**CARLSBERG ITALIA S.p.A.**
Stabilimento di Induno Olona (VA)
Via Olona 103 – 21056
TEL. 0332 208111 – FAX 0332 200801

Progetto cofinanziato dal Programma
LIFE - Climate Change Adaptation.
LIFE14 CCA/IT/000663

# ANALISI EFFETTI EVENTI METEOROLOGICI ESTREMI SULLE ATTIVITA' PRODUTTIVE DELLO STABILIMENTO CARLSBERG DI INDUNO OLONA (VA)

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Num. Rif. Lavoro** | | 17-053 | **N. copie consegnate** | |
| | **Data** | **Redatto (RT)** | **Revisionato (RC)** | **Approvato (RC)** |
| **rev00** | 13/07/2017 | Ing. D. Spartà | Dr. Geol. A. Uggeri | Dr. Geol. A. Uggeri |
| **rev01** | | | | |
| **rev02** | | | | |
| **Gruppo di lavoro** | | D. Zanzi, Dr. Geol. N. Bistacchi | | |
| **Nome file** | | 17-053_eventi estremi carlsberg italia_rev00 | | |

Idrogea servizi S.r.l.
Società di ingegneria
Cert. n. 9191 ISO 14001:2015
Cert. n. 6181
Via Lungolago di Calcinate, 88 – 21100 Varese - P.IVA : 02744990124
Tel. 0332 286650 – Fax 0332 234562 - idrogea@idrogea.com – idrogea@pec.it
www.idrogea.com

**SOMMARIO**

1 INTRODUZIONE ..... 3
2 DOCUMENTAZIONE CONSULTATA ..... 4
3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E IDROGRAFICO ..... 5
3.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO ..... 5
3.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO ..... 5
3.3 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO ..... 10
3.3.1 IDROGEOLOGIA DI DETTAGLIO ..... 12
3.3.2 Vulnerabilità intrinseca. ..... 16
3.4 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO ..... 18
3.4.1 MAPPATURA DEL RISCHIO IDRAULICO ..... 19
4 APPROVVIGIONAMENTO IDRICO ..... 22
4.1 DESCRIZIONE OPERE DI PRESA ..... 23
4.2 MISURA DELLE PORTATE ALLA SORGENTI ..... 25
5 DATI PLUVIOMETRICI ..... 30
5.1 CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA (ARPA) ..... 30
5.2 DATI STORICI ..... 32
6 CRITICITA' IDRAULICHE E ESONDAZIONI PASSATE DEL F.OLONA NELLO STABILIMENTO 36
7 EVENTO DI PIENA IMPROVVISA (FLASH FLOOD) ..... 42
7.1 CARATTERISTICHE STABILIMENTO ..... 43
7.2 SCORRIMENTO IDRICO SUPERFICIALE - ACQUE METEORICHE ..... 45
7.3 SCORRIMENTO IDRICO SUPERFICIALE - ACQUE FLUVIALI DI ESONDAZIONE ..... 47
8 CONCLUSIONI E SUGGERIMENTI ..... 54

# 1 INTRODUZIONE

Carlsberg Italia S.p.a. ha incaricato Idrogea Servizi S.r.l. di effettuare uno studio di valutazione degli effetti degli eventi meteorologici estremi che possono interessare lo stabilimento produttivo di Induno Olona (VA).

Gli impianti dell'industria di processo sono tradizionalmente visti come sorgente di rischio a causa di fattori interni, guasti o malfunzionamenti con origine interna all'impianto; le mutazioni climatiche alle nostre latitudini hanno intensificato la frequenza di eventi naturali severi e hanno evidenziato quindi la potenziale importanza di fattori meteo-climatici sulla continuità produttiva di uno stabilimento industriale.

La produzione industriale di Carslberg Italia risulta particolarmente legata all'acqua, con utilizzo di acqua sorgiva per la produzione della birra, per l'impacchettamento e per il lavaggio dei contenitori.

Lunghi eventi siccitosi potrebbero ridurre l'approvvigionamento idrico dalle sorgenti e mettere a rischio la produzione.

Lo stabilimento inoltre sorge nella valle del fiume Olona, che scorre tombinato sotto alle attività produttive; data la sua posizione lo stabilimento può essere soggetto a rischio *Flash Flood* ("Alluvione lampo").
Comunemente si parla di *Flash Flood* riferendosi a piene improvvise di un corso d'acqua che avvengono entro sei ore dall'evento che le ha causate, caratterizzando con il termine in particolare la rapidità e il carattere inaspettato del fenomeno. In generale rappresentano alluvioni improvvise e per questo dagli effetti spesso devastanti, che dipendono da una complessa combinazione di fattori tra i quali intensità e durata di precipitazione, topografia, pendenze, grado di saturazione e permeabilità dei suoli.
Normalmente interessano bacini idrografici di medio-piccole dimensioni (da pochi a qualche centinaia di $km^2$) con bassi tempi di risposta (da 30' a poche ore). A parità di altre condizioni, minore è la superficie di un bacino idrografico e maggiore e il rischio che eventi pluviometrici brevi e intensi originino fenomeni di piena improvvisa.
Negli ultimi quindici anni in Europa si sono verificati diversi eventi catastrofici; gli esempi più eclatanti sono avvenuti in Spagna nel 2000 (Montserrat, Catalogna), Sud della Francia nel 2002 (Cévennes), Germania nel 2003 (Dresden), Romania centrale nel 2005, Italia nel 2008 a Cagliari e nel 2009 a Messina, e Portogallo nel 2010 (Madeira).

# 2 DOCUMENTAZIONE CONSULTATA

In fase di inquadramento dell'area e della problematica è stata consultata la seguente documentazione tecnica specifica:

- *Urban adaptation to climate change in Europe,* European Environment Agency, EEA Report n. 2/2012;
- *Nedies Project - Guidelines on Flash Flood Prevention and Mitigation,* European Commission Joint Research Centre, 2002;
- *Mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni*, Autorità di bacino del fiume Arno, Giugno 2013;
- Workshop tematici Gruppo F *"Flash Floods and Pluvial Flooding"*, tenutisi a Cagliari nel maggio 2010;
- *Indagini geologico-tecniche di supporto alla revisione del P.R.G.* - Comune di Induno Olona;
- Documento conclusivo del tavolo tecnico Stato-regioni, indirizzi operativi per l'attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione ed alla gestione dei rischi da alluvioni con riferimento alla predisposizione delle mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni *(Decreto Legislativo n. 49/2010),* Ministero dell'ambiente, della tutela del territorio e del mare direzione generale per la tutela del territorio e delle risorse idriche, 2013;
- http://www.geoportale.regione.lombardia.it/
- Relazione tecnica - Progetto preliminare - Opere di regimazione del fiume Olona in Comune di Induno Olona (VA), *Studio di Ingegneria Bai*, *Studio Tecnico Associato di Geologia di Carimati e Zaro, marzo 2010*;
- Relazione tecnica – Aggiornamento della relazione tecnico-idraulica – Attraversamenti pedonali, tubazioni sospese e copertura alveo fiume Olona con piazzali e fabbricati in Comune di Induno Olona (VA), *Studio di Ingegneria Bai*, dicembre 2016;
- Effetti della siccità sulle captazioni ad uso idropotabile – ASPEM S.p.A., *Uggeri.*

# 3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E IDROGRAFICO

## 3.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Lo stabilimento produttivo Carlsberg Italia è situato ad Induno Olona (VA), qualche chilometro a nord di Varese e alle pendici del Parco Regionale 'Campo dei Fiori', allo sbocco della Valganna.

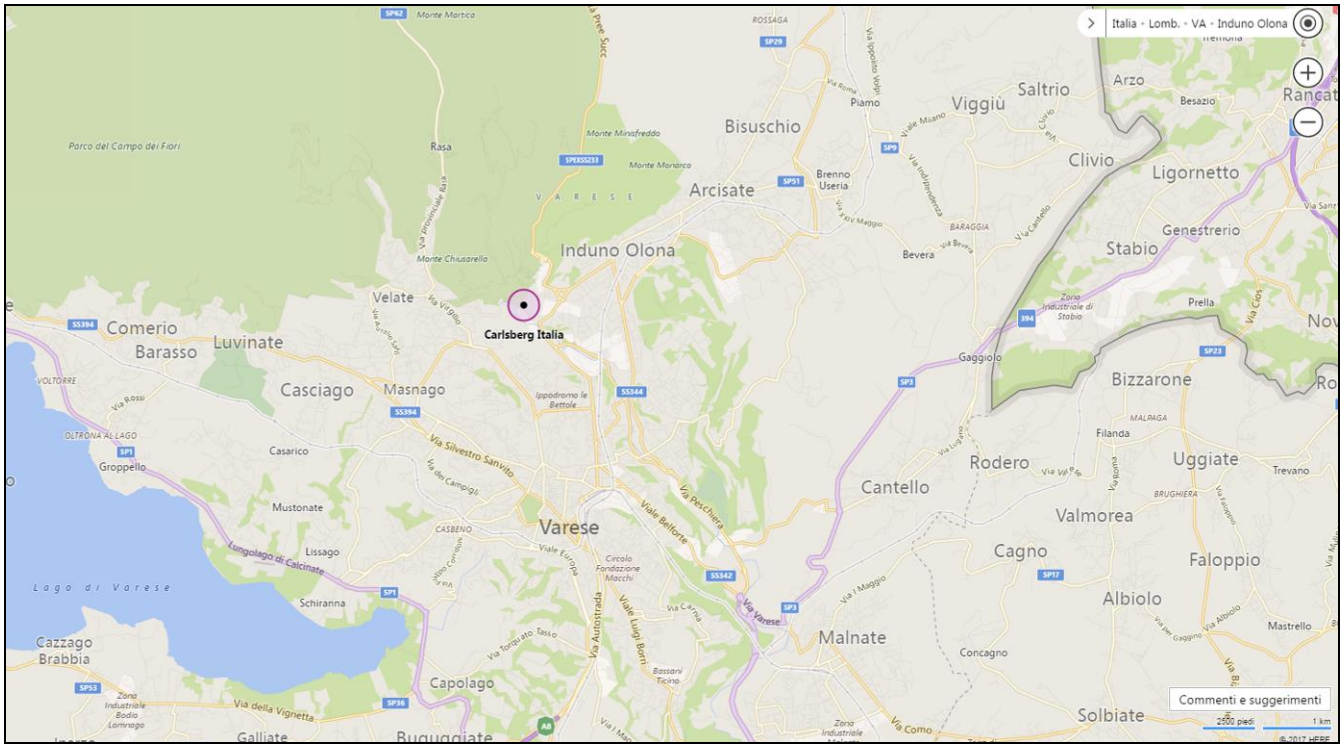



**Figura 1 inquadramento geografico**

## 3.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area oggetto del presente studio è caratterizzata da litotipi di età triassica e giurassica depositati in ambiente marino al di sopra delle piane alluvionali del Verrucano Lombardo e delle vulcaniti del Varesotto.

Nella seguente tabella è schematizzata la serie litostratigrafica delle unità presenti nell'area del varesotto, dall'unità più antica alla più recente:

| | Unità / Formazione | Litologia |
|---|---|---|
| **SUBSTRATO ROCCIOSO** | | |
| **Serie vulcanica Permiana** | **Granofiro di Cuasso (Permiano Inferiore)** | Granofiro, tufi, porfidi e porfiriti, brecce vulcaniche |
| **Successione Sedimentaria** | **Servino (Scitico);** | Conglomerati fini, arenarie grossolane alterate e peliti di ambiente litorale; |
| | **Dolomia di San Salvatore (Anisico-Ladinico)** | Dolomie e calcari dolomitici di piattaforma in strati di spessore variabile con stratificazione massiva |
| | **Formazione di Cunardo (Carnico Medio);** | Dolomie calcaree e marnose, calcari dolomitici a stratificazione sottile, deposte in condizioni anossiche di mare basso |
| | **Marne del Pizzella (Carnico Sup.)** | Marne, marne siltose e marne dolomitiche varicolori |
| | **Dolomia Principale (Norico);** | Dolomie di piattaforma e dolomie calcaree a stratificazione massiccia; |
| | **Dolomia del Campo dei Fiori (Retico Inf.-medio)** | Dolomie e calcari dolomitici a stratificazione variabile, con interstrati marnosi e argillosi |
| | **Dolomia a Conchodon (Retico Sup.);** | Calcari micritici e calcari dolomitici a banchi di piattaforma carbonatica; calcareniti bioclastiche; |
| | **Calcare di Saltrio e Calcare di Moltrasio (Hettangiano-Sinemuriano)** | Calcareniti selcifere frequentemente bioclastiche stratificate; (la parte basale è sede preferenziale di sviluppo del carsismo ipogeo) |
| | **Calcare di Domaro (Domeriano-Toarchiano);** | Calcari marnosi grigiastri o di colore verde |
| | **Formazione di Valmaggiora** | Calcari, marne e calcareniti stratificate |
| | **Rosso Ammonitico, Radiolariti, Rosso ad Aptici** | Marne e calcari marnosi nodulari; selci stratoidi varicolore con interstrati argillosi; marne e marne calcaree a stratificazione sottile, con noduli di selce |
| | **Maiolica (Titoniano-Aptiano)** | Calcilutiti e calcari marnosi stratificati con noduli di selce |
| **DEPOSITI PLIO-QUATERNARI** | | |
| **Successione Glaciale e Fluvioglaciale** | **Allogruppo della Colma** | Depositi glaciali alterati, precedenti all'Allogruppo di Besnate |
| | **Alloformazione di Cantù e Allogruppo di Besnate** | Depositi a litologia varia; superficie limite superiore con spessore dei suoli fino a 3 m; copertura loessica semplice, spesso assente. |
| **Unità Postglaciale** | **Depositi di versante** | Depositi a litologia varia; superficie limite superiore con suoli poco evoluti |

Di seguito sono descritte le principali unità geologiche affioranti nell'area oggetto di studio.

**Dolomia del San Salvatore ( Anisico - Ladinico)**

La formazione è costituita prevalentemente da dolomie macrocristalline e subordinatamente da dolomie calcaree e dolomie marnose, di colore variabile dal grigio nocciola al grigio rosato.

Le porzioni basali della formazione presentano una stratificazione pianoparallela, ben evidente, da sottile a media (da 1 a 30 cm). Verso l'alto gli strati si ispessiscono e la stratificazione diventa massiccia, fino all'amalgamazione. Al top la dolomia mostra un aspetto massivo e compatto, frequentemente brecciato per cause tettoniche.

Nelle porzioni basali si concentra il contenuto fossilifero, rappresentato da alghe Dasicladacee, stromatoliti planari e, localmente, gasteropodi e lamellibranchi.

L'ambiente di deposizione di questi sedimenti è di piattaforma carbonatica in forte subsidenza, con acque basse e ben ossigenate e locali bacini intrapiattaforma a circolazione ristretta.

**Formazione di Cunardo (Carnico medio)**

La Formazione di Cunardo è costituita da una alternanza di dolomie marnose, dolomie calcaree e calcari dolomitici, con la presenza di interstrati terrigeni (peliti o marne). Il colore varia dal grigio al nocciola, più raramente rossastro o grigio nerastro. Stratificazione piano-parallela sottile e ben evidente, con intercalazioni di bancate metriche. Localmente compaiono livelli di brecce intraformazionali ed episodi di scivolamento sinsedimentario (slumping).

