	$> 10^{-2}$
	H	$10^{-2} - 10^{-3}$
	M	$10^{-3} - 10^{-4}$
	L	$10^{-4} - 10^{-5}$
	VL	$< 10^{-5}$

Le Carte del potenziale di infiltrazione sono allegate al presente studio (Tav. C.2.1 e Tav. C.2.2).