Il contenuto fossilifero è relativamente scarso con la sola e isolata presenza di livelli a frustoli vegetali carboniosi e livelli stromatolitici; questi ultimi diventano un poco più ricorrenti verso l'alto della formazione.

L'unità si è deposta in un ambiente lagunare, a circolazione prevalentmente ristretta, con sporadici eventi di ossigenazione, come indicato dai livelli stromatolitici. Le brecce intraformazionali e scivolamenti sinsedimentari indicano condizioni di instabilità bacinale.

**Marne del Pizzella (Carnico superiore)**

La formazione è costituita da un'alternanza di marne, calcilutiti marnose, dolomie marnose e marne dolomitiche, di aspetto varicolore (dal grigio al verde al rosso vinaccia per i litotipi più marnosi; dal bianco rosato al giallastro per i litotipi più dolomitici).

Stratificazione pianoparallela sottile, con rare bancate metriche. L'ambiente deposizionale è tipico di una pianura costiera con acque poco profonde e soggetta a frequenti episodi di emersione.

**Dolomia Principale (Norico)**

E' costituita prevalentemente da dolomie cristalline e dolomie calcaree compatte alternate a calcari dolomitici, dolomie siltose e brecce dolomitiche. L'aspetto complessivo è massiccio e compatto. Il colore dei litotipi è nocciola scuro su superficie fresca e bianco grigiastro in presenza di una patina di alterazione.

Tra le strutture sedimentarie prevalgono i ciclotemi peritidali, caratterizzati da una fitta successione di intervalli con lamine stromatolitiche di spessore sottile, con livelli massivi e/o brecciati.

La stratificazione è massiccia e la potenza dello spessore degli strati diminuisce verso l'alto della formazione, passando da 4 – 5 m a 1 – 1.5 m.

L'ambiente della Dolomia Principale è tipico di una piattaforma carbonatica in lenta subsidenza, sottoposta a un'alternanza periodica di fasi di emersione e di sommersione, con condizioni di mare poco profondo.

Lo spessore è assai ridotto (dell'ordine del centinaio di metri) rispetto a quello rilevato nella Lombardia centrale.

**Dolomia del Campo dei Fiori (Retico inf. e medio)**

Dolomie cristalline compatte o dolomie calcaree di colore nocciola, con subordinati calcari dolomitici e dolomie siltose con aspetto massiccio e strati di spessore fino ad 1 m; la Dolomia di Campo dei Fiori si presenta anche con stratificazione più sottili ed intercalazioni di argillite marnosa e marna dolomitica.

**Dolomia a Conchodon (Retico superiore)**

Banchi di calcare puro compatto e localmente calcare magnesiaco di colore da bruno a grigio rosato. Alla base si presenta compatto a stratificazione massiccia, verso l'alto mediamente stratificato.

**Calcare di Saltrio ( Hettangiano - Sinemuriano)**

Calcareniti bioclastiche (presenza di ammoniti e brachiopodi) e localmente calcari micritici e marne laminate. Si presenta ben stratificata con strati dello spessore compreso tra 10 e 50 cm.

**Calcare di Moltrasio (Hettangiano – Sinemuriano)**

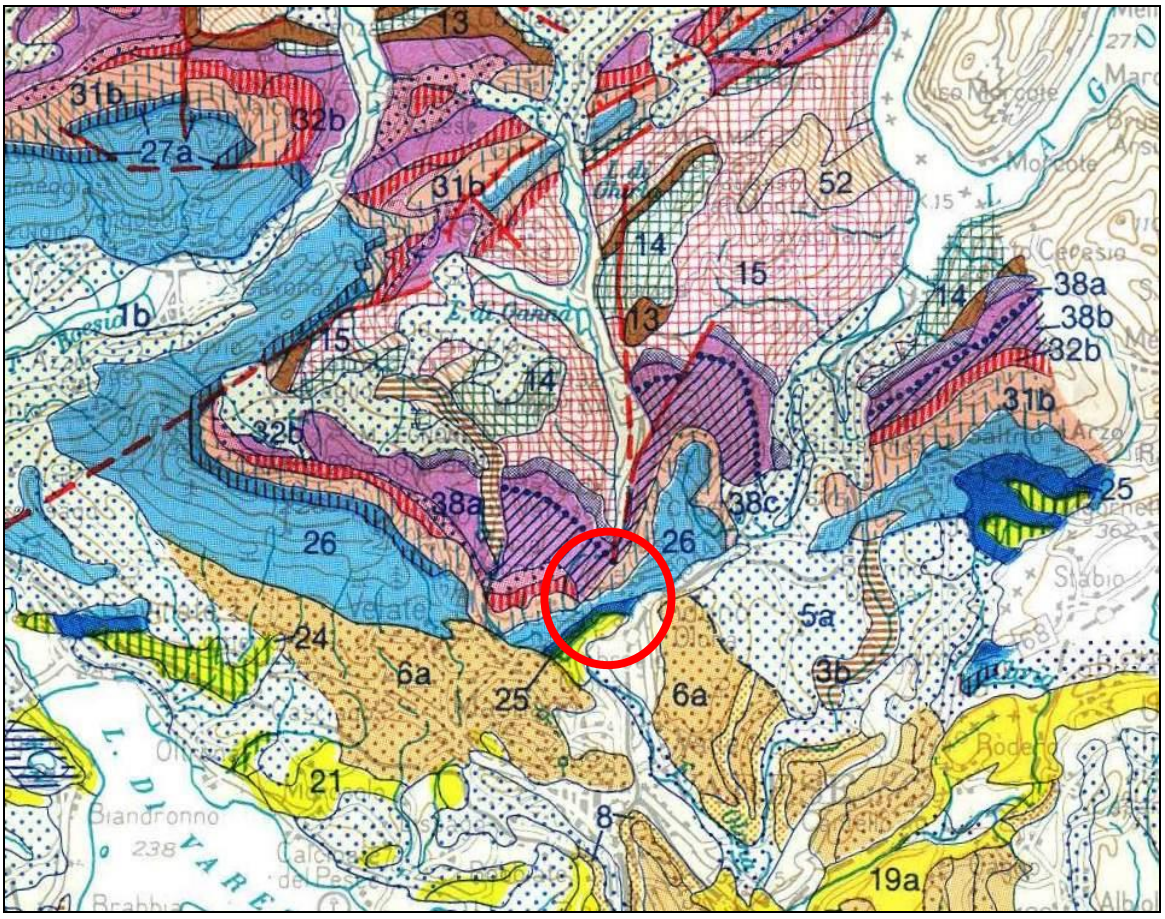
Questa unità è costituita da una potente successione di calcari marnosi selciferi di colore grigio scuro, a stratificazione pianoparallela ben evidente, con strati di spessore decimetrico (di circa 20-40 cm) suddivisi da livelli interstrato marnoso argillosi di spessore centimetrico.

La selce presente è di colore scuro, generalmente grigio nerastro, ed è osservabile sia come isolati noduli di aspetto irregolare sia, se localmente concentrata, in lenti stratoidi più o meno continue.

L'aspetto è generalmente uniforme, anche se le porzioni basali del Calcare di Moltrasio sono caratterizzate dalla presenza di biocalcareniti; proprio questa diversità ha portato alcuni autori a distinguere un'unità litostratigrafica a parte definita come "Calcare di Saltrio". Verso l'alto della formazione, invece, diventano frequenti episodi di scivolamento sinsedimentario (slide e slump) con associate brecce poligeniche così come episodi torbiditici di varia ampiezza.

L'ambiente di deposizione è tipico di un bacino profondo caratterizzato da imponenti scivolamenti sinsedimentari.

Si riporta, nella figura seguente, uno stralcio della Carta Geologica della Lombardia (scala 1:250.000) relativa all'area oggetto di interesse.




*44: Servino, 38: Dolomia di San Salvatore, 32b: Marne del Pizzella 31 a/b: Dolomia Principale/ Dolomia del Campo dei Fiori; 27: Dolomia a Conchodon, 15: Granofiro di Cuasso, 14: Porfiriti, 13: Porfidi quarziferi; 5 a: depositi fluvioglaciali; 1b: depositi fluviali terrazzati; 3b: depositi lacustri olocenici e tardoglaciali*

**Figura 2 Stralcio Carta Geologica della Lombardia (scala 1:250.000)**

Dal punto di vista **strutturale**, l'area di interesse appartiene al dominio Sudalpino che si caratterizza, in questo settore, per una tettonica a pieghe e sovrascorrimenti sud-vergenti di età Alpina la cui manifestazione principale è l'Anticlinale Brinzio-Maroggia. La struttura plicativa presenta un asse orientato WSW-ENE leggermente inclinato verso occidente con un piano assiale sub-verticale immergente verso SSE.

In particolare, l'area di studio è coincidente con il versante meridionale dell'anticlinale. Il substrato roccioso è caratterizzato da giaciture con immersione media 210° e inclinazione media 30°.

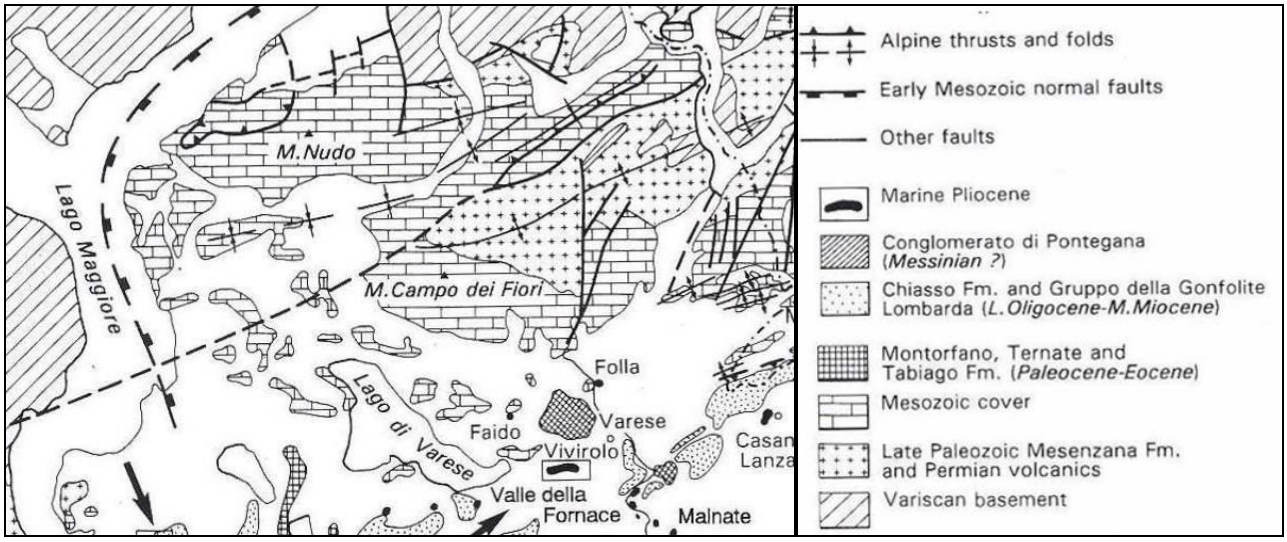



**Figura 3 Stralcio Carta Tettonica delle prealpi lombarde (Zanchi A., Felber M., Bini A., Rigamonti I., Uggeri A., 1997)**

In tempi relativamente recenti, il sistema a pieghe è stato interessato da una riattivazione in ambiente fragile (Zanchi A., Felber M., Bini A., Rigamonti I., Uggeri A., 1997), evidenziata da strutture quali faglie e sistemi di fratture coniugate, con rigetti massimi decametrici, e direzioni prevalenti N-S e E-O.

Per quanto riguarda l'assetto **morfologico**, le forme riconoscibili sono il risultato di diversi elementi, tra cui i litotipi presenti, l'assetto strutturale, la presenza di depositi glaciali e corsi d'acqua nonché l'ampia diffusione di fenomeni carsici, sia epigei che ipogei.

In particolare nell'area studiata predominano i versanti regolarizzati, con diminuzione della pendenza inversamente proporzionale rispetto alla quota. Generalmente nelle parti basse dei rilievi la morfologia collinare, di origine prevalentemente glaciale, si raccorda con i depositi di versante e di fondovalle a profilo rettilineo, leggermente concavo. I versanti sono stabilizzati da una vegetazione arborea ed erbacea molto pervasiva.
Sono presenti terrazzamenti sia in roccia sia su depositi glaciali, determinati da: differenze di erodibilità; paleo livelli erosionali ed evoluzioni legate alla dinamica glaciale (cordoni morenici laterali e terrazzi di kame s.l.).

## 3.3 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Dal punto di vista idrostratigrafico l'area d'interesse è costituita da un'alternanza di complessi carbonatici e marnosi. I complessi carbonatici sono caratterizzati da elevata permeabilità secondaria data principalmente dal carsismo mentre i complessi marnosi sono caratterizzati da una bassa permeabilità ed esercitano la funzione di acquiclude.
Di seguito sono descritti, a partire dal basso stratigrafico, i differenti complessi rinvenibili nell'area d'interesse.

**Complesso carbonatico inferiore**: è costituito da dolomie, dolomie marnose e dolomie calcaree del Trias inferiore e medio (Dolomia del San Salvatore, Calcare di Cunardo). È permeabile per fratturazione e parzialmente per carsismo, come evidenziato dalla presenza di alcune cavità carsiche di modesto sviluppo (Grotta della Viturina, Grotta dell'Alabastro). Il complesso ospita il sistema idrogeologico del Chiusarella, avente come recapito principale la Sorgente di Fontane Calde e come recapito locale la Fontana degli Ammalati. Il limite idrogeologico a letto è ben affiorante e definito nelle parti più rilevate del Monte Chiusarella.

**Complesso marnoso inferiore:** è costituito da marne, marne dolomitiche ed argilliti del Carnico (Calcare di Cunardo, Marne del Pizzella). Il complesso possiede bassa permeabilità e rappresenta pertanto la base impermeabile della serie idrogeologica soprastante. Nell'area limitrofa Monte Campo dei Fiori esso possiede il ruolo idrostrutturale di "impermeabile" separante il complesso carbonatico inferiore da quello intermedio (Uggeri, 1991). Nell'area Chiusarella-Monarco la continuità di tale complesso viene limitata dalla presenza di numerose zone fratturate o brecciate che permettono locali fenomeni di travaso dal complesso carbonatico inferiore a quello carbonatico intermedio.

**Complesso carbonatico intermedio**: è costituito dalle dolomie del Trias superiore (Dolomia Principale, Dolomia del Campo dei Fiori, Dolomia a Conchodon) e dai calcari selciferi del Lias inferiore (Calcare di Moltrasio). Rappresenta la principale unità acquifera della serie; è estremamente permeabile per fratturazione e per carsismo.

Il complesso ospita il sistema acquifero che alimenta le sorgenti degli Ammalati, di Fontane Calde e di Mulini Grassi. L'area di affioramento coincide con il versante meridionale del monte Chiusarella.

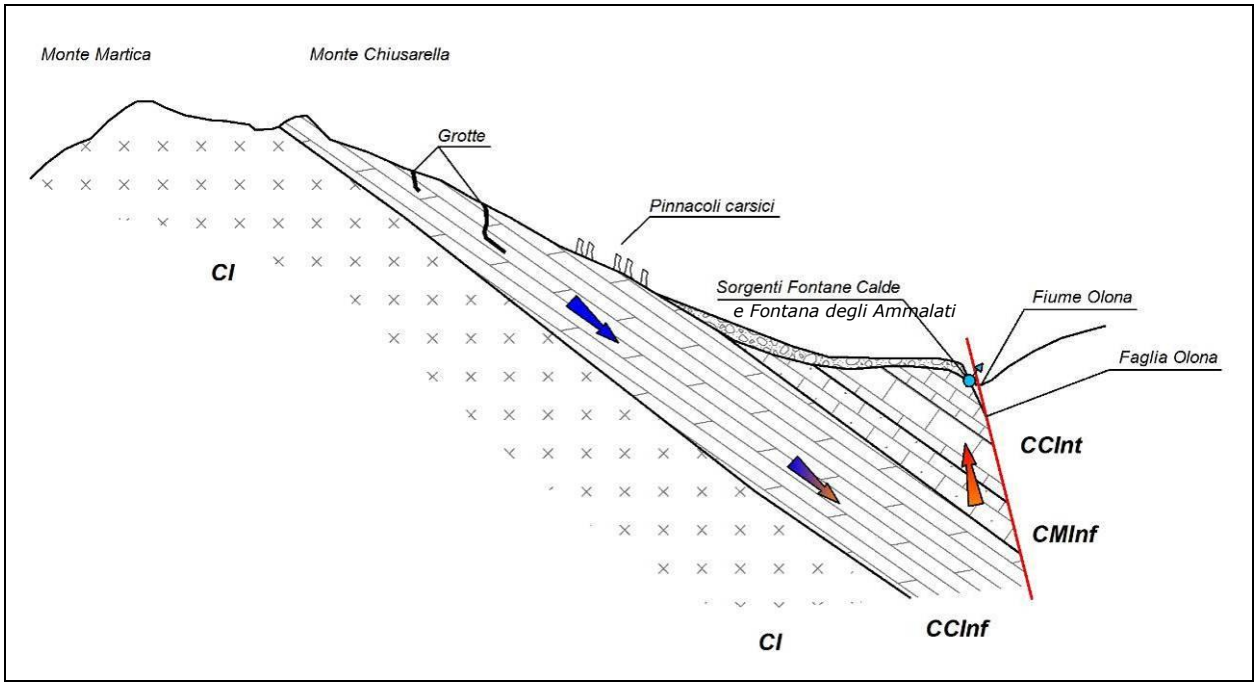
La serie litoide, afferente ai complessi sopradescritti, è ricoperta da depositi di età Plio – Pleistocenica ad elevato grado di eterogeneità sia dal punto di vista litologico che idrogeologico. Tali depositi sono stati compresi nel Complesso Glaciale.

**Complesso glaciale**: è costituito da depositi glaciali (diamicton a matrice limosa) e fluvioglaciali (ghiaie e sabbie) strettamente interconnessi. Lo spessore complessivo è variabile da 0 a qualche decina di metri. La permeabilità delle litologie prevalenti (diamicton glaciali) è in genere bassa e diventa bassissima in corrispondenza dei depositi glaciali di alloggiamento. Il complesso non ospita sistemi acquiferi significativi; viceversa impermeabilizza (e quindi protegge) le sottostanti idrostrutture carbonatiche, fino a quote variabili tra 600 e 800 m.

**Complesso del detrito di versante**: è costituito da depositi di versante a supporto clastico con permeabilità interstiziale molto elevata. Lo spessore è generalmente pellicolare ed aumenta solo sotto pareti che producono abbondante detrito.

### 3.3.1 IDROGEOLOGIA DI DETTAGLIO

L'area dello stabilimento Carlsberg e le captazioni utilizzate per la produzione, dal punto di vista idrogeologico, sono ubicate lungo il fianco meridionale dell'idrostruttura del Monte Chiusarella.
La serie idrostratigrafica è costituita dai complessi carbonatici inferiore ed intermedio tra i quali è intercalato il complesso marnoso inferiore costituente un setto impermeabile attraversato dalle acque in corrispondenza dei lineamenti tettonici che lo interessano.




CI: Complesso Igneo, CCInf: Complesso Carbonatico Inferiore, CMinf: Complesso marnoso inferiore, CCInt: Complesso Carbonatico Intermedio, Linea Rossa: Faglia

**Figura 4 Sezione schematica del Monte Chiusarella: le frecce indicano la direzione del flusso idrico sotterraneo (in blu acque fredde, in arancio acque calde)**

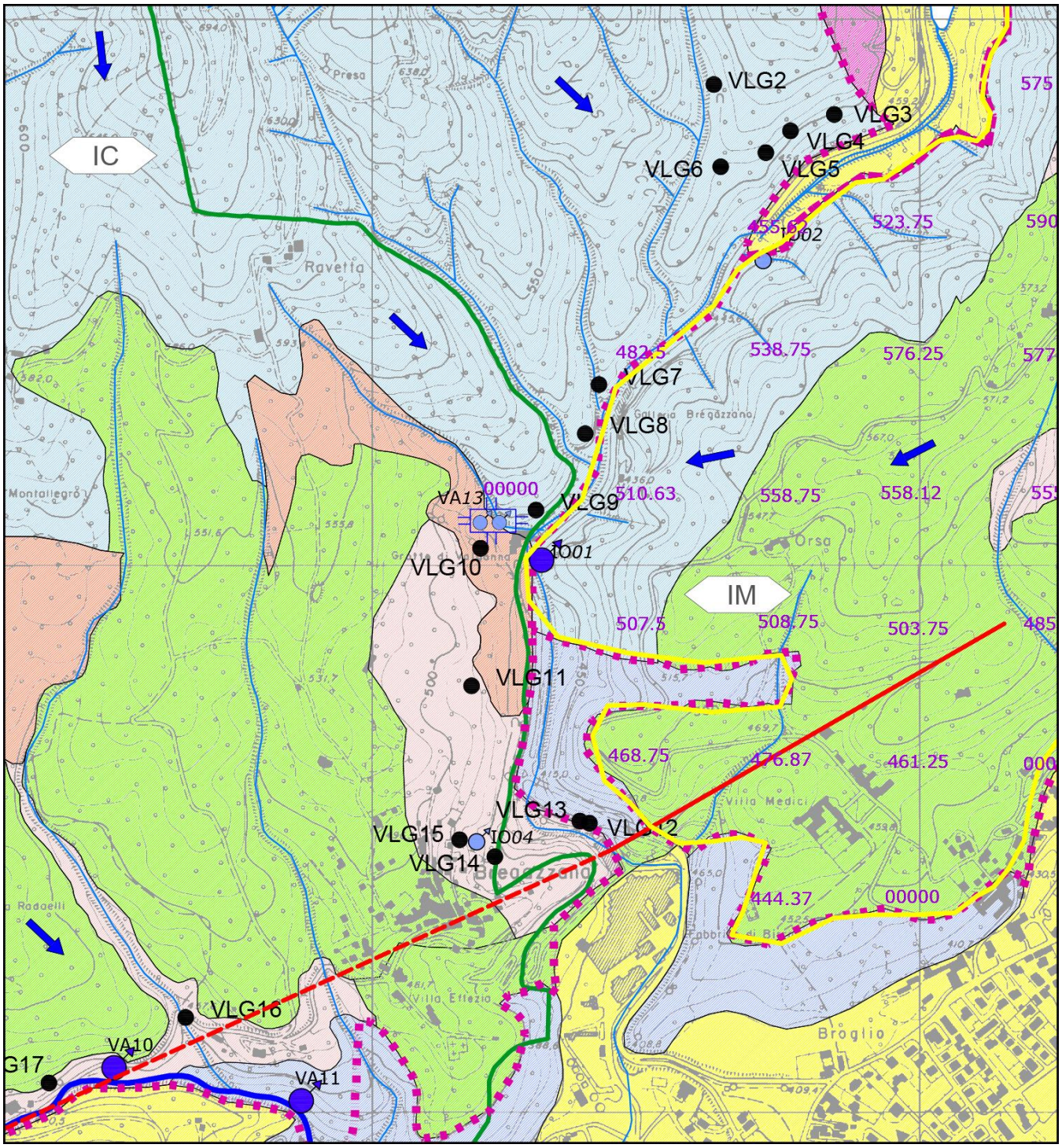
L'area di alimentazione comprende tutto il versante meridionale del M.Chiusarella, parzialmente ricoperto, fino a quota 600 circa, da depositi glaciali (in genere poco spessi) che limitano l'infiltrazione delle acque meteoriche. La vulnerabilità intrinseca è estremamente elevata nelle aree di affioramento del Complesso carbonatico intermedio e Alta in quelle del Complesso carbonatico inferiore, caratterizzato da minore sviluppo del fenomeno carsico ipogeo.

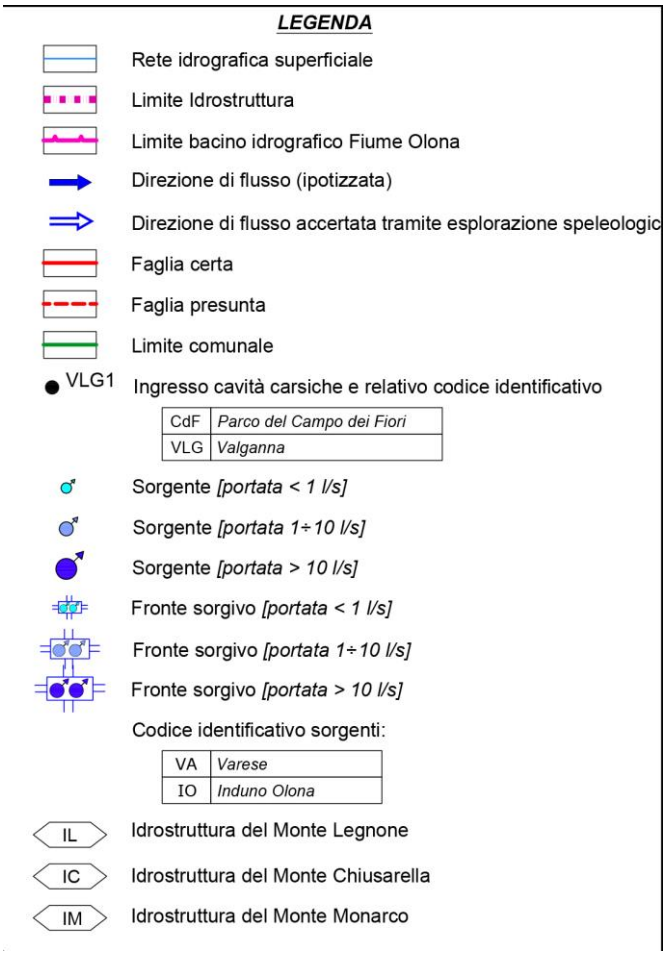
La permeabilità dell'idrostruttura è data dalla fratturazione e dal carsismo, evidenziato dalla presenza di numerose grotte (Grotta dell'Alabastro, Grotta della Viturina, Dedalo di Valganna, Buca del Tasso). In particolare nell'Idrostruttura del Monte Chiusarella sono note 17 cavità (vedi tabella seguente) , di cui 16 di origine carsica; l'eccezione è rappresentata dall'Antro delle Gallerie (VLG1), ipogeo artificiale di età presumibilmente romana. La posizione delle grotte è riportata nella Figura 6.

Il gruppo di grotte da VlG2 a VLG 8 sono cavità sviluppate entro la Dolomia del San Salvatore, Complesso Carbonatico intermedio, e non sono di interesse per questo studio in quanto afferenti ai bacini idrografici delle sorgenti Nestore, Grotte di Valganna ed altre minori, situate entro il sistema di forre in destra idrografica della Valganna.

Le cavità di interesse sono quelle comprese tra VLG11 e VLG15, tra cui la VLG13, ovvero la Sorgente captata dalla birreria. Queste grotte sono frammenti di un unico sistema carsico ed in particolare del settore terminale, ovvero della parte prossima ad un'antica sorgente situata presumibilmente intorno a quota 450-500 m slm. Tale sistema venne sezionato dalla forra della Valganna, presumibilmente in età Messiniana: attualmente ne sono noti solo alcuni tronconi. E' però probabile che l'attuale rete di alimentazione della sorgente degli Ammalati utilizzi in larga parte l'antico reticolo e che quindi l'acqua presente in queste grotte contribuisca ad alimentare la falda carsica avente come recapito la sorgente; si tratta per lo più di modesti stillicidi, individualmente poco significativi ma rappresentativi della situazione idrogeologica presente nell'area di alimentazione. Nel settore prossimo alla Fonte degli Ammalati sono presenti numerose cavità carsiche, il cui studio consente di ricostruire, almeno concettualmente, l'assetto dell'idrostruttura.

| N.ARCHIVIO | NOME | LOCALITA' | QUOTA | SVILUPPO | DISLIVELLO |
|---|---|---|---|---|---|
| | Cavità campione | | | | |
| | | | | | |
| VLG1 | ANTRO DELLE GALLERIE | ALPE CUSEGLIO | 550 | 2000 | -15 |
| VLG2 | GROTTA DELL'ALABASTRO | VAL FREDDA | 510 | 100 | -21,15 |
| VLG3 | GROTTA DELLO SBANCAMENTO DELLA S.S.N.233 | FONTANA DEGLI AMMALATI | 457 | 11 | 3.5 (+2.5,-1) |
| VLG4 | II° CAVITA' PRESSO LO SBANCAMENTO DELLA S.S.N.233 | FONTANA DEGLI AMMALATI | 467 | 4 | 7,5 |
| VLG5 | BOGETTA | ALPE CUSEGLIO | 490 | 4 | -1 |
| VLG6 | BOGIA | ALPE CUSEGLIO | 485 | 32 | -3,3 |
| VLG7 | RIPARO DELLA PISSAVACCA | VALGANNA | 425 | 6 | 0 |
| VLG8 | RIPARO DEL PISSABO' | VALGANNA | 425 | 6 | 5 |
| VLG9 | GROTTA DI PONTE OLONA | VALGANNA | 400 | 17 | 0 |
| VLG10 | GROTTA DEL TUFO | GROTTE VALGANNA | 410 | 16 | 0 |
| VLG11 | DEDALO DELLA VALGANNA | GROTTE VALGANNA | 440 | 105 | -15,4 |
| VLG12 | GROTTA SOPRA LA GALLERIA DEL KM 5 DELLA S.S.N.233 | FONTANA DEGLI AMMALATI | 422 | 17,4 | 7 |
| VLG13 | SORGENTE PRESSO LA FABBRICA DI BIRRA | FONTANA DEGLI AMMALATI | 410 | 22 | 5(+2.7,-2.1) |
| VLG14 | TANA DELL' ORSO | FONTANA DEGLI AMMALATI | 431 | 23 | -4 |
| VLG15 | BUCA DEL TASSO | FONTANA DEGLI AMMALATI | 450 | 110 | -25 |
| VLG16 | BUCA DI VAL BOSCACCIA | VAL BOSCACCIA | 455 | 4,1 | 0 |
| VLG17 | TANA DEL MOLINETTO | ROBARELLO | 460 | 3,5 | 1 |


IC
IM
VLG2
VLG3
VLG4
VLG5
VLG6
VLG7
VLG8
VLG9
VLG10
VLG11
VLG13
VLG14
VLG15
VLG16
VA10
VA11
VA13
IO01
IO04
00000
482.5
538.75
576.25
523.75
510.63
558.75
558.12
507.5
508.75
503.75
468.75
461.25
444.37
00000
575
590
Ravetta
Montallegro
Orsa
Villa Medici
Villa Effezio
Broglio



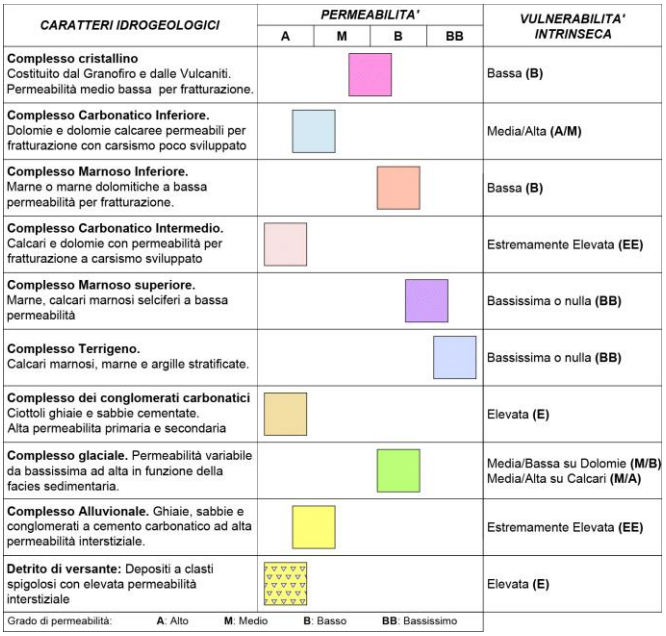




**Figura 5 Stralcio carta idrogeologica: ubicazione cavità carsiche relativamente all' idrostruttura del Monte Chiusarella (Idrogea, 2011)**

Il recapito principale del sistema carsico è rappresentato da un fronte sorgentizio situato in prossimità dell'alveo del F.Olona, costituito da tre sorgenti: Sorgente Fontane Calde (captata da ASPEM), e le sorgenti Mulini Grassi, utilizzate da Carlsberg per scopi produttivi.
Sono inoltre presenti numerose altre sorgenti minori, situate ai margini dell'idrostruttura, tra cui la Fontana degli Ammalati (margine est), utilizzata sempre dal Carlsberg (IO04) e le sorgenti dell'Acquedotto Ponti (VA13), che danno luogo allo spettacolare ammasso di travertino situato all'ingresso della Valganna.

Nella seguente tabella è riportato l'elenco delle sorgenti censite nell'area, le loro caratteristiche principali e l'intervallo di portata. In grassetto sono riportate le sorgenti captate da Carlsberg.

| ID sorgente | Nome | Tipo di emergenza | Utilizzo | Portata (l/s) |
|---|---|---|---|---|
| VA08 | Rasa-paese | Localizzata | idropotabile | 2-4 |
| VA10 | Fontane calde | Localizzata | idropotabile | 18-35 |
| **VA11** | **Mulini Grassi 2** | **Localizzata** | **industriale** | **30** |
| **VA12** | **Mulini Grassi 1** | **Localizzata** | **industriale** | **20** |
| VA13 | Valganna | Fronte sorgivo | libera | <0,2÷2 |
| VA15 | Cava Riana | Localizzata | libera | 2 |
| **IO04** | **Fontana degli Ammalati** | **Localizzata** | **Produzione birra** | **5÷10** |

### 3.3.2 Vulnerabilità intrinseca.

La vulnerabilità intrinseca dei corpi idrici sotterranei all'inquinamento idroveicolato è una caratteristica che descrive la possibilità che una falda venga inquinata da sostanze provenienti dalla superficie. Per la definizione si può fare riferimento a vari sistemi di classificazione di tipo numerico, che tuttavia sono poco adeguati per descrivere contesti idrogeologici articolati come quelli prealpini.
Si privilegia in questi casi utilizzare il metodo qualitativo delineato dal CNR, denominato "Legenda unificata", dove vengono codificate le principali situazioni idrogeologiche, adattabili a quelle in esame, ed attribuita una classe di variabilità compresa tra 6 diversi gradi (da estremamente basa a estremamente elevata).

Il bacino di alimentazione della Sorgente degli Ammalati è sviluppato principalmente in due contesti idrogeologici, ovvero Complesso carbonatico intermedio (Dolomie e Calcari) senza copertura e con copertura di depositi glaciali. Nel primo caso la vulnerabilità varia tra Elevata a ed estremamente elevata, nel secondo caso è definibile come Alta. Nel bacino di alimentazione non sono presenti centri di pericolo significativi, con la parziale eccezione del'abitato di Bregazzana, dotato di servizi di collettazione fognaria e marginale rispetto all'area di alimentazione. La qualità delle acque captate presso la Fontana degli ammalati dipende presumibilmente dall'elevato gradi di naturalità dell'area di alimentazione

Il bacino di alimentazione delle sue sorgenti di Mulini grassi presenta caratteristiche analoghe, ovvero vulnerabilità estremamente elevata nei settori dove affiorano i calcari (in genere di modesta estensione e coincidenti col fondo delle vallette) ed alta nella restante parte del bacino, dove i depositi quaternaria agiscono con funzione di protezione per l'acquifero soggiacente. E' presente un unico centro di pericolo potenziale rappresentato dagli

insediamenti del centro Gulliver in località "Cascina Tagliata", recentemente collettata alla fognatura comunale.

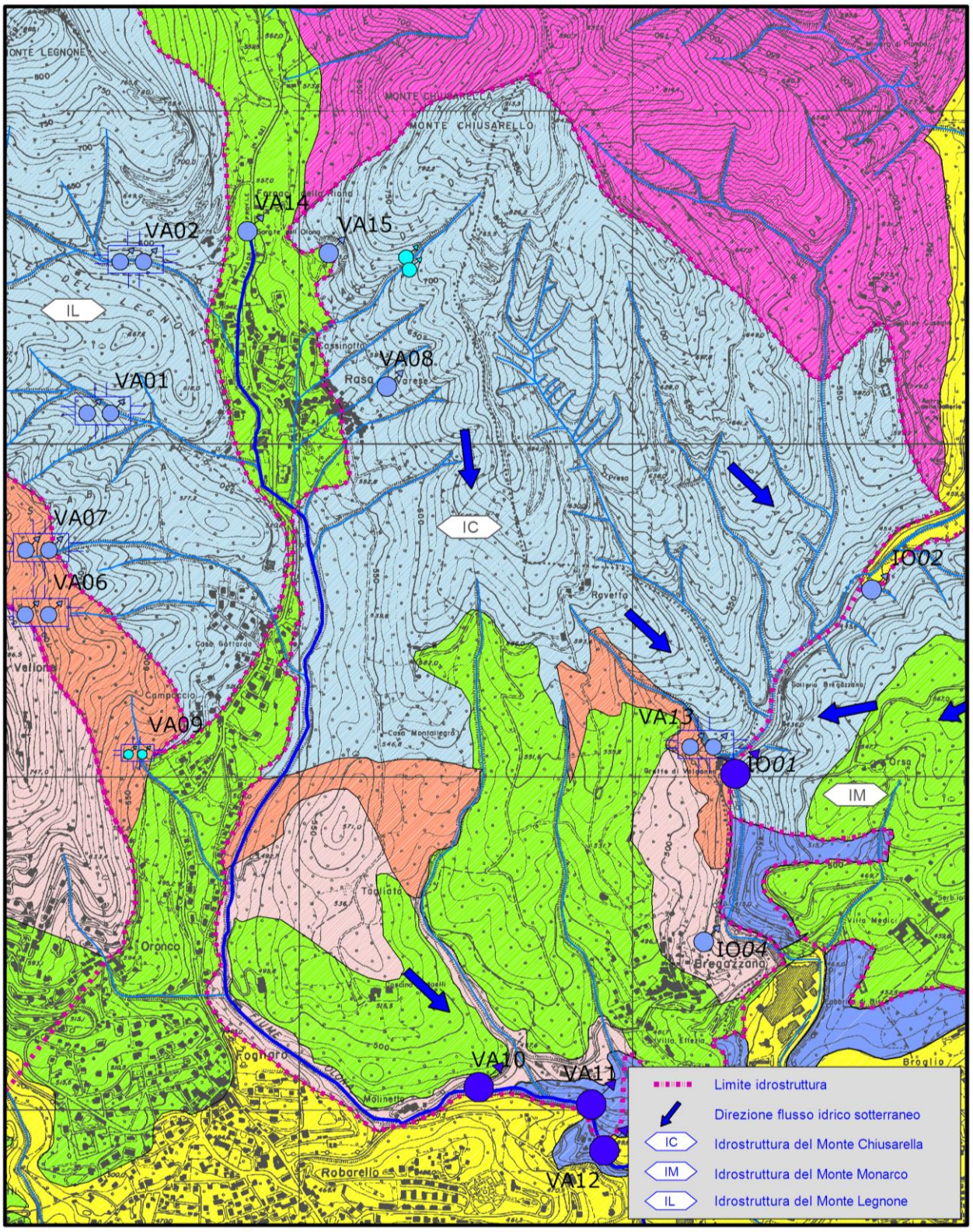



**Figura 6 Stralcio carta idrogeologica: ubicazione sorgenti e direzione del flusso idrico sotterraneo relativamente all' idrostruttura del Monte Chiusarella (Idrogea, 2011)**

## 3.4 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO

Lo stabilimento Carlsberg Italia sorge in Valganna nella valle del fiume Olona zona orientale, che viene tombinato proprio all'altezza dello stabilimento.

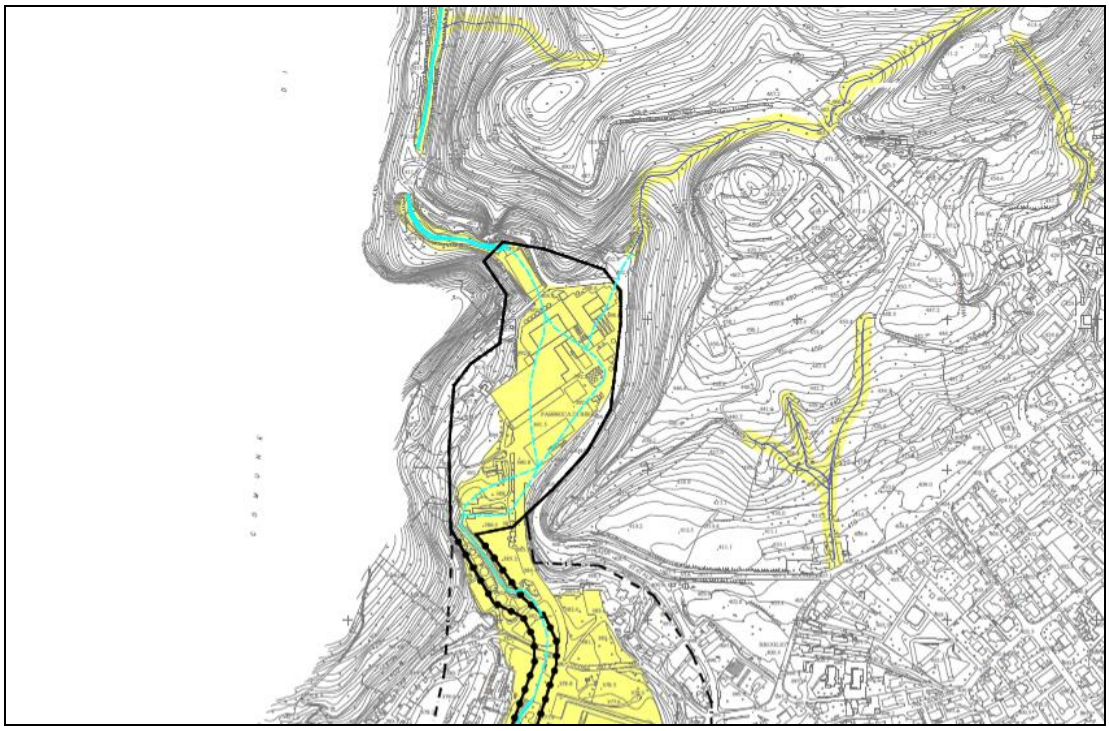


**Figura 7 estratto tavola 5 Indagini geologico-tecniche di supporto alla revisione del P.R.G. del Comune di Induno Olona**

Il tratto dell'Olona a monte dello stabilimento (sezione 30) ha un bacino idrografico di area 3.7 $km^2$ e caratteristiche torrentizie; scorre in una valle stretta con morfologie aspre, per larga parte parallelo alla S.S. n233, che in alcuni punti ne provoca la tombinatura.
All'interno della proprietà Carlsberg riceve le acque del torrente Riale, che ha un bacino di estensione 0.23 $km^2$ (in rosso in Figura 8).

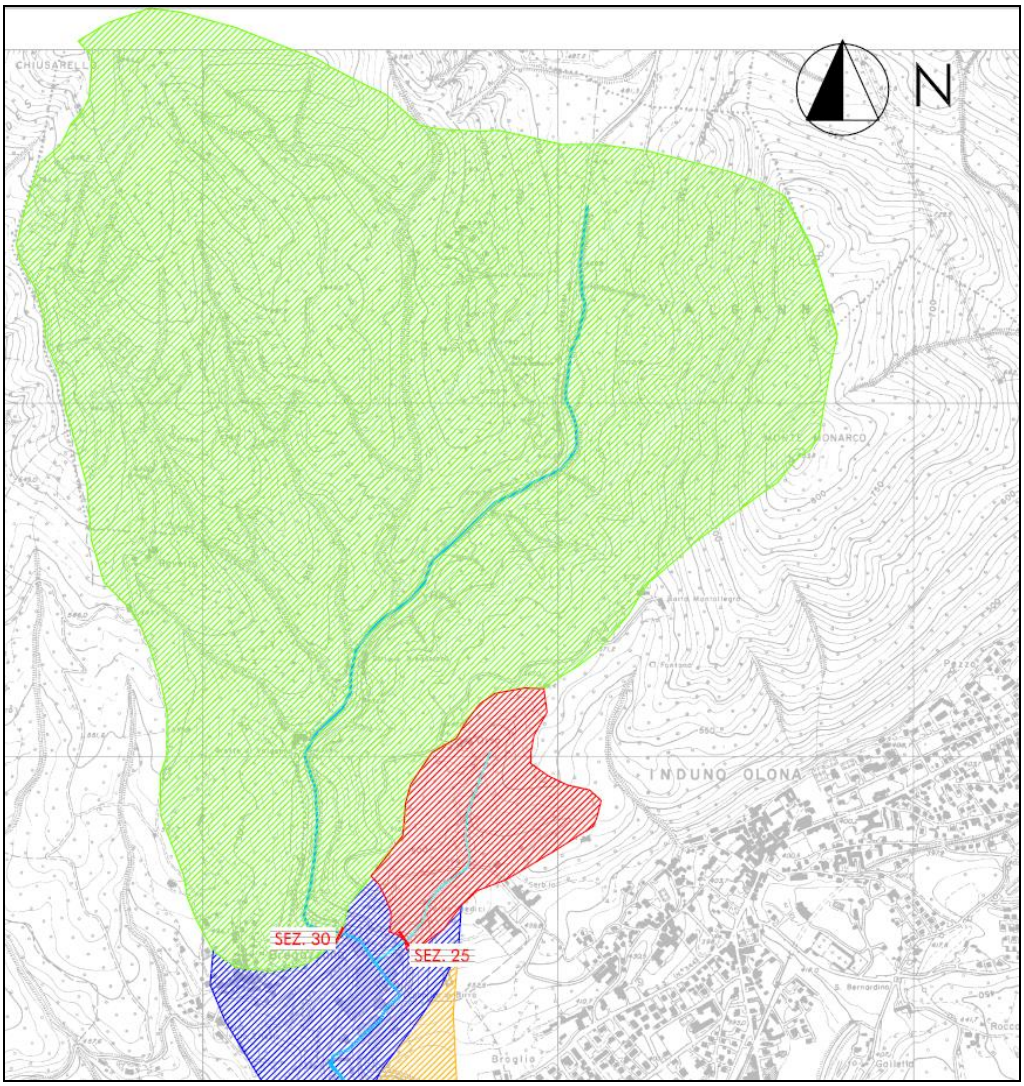



**Figura 8 bacini idrografici, estratto Allegato A '*Aggiornamento della relazione tecnico-idraulica*'**

### 3.4.1 MAPPATURA DEL RISCHIO IDRAULICO

La Direttiva Europea n. 2007/60/CE del 23 ottobre 2007, è stata redatta con l'intento di istituire "*un quadro per la valutazione e la gestione dei rischi di alluvioni, volto a ridurre le conseguenze negative per la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche...* " (art.1). A differenza di altri paesi europei, la normativa nazionale italiana precedente l'emanazione della Direttiva, costituita principalmente dalla Legge n. 183 del 1989 e dalla Legge n. 267 del 1998, già da molti anni ha imposto, attraverso l'istituzione delle Autorità di Bacino, la valutazione del rischio determinato da fenomeni idraulici.
Con l'emanazione del D.Lgs. 23 febbraio 2010 n. 49 concernente *"Attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione ed alla gestione dei rischi di alluvioni"* compete alle Autorità di Bacino Distrettuali l'adozione dei Piani Stralcio di distretto per l'assetto idrogeologico. I Piani di cui al D.Lgs. 49/2010 devono prevedere misure per la gestione del rischio di alluvioni nelle zone ove possa sussistere un rischio potenziale ritenuto significativo evidenziando, in particolare, la riduzione delle potenziali conseguenze negative per la salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali, attraverso l'attuazione prioritaria di interventi non strutturali e di azioni per la riduzione della pericolosità.

Nell'ambito dell'applicazione del decreto sono quindi state mappate le aree a rischio di alluvione. Il rischio si esprime come prodotto della pericolosità e del danno potenziale in corrispondenza di un determinato evento:

**R = P x E x V = P x Dp**

dove:

- **P** *(pericolosità)*: probabilità di accadimento, all'interno di una certa area e in un certo intervallo di tempo, di un fenomeno naturale di assegnata intensità;
- **E** *(elementi esposti)*: persone e/o beni (abitazioni, strutture, infrastrutture, ecc.) e/o attività (economiche, sociali, ecc.) esposte ad un evento naturale;
- **V** *(vulnerabilità)*: grado di capacità (o incapacità) di un sistema/elemento a resistere all'evento naturale;
- **Dp** *(danno potenziale)*: grado di perdita prevedibile a seguito di un fenomeno naturale di data intensità, funzione sia del valore che della vulnerabilità dell'elemento esposto;
- **R** (rischio): numero atteso di vittime, persone ferite, danni a proprietà, beni culturali e ambientali, distruzione o interruzione di attività economiche, in conseguenza di un fenomeno naturale di assegnata intensità.

Le quattro classi di danno potenziale possono così essere definite:

- **D4** *(Danno potenziale molto elevato)*: aree in cui si può verificare la perdita di vite umane, ingenti danni ai beni economici, naturali storici e culturali di rilevante interesse, gravi disastri ecologico–ambientali;
- **D3** *(Danno potenziale elevato)*: aree con problemi per l'incolumità delle persone e per la funzionalità del sistema economico, aree attraversate da linee di comunicazione e da servizi di rilevante interesse, le aree sedi di importanti attività produttive;
- **D2** *(Danno potenziale medio)*: aree con limitati effetti sulle persone e sul tessuto socioeconomico. Aree attraversate da infrastrutture secondarie e attività produttive minori, destinate sostanzialmente ad attività agricole o a verde pubblico;
- **D1** *(Danno potenziale moderato o nullo)*: comprende le aree libere da insediamenti urbani o produttivi dove risulta possibile il libero deflusso delle piene.

Il livello del Rischio in una data area viene calcolato incrociando nella tabella sotto riportata il livello di pericolosità stabilito (P3, P2, P1) e quello di danno potenziale (D4, D3, D2, D1); i quattro livelli di Rischio conseguenti sono:

- **R4** *(rischio molto elevato)*: per il quale sono possibili perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio-economiche;
- **R3** *(rischio elevato)*: per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni relativi al patrimonio ambientale;
- **R2** *(rischio medio)*: per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;
- **R1** *(rischio moderato o nullo)*: per il quale i danni sociali, economici ed al patrimonio ambientale sono trascurabili o nulli.

| CLASSI DI RISCHIO | | CLASSI DI PERICOLOSITA' | | |
|---|---|---|---|---|
| | | P3 | P2 | P1 |
| CLASSI DI DANNO | D4 | R4 | R4 R3 | R2 |
| | D3 | R4 R3 | R3 | R2 R1 |
| | D2 | R3 R2 | R2 | R1 |
| | D1 | R1 | R1 | R1 |

Dal Geoportale Regionale della Lombardia sono stati scaricati i dati di rischio alluvione calcolati nella Regione per l'area in esame (Figura 9).
Le aree produttive dello stabilimento ricadono in aree a classificazione R4 a causa del danno potenziale molto elevato che può provocare un esondazione del fiume Olona. Le aree limitrofe boschive a rischio R1 e un area del piazzale nei pressi della portineria a rischio R2.

**Figura 9 Mappatura del rischio idraulico (dati da Geoportale della Regione Lombardia)**

# 4 APPROVVIGIONAMENTO IDRICO

L'approvvigionamento idrico dello stabilimento Carlsberg viene effettuato tramite due linee differenti, provenienti dalla zona "Fontana degli Ammalati", in Valganna, e dai Mulini Grassi, tra Bregazzana ed Olona.

La linea "Fontana degli Ammalati" era originariamente alimentata da due sorgenti, ovvero quella attuale e quella denominata "Nestore". Quest'ultima è però stata dismessa a causa dello sradicamento della tubazione di adduzione da parte di una piena del Fiume Olona; il ripristino non venne effettuato in quanto la sorgente forniva comunque una portata assai modesta.

La linea "Mulini grassi" inizia in corrispondenza di un casello situato in prossimità dell'alveo del F. Olona, ramo occidentale, in località Mulini grassi. All'interno del casello sono presenti due tubazioni di adduzione, ma non è nota la posizione di nessuno dei due punti di prelievo. Sono state reperite nell'archivio della Provincia di Varese delle carte con la loro posizione. Si suggerisce in merito di effettuare attività di individuazione e poi di manutenzione straordinaria.

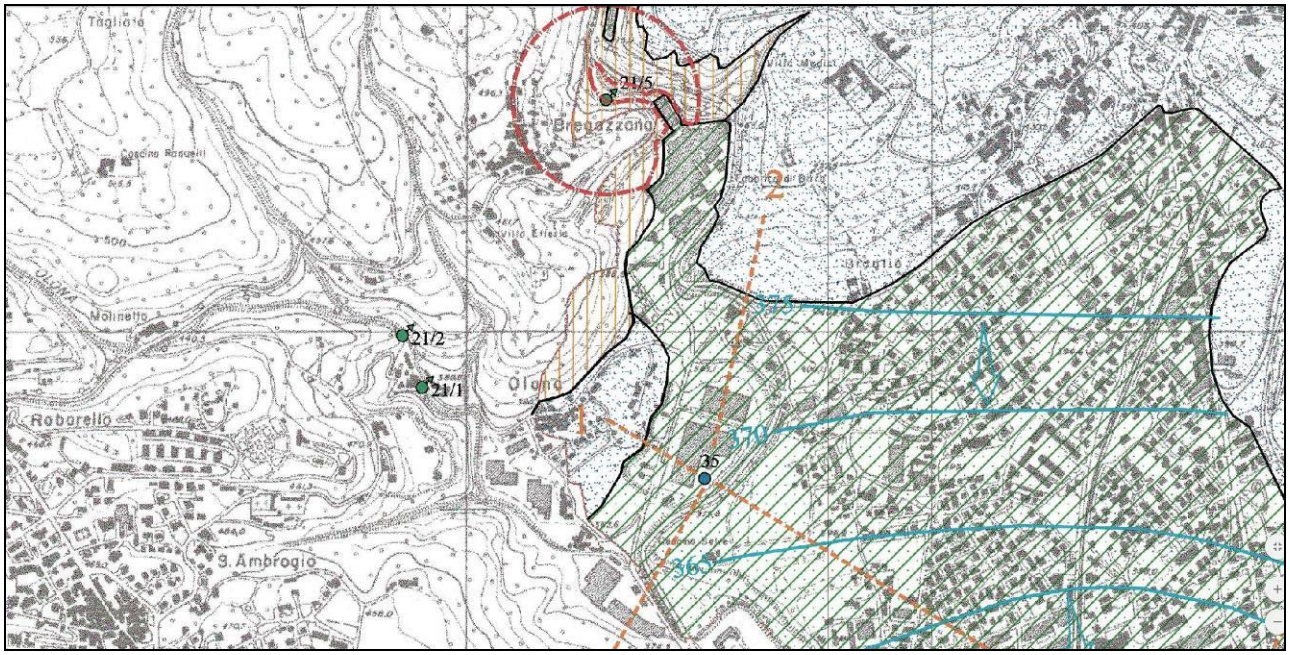



**Figura 10 ubicazione sorgenti, estratto Tavola 2 Indagini geologico-tecniche di supporto alla revisione del P.R.G. del Comune di Induno Olona**

## 4.1 DESCRIZIONE OPERE DI PRESA

La Sorgente "Fontana degli ammalati" è sita in territorio di Induno Olona (VA) in direzione Nord rispetto allo Stabilimento (Figura 11). La captazione, concessa con disciplinare n.8587 del 20.12.2002, consiste in un casello addossato, ovvero una struttura in muratura messa in opera a chiusura del cunicolo da cui proviene l'acqua sorgiva. La struttura è chiusa tramite porticina metallica, adeguata per la sua funzione. La vasca di carico è limitata da uno stramazzo, oltre il quale una tubazione veicola le acque sorgive al sottostante casello di carico. L'acqua proviene da un cunicolo naturale non ispezionabile. Dal casello di carico l'acqua viene veicolata a gravità in condutture in acciaio di adduzione verso il bacino "Torre dell'acqua" dello stabilimento.
Pochi metri sopra la sorgente è presenta una cavità carsica, denominata Tana dell'Orso. L'ingresso della cavità è stato chiuso con cancello metallico al fine di ridurre il rischio di contaminazione della sottostante sorgente. L'accesso al cancello è problematico per la presenza di una parete alta un paio di metri e priva di strutture per l'avvicinamento, tipo scalette o corde fisse.
La cavità carsica ha uno sviluppo percorribile di una ventina di metri. La parte sommitale presenta morfologie vadose, quella inferiore forme freatiche. Non vi sono segni di scorrimento idrico recente.

**Figura 11 casello sorgente 'fonte degli ammalati'**

**Figura 12 stramazzo sorgente fonte degli ammalati**

La Fontana Mulini Grassi è sita in territorio di Varese in direzione Nord Ovest rispetto all'insediamento.
La captazione consiste in un casello addossato di piccole dimensioni, raggiungibile dalla strada dopo avere attraversato un terreno privato ed un guado sul F.Olona. Il casello è adeguatamente chiuso con porta metallica. All'interno del manufatto è presenta una vasca di carico entro cui convergono due tubazioni, ciascuna con portata di almeno 5 l/s. Non è nota l'origine di nessuna delle due, quindi le sorgenti idrogeologiche reali non sono né conosciute né ispezionabili. Sono state reperite le tavole progettuali relative alle opere di presa: si tratta di caselli addossati posizionati all'uscita di piccole condotte situate in prossimità dell'alveo del f. Olona.
All'uscita di ogni tubazione all'interno del casello è presente uno stramazzo per la misura delle portate; l'acqua sorgiva viene convogliata ad un casello di carico, situato in prossimità della strada comunale, e da esso viene pompata allo stabilimento sino al bacino "Bregazzana".

Le acque provenienti da "Fontana degli Ammalati" vengono utilizzate per la produzione della birra, mentre quelle di Mulini grassi servono i processi industriali (principalmente i lavaggi dei contenitori) e solo in caso di emergenza vengono usate per la produzione.

| Captazione | Fase produzione interessata | Portata concessa (l/s) |
|---|---|---|
| Fontana degli ammalati | -Usi civili e di presidio<br>-Preparazione del mosto<br>-Fermentazione<br>-Filtrazione | 10 |
| Fontane Mulini Grassi | -Confezionamento<br>-Infustamento<br>-Sala Macchine | 40 |

Il by-pass situato tra i bacini di accumulo delle due fonti consente, a seconda della richiesta della fabbricazione, di deviare parte dell'acqua accumulata nel bacino fontana Mulini Grassi (Bregazzana) a quello Fontana Ammalati (Torre).

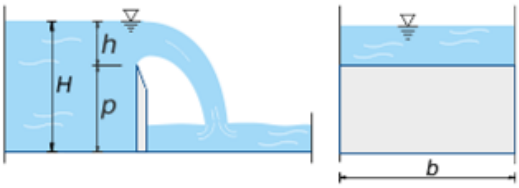
## 4.2 MISURA DELLE PORTATE ALLA SORGENTI

L'acqua in uscita da ciascuna delle 3 sorgenti attraversa uno stramazzo che ne permette la misura di portata, realizzata con cadenza pressoché mensile dai tecnici Carlsberg.

La Committente ha fornito 204 misure di battente idrico (h) misurate ai 3 stramazzi delle sorgenti dal luglio 2006 al luglio 2015; tali misure sono state trasformate in portate di efflusso (l/s) secondo la formula per stramazzo a parete sottile di Bazin.

$$Q = \mu \cdot b \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot h^{3/2}$$

$$\mu = \left(0{,}405 + \frac{0{,}003}{h}\right) \cdot \left(1 + 0{,}55 \cdot \frac{h^2}{H^2}\right)$$




Le dimensioni degli stramazzi, fornite dalla Committente assieme alle altezze idriche misurate (h), sono le seguenti:

| Sorgente | b [m] | P (=H-h) [m] |
|---|---|---|
| Fontana Mulini Grassi (sx) | 0.7 | 1.03 |
| Fontana Mulini Grassi (dx) | 0.2 | 1.03 |
| Fontana Ammalati | 0.2 | 0.92 |

L'andamento delle portate stimate è riportato nel seguente grafico.

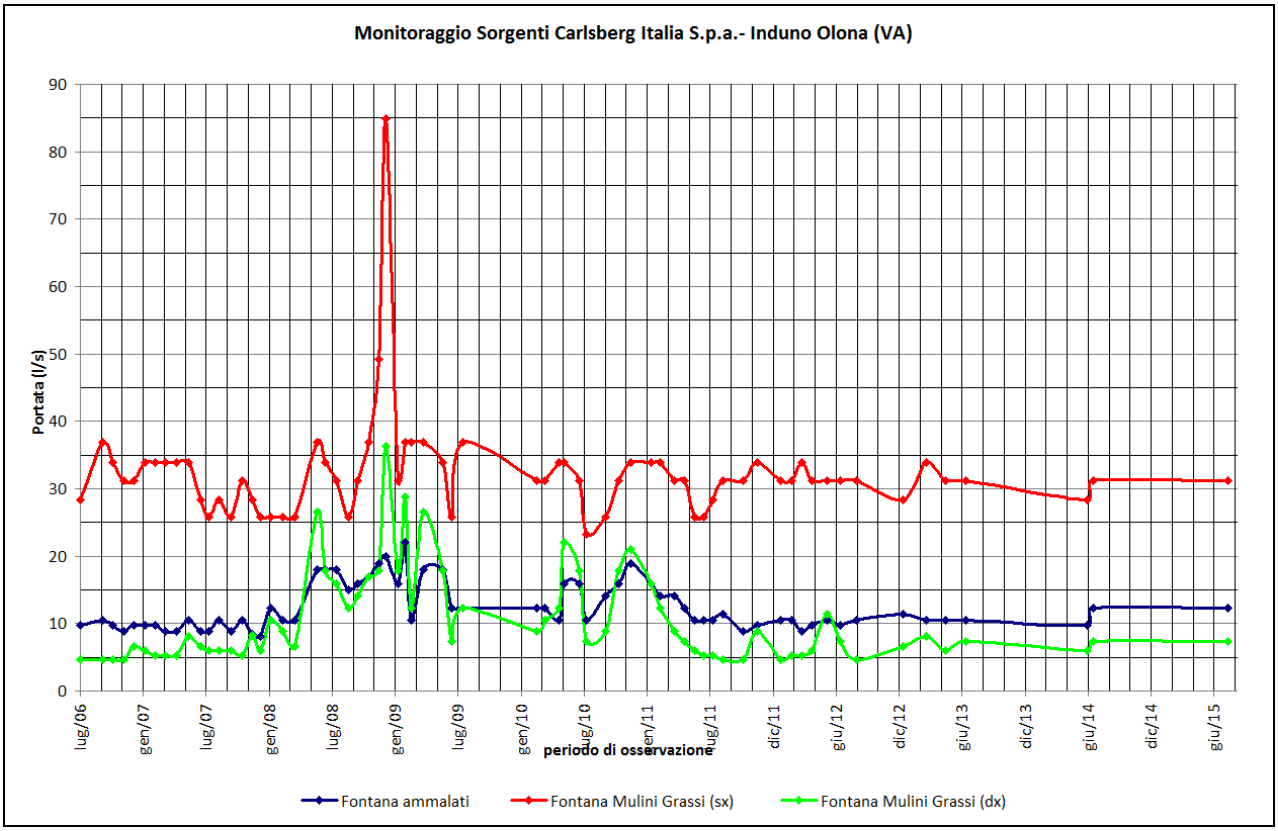



**Figura 13 portata delle 3 sorgenti**

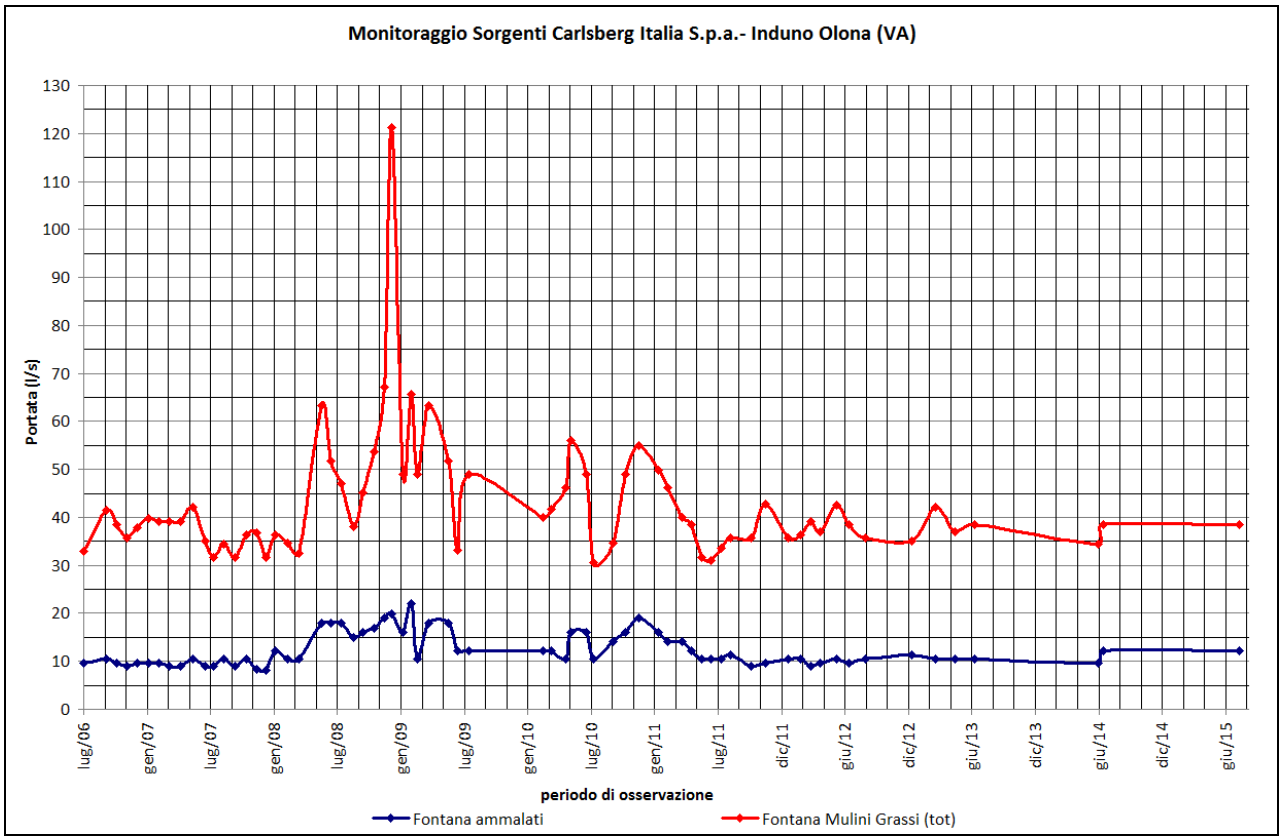



**Figura 14 portata delle sorgenti, accorpato l'approvvigionamento da Mulini Grassi**

I grafici delle tre sorgenti mostrano un andamento diverso per le tre sorgenti: le due sorgenti di Fontana Mulini Grassi hanno variazioni molto maggiori rispetto a quella della Fontana degli Ammalati, e pertanto appaiono più sensibili ai picchi di piena e ai periodi di siccità.

Il confronto tra i dati di portata disponibili e le precipitazioni giornaliere (vedi capitolo successivo) non permette di stimare una semplice correlazione tra le due variabili a causa del piccolo numero di portate rilevate (misura mensile) rispetto alla disponibilità giornaliera dei dati di pioggia.
La Figura 15 mostra ad esempio la sovrapposizione tra il più alto picco di portata, registrato nel dicembre 2008, e le precipitazioni: i picchi più alti di precipitazione del periodo considerato si sono registrati tra il 17/10/2008 e il 8/11/2008, mentre i massimi di portata sono stati registrati nella seconda metà di dicembre, ovvero più di un mese in ritardo.
Questo ritardo può essere causato dal fenomeno di immagazzinamento del sistema carsico che si ricarica progressivamente durante i periodi di massima infiltrazione e produce picchi di piena; è altresì possibile che il grafico risenta della frequenza modesta delle misure e che quindi non siano stati registrati i picchi successivi alle precipitazioni più intense. É quindi ribadita l'opportunità di dotare le opere di presa di un sistema di monitoraggio in continuo delle portate.

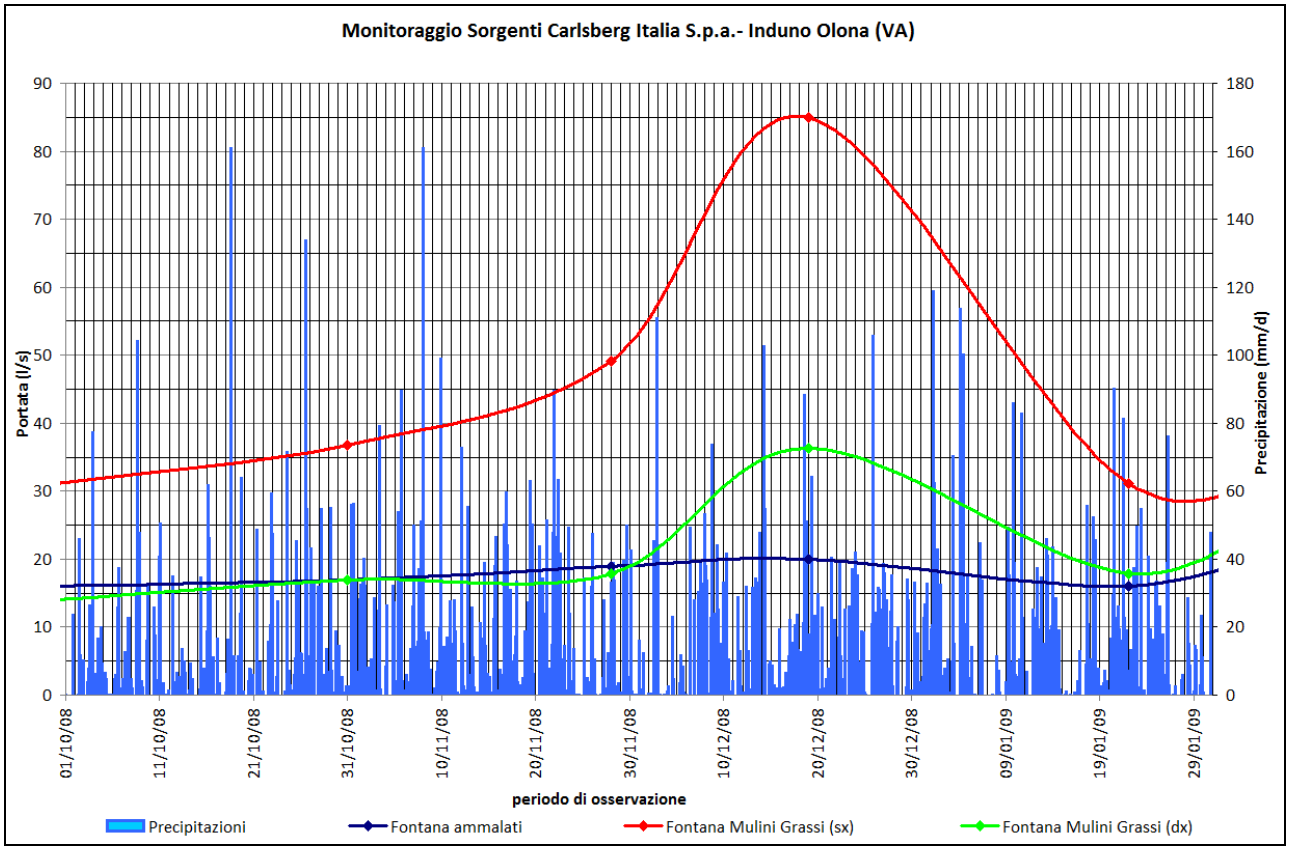



**Figura 15 picco del dicembre 2008 vs. precipitazioni**

Per ridurre la disparità numerica tra i campioni di dati delle due variabili (portata sorgiva e precipitazioni), è stata calcolata la media mobile della variabile precipitazione. Con procedura 'trial & error' si sono scelte due estremi dell'intervallo entro il quale la media mobile delle precipitazioni sembra ben rappresentare l'andamento della singola sorgente.
Con questo metodo si può in prima ipotesi associare un arco temporale di precipitazione al bacino di alimentazione della sorgente.

La Figura 16 rappresenta l'andamento della sorgente Fontana degli ammalati a confronto con la media mobile delle precipitazioni. L'intervallo temporale entro il quale le precipitazioni sembrano rappresentare le portate alla sorgente, ovvero all'interno del quale si possono individuare un andamento dei picchi simile a quello delle portate, va da 30 a 60 giorni.

La Figura 17 rappresenta l'andamento delle sorgenti Fontana Mulini Grassi a confronto con la media mobile delle precipitazioni. L'intervallo temporale entro il quale le precipitazioni sembrano ben rappresentare le portate delle sorgenti da 20 a 40 giorni.

Si possono pertanto trarre alcune considerazioni relative alla correlazione tra precipitazioni e portata delle sorgenti, che meritano un approfondimento a seguito di un monitoraggio più accurato delle sorgenti:

- le due sorgenti fontana Mulini Grassi hanno un andamento tra loro simile e influenzato dal regime pluviometrico con tempistiche relativamente corte (20-40 giorni), quella di sinistra risulta molto più produttiva rispetto a quella di destra;
- la sorgente Fontana degli Ammalati mostra una portata minore e invece un andamento più costante nel tempo e meno influenzato dal regime delle piogge. Questa sorgente è presumibilmente il recapito di un sistema carsico con risalite regolatrici più significative al sistema rispetto al sistema sorgivo di Mulini grassi.

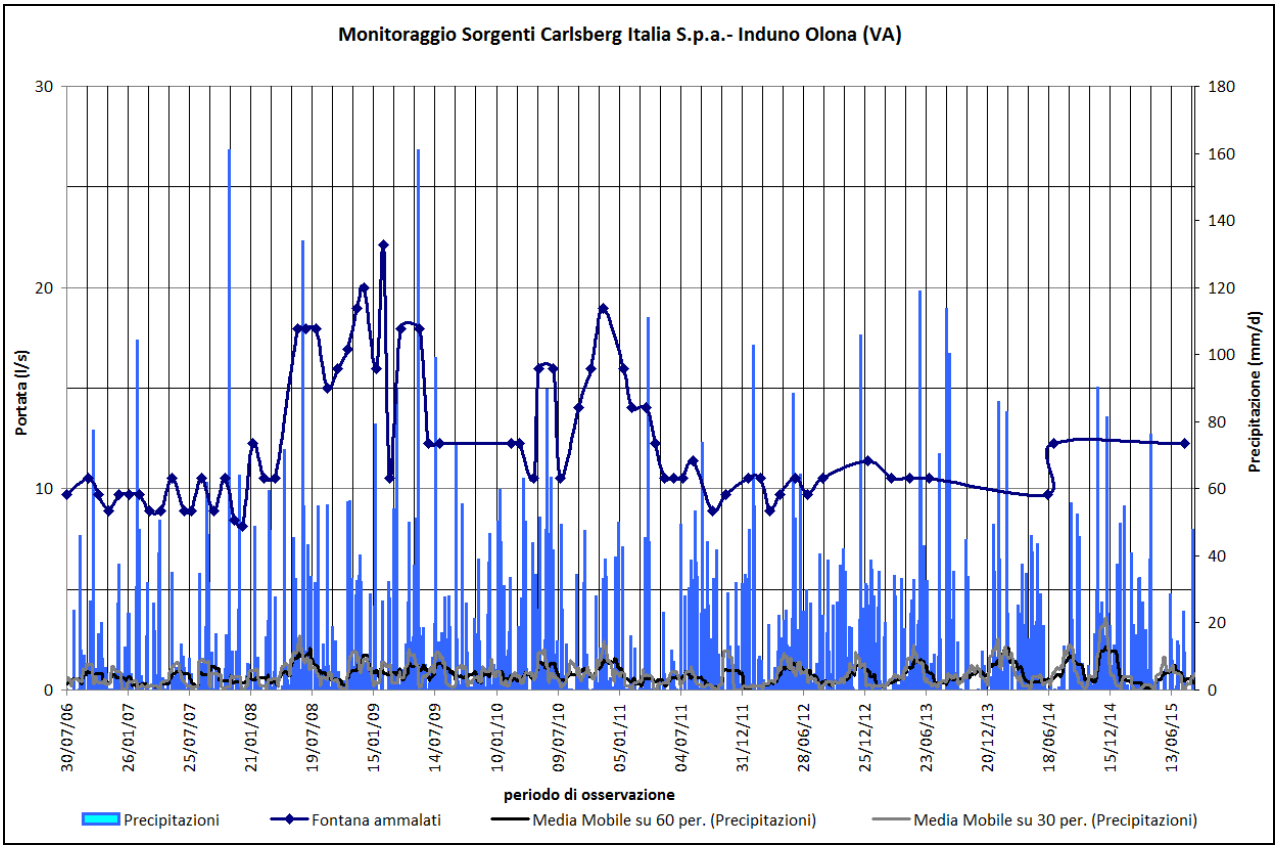



**Figura 16 Q Fontana degli ammalati vs. media mobile precipitazioni**

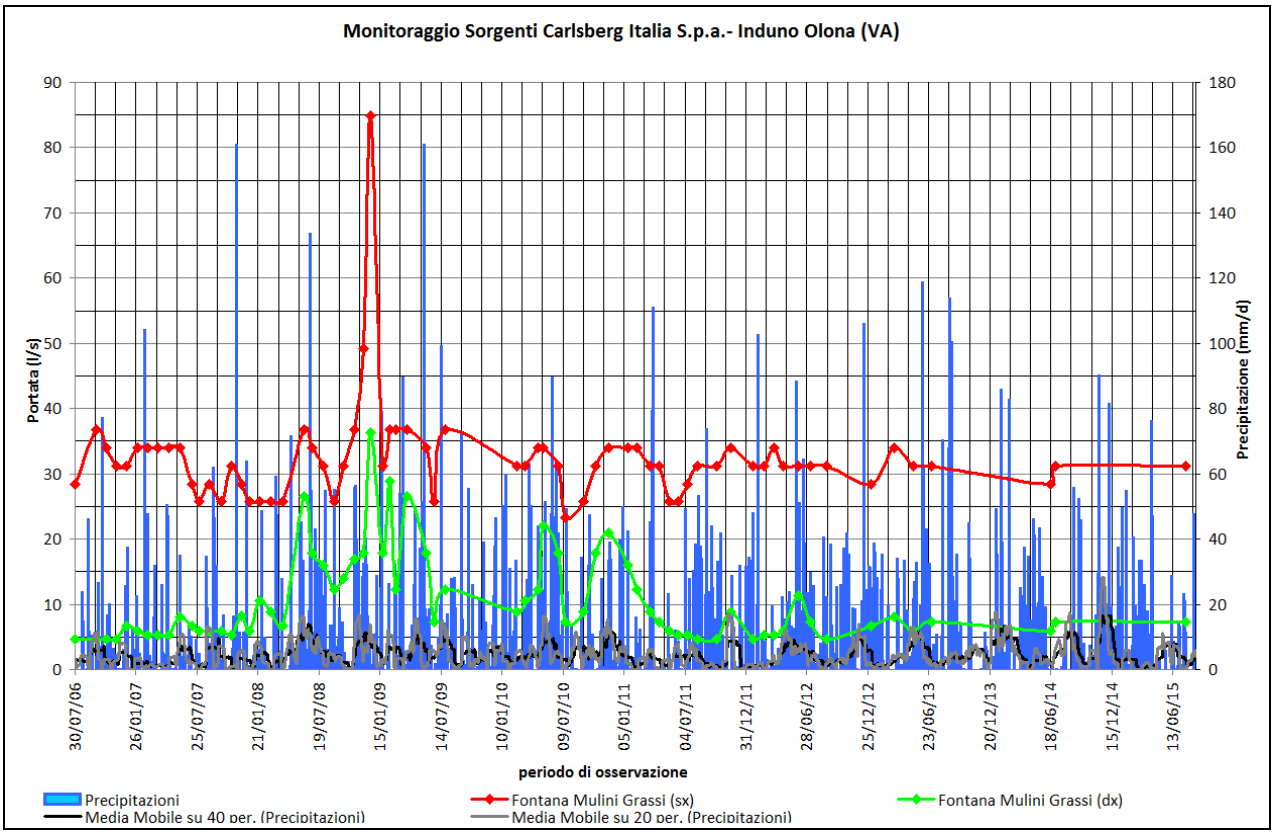



**Figura 17 Q Fontana Mulini Grassi vs. media mobile precipitazioni**

# 5 DATI PLUVIOMETRICI

Per prevedere i possibili eventi estremi di siccità e alluvione per l'area in esame, si è realizzata una ricerca di dati storici di pioggia nell'archivio di ARPA Lombardia.

## 5.1 CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA (ARPA)

Innanzitutto sono state valutate le precipitazioni estrapolate dalle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica elaborate da ARPA Lombardia per le piogge di durata 1-24 ore.
La dipendenza di tali linee, espresse in mm di pioggia, dalla durata D dell'evento pluviometrico è funzione di tre parametri secondo la formula:

$$h_T(D)=a_1 w_T D^n$$

Sul sito internet http://idro.arpalombardia.it, ARPA Lombardia ha calcolato e messo a disposizione per tutto il territorio regionale i parametri $a_1$, n e w(Tr) attraverso i quali è possibile ricavare le linee segnatrici di possibilità pluviometrica (di seguito Lspp) per il Tempo di ritorno desiderato. Il tempo di ritorno è un concetto probabilistico che indica il tempo in cui un determinato evento estremo può essere raggiunto o superato mediamente una volata sola.

L'immagine seguente (Figura 18) mostra l'andamento qualitativo del coefficiente pluviometrico orario parametro $a_1$ calcolato secondo le elaborazioni dei dati pluviometrici sulle principali stazioni presenti nel territorio regionale.

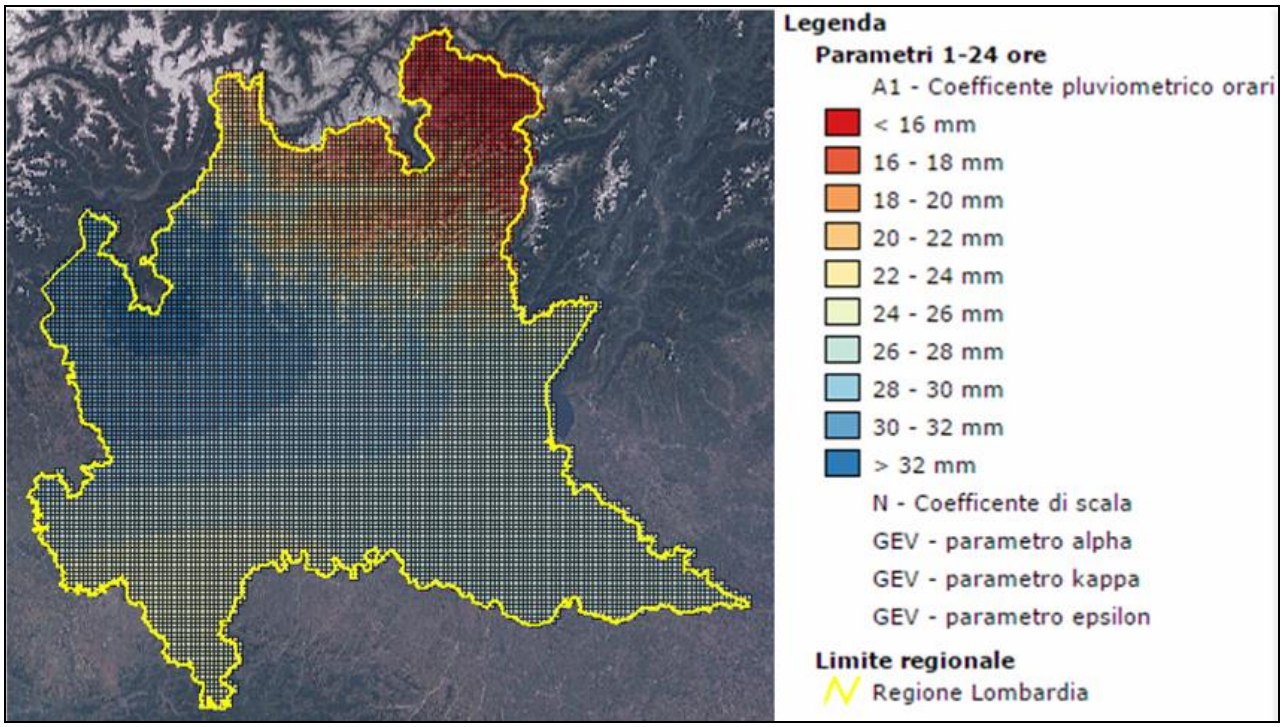



**Figura 18 andamento qualitativo del parametro $a_1$ per la definizione delle lspp per durate tra 1 e 24 ore sull'intero territorio regionale (ARPA Lombardia)**

Il Parametro n (esponente di scala) è fortemente influenzato dalla quota. La Figura 19 mostra l'andamento qualitativo su tutto il territorio della regione Lombardia:

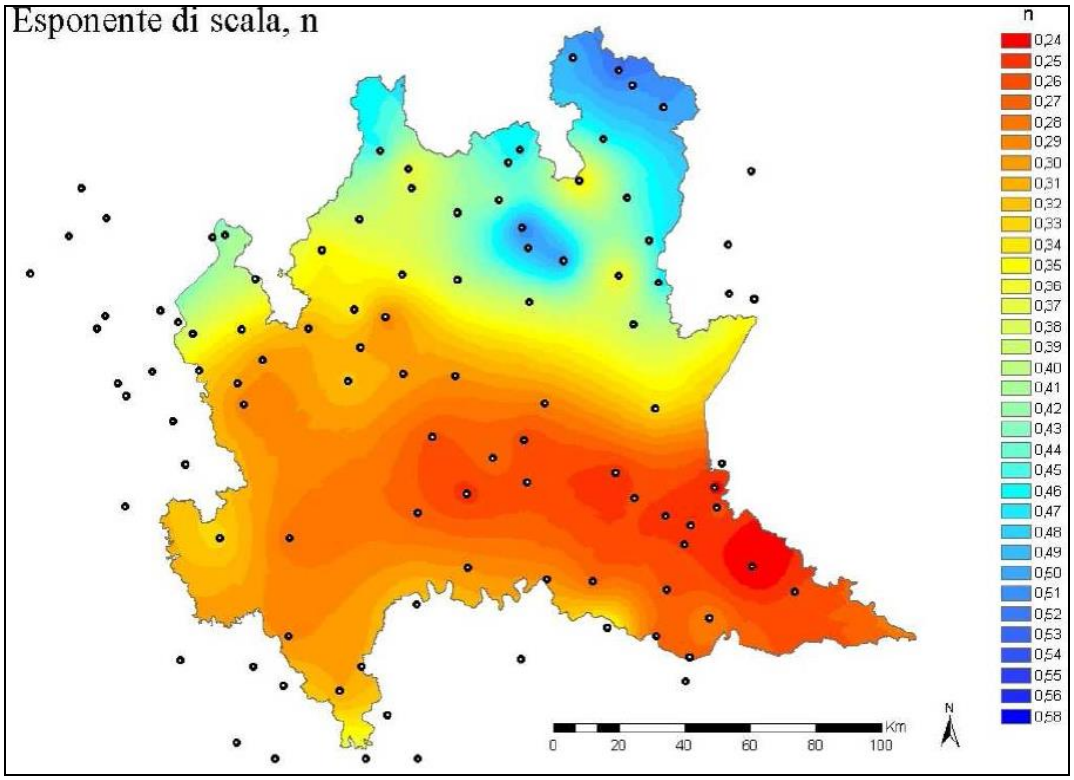



**Figura 19 andamento qualitativo del parametro n per la definizione delle lspp per durate tra 1 e 24 ore sull'intero territorio regionale (ARPA Lombardia)**

Dalla correlazione empirica dei parametri di locazione ε, del parametro di scala α e del parametro di forma k la Regione Lombardia, ha definito il quantile dell'altezza di precipitazione normalizzata, parametro w, espresso in funzione del tempo di ritorno (Tr).
Per eventi di durata inferiore all'ora in assenza di dati specifici,si sono utilizzati gli parametri indicati da ARPA ad eccezione del parametro n per il quale si è scelto un valore di 0.5, in aderenza agli standard suggeriti dalla letteratura idrologica.
I parametri di riferimento per l'area di studio, individuati dal quadrante corrispondente sono riassunti nella seguite Tabella:

| | |
|---|---|
| **A1** | 32.080002 |
| **N - Coefficiente di scala** | 0.359 |
| **GEV alpha** | 0.27900001 |
| **GEV kappa** | -0.0117 |
| **GEV epsilon** | 0.83560002 |

Le Linea segnalatrice di probabilità pluviometrica (Lspp) calcolate da ARPA per l'area di studio sono riportate in Figura 20, la seguente tabella riporta i mm di pioggia relativi ai tempi di ritorno di 2, 50, 100 e 200 anni calcolati per eventi di durata 0.25, 0.5, 1, 10 e 24 ore. L'evento pluviometrico segnato in giallo è quello di massima precipitazione giornaliera individuato nella serie storica sopra descritta.

| **Tempo di ritorno** | **mm di pioggia** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **15'** | **30'** | **in 1h** | **in 6h** | **in 24h** |
| Tr=2 anni | 15.05 | 21.28 | 30.1 | 57.3 | 94.2 |
| Tr=50 anni | 31.27 | 44.22 | 62.5 | 119 | 195.7 |
| Tr=100 anni | 34.55 | 48.87 | 69.1 | 131.5 | 216.3 |
| Tr=200 anni | 37.85 | 53.53 | 75.7 | 144 | 236.9 |

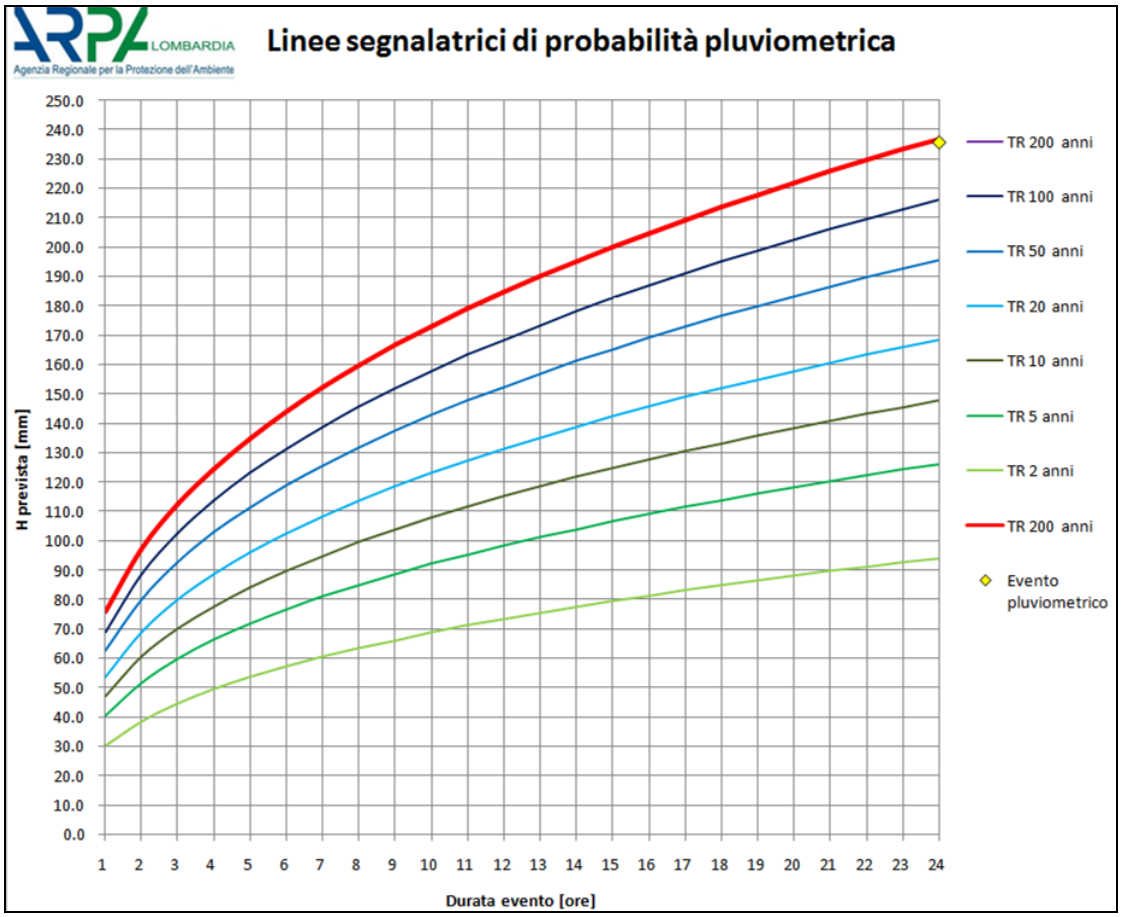



**Figura 20 Lspp calcolate per diversi Tempi di ritorno**

## 5.2 DATI STORICI

Nell'archivio di dati pluviometrici di ARPA Lombardia sono stati analizzati i dati di precipitazione giornaliera disponibili per due stazioni ubicate in prossimità dello stabilimento Carlsberg. Le stazioni individuate sono a Varese in via Andrea del Sarto, che dista circa 1.5 km dallo stabilimento, e via Appiani, ubicata a ca. 2 km; la figura seguente ne riporta la posizione.

La serie storica di dati analizzata è considerevole e comprende i dati pluviometrici giornalieri (mm/d) di circa 104 anni, dal 1913 ad oggi, con una percentuale di dati mancanti del 5%, concentrati in 3 periodi antecedenti il 1980.

**Figura 21 Ubicazioni stazioni ARPA di Varese**

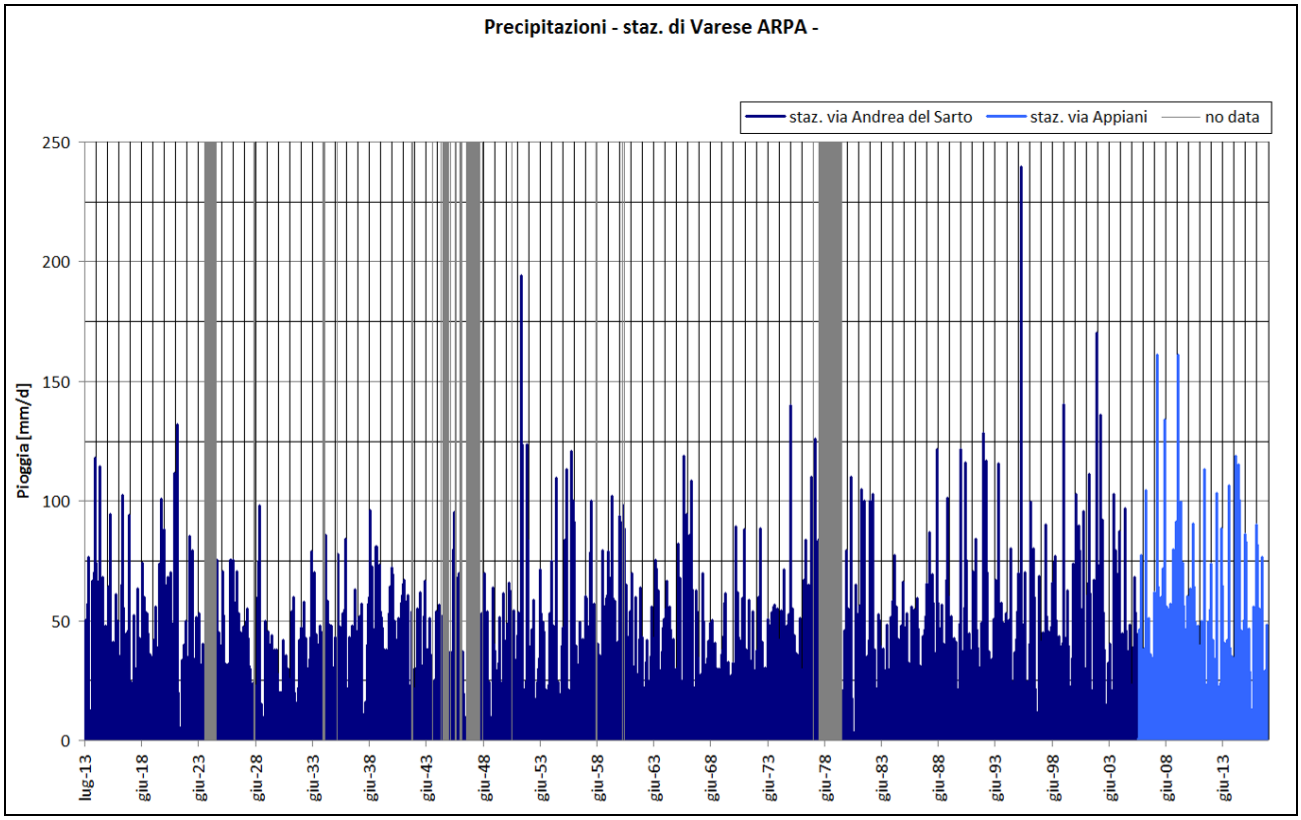



**Figura 22 Serie storica di precipitazioni, stazioni di Varese**

L'analisi della serie storica permette di ricavare i seguenti dati riguardo a eventi meteorologici estremi degli ultimi 100 anni:

- massima intensità di pioggia in 24 ore, 235.5 mm/d;
- massimo numero di giorni consecutivi di pioggia, 29 giorni;
- pioggia media annuale sui dati disponibili, 1415.23 mm/y;

- massimo numero di giorni consecutivi siccitosi, 55 giorni;
- massimo numero di giorni consecutivi con pioggia <10 mm, 35 mm di pioggia in 109 giorni.

Si è realizzata inoltre un'analisi della frequenza degli eventi siccitosi (giorni consecutivi senza pioggia) raggruppandoli in base alla loro durata. Per esempio gli eventi siccitosi con durata di 20 giorni sono stati raggruppati, contati (24 eventi) ed è stata calcolata la loro frequenza media di accadimento nel campione di dati disponibile (in media ogni 897 giorni, ovvero circa ogni 2.5 anni).

I dati così ottenuti sono rappresentati nel seguente grafico che riporta in ascissa la durata degli eventi siccitosi e in ordinata la loro frequenza di accadimento registrata nell'ultimo secolo (in anni). Gli eventi di siccità più intensa (più di 45 giorni consecutivi senza pioggia), che sono stati registrati una sola volta nel campione di dati, non sono rappresentabili in Figura 23.

La curva esponenziale ottenuta interpolando i dati di Figura 23 può essere utilizzata per stimare il tempo di ritorno 'y' di un evento siccitoso di durata 'x', secondo l'equazione riportata nel grafico. Ad esempio un evento siccitoso della durata di 30 giorni (x) accade mediamente ogni 13 anni (y).

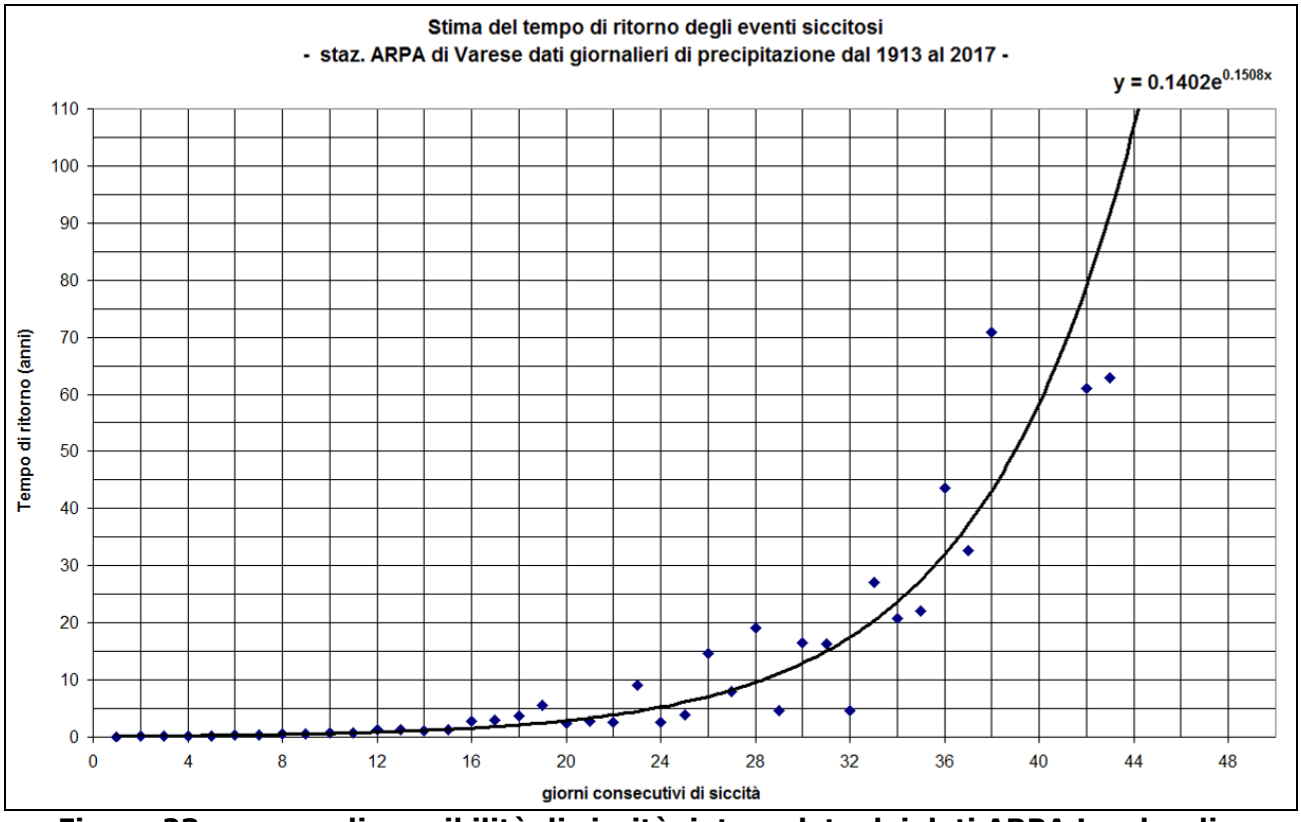



**Figura 23 curva di possibilità di siccità, interpolata dai dati ARPA Lombardia**

La curva sopra riportata ha validità nell'ambito di ipotesi di clima stazionario, tuttavia poiché a causa dei cambiamenti climatici negli ultimi anni si sono registrati eventi siccitosi più frequenti, ci si può aspettare che nei prossimi anni la curvatura dell'esponenziale tenderà a diminuire.
Una volta instaurato il sistema di monitoraggio delle misure di portata alla sorgente e ricostruita la curva di esaurimento si potrà stimare la portata in transito alle sorgenti a seguito di un determinato periodo di siccità.

# 6 CRITICITA' IDRAULICHE E ESONDAZIONI PASSATE DEL F.OLONA NELLO STABILIMENTO

Il fiume Olona diventa tombinato all'altezza della sezione 29 (Figura 24), in ingresso allo stabilimento, ove è presente uno sbarramento regolato da una paratoia (Figura 25).
L'opera di presa è costituita da un bacino coperto da un impalcato in muratura in cui le acque possono depositare il materiale trasportato prima di essere convogliate nel canale tombinato attraverso uno sbarramento in calcestruzzo.

**Figura 24 Sezione 29 ingresso alla tombinatura**

**Figura 25 Bacino di monte in ingresso alla tombinatura**

Le seguenti figure (Figura 26 e Figura 27), estratte dalla Tavola allegata all'*Aggiornamento della relazione tecnico-idraulica* redatto da Ing. Bai nel dicembre 2016, mostrano la struttura dell'alveo dell'Olona al di sotto dello stabilimento e gli esiti delle verifiche idrauliche allora realizzate per una piena con tempo di ritorno 100 anni.
La legenda delle immagini rappresenta con colori differenti il tratto tombinato in azzurro sono indicati i tratti risultati adeguati allo smaltimento della piena centennale, in arancione i tratti in cui il franco idraulico di sicurezza è minore di un metro.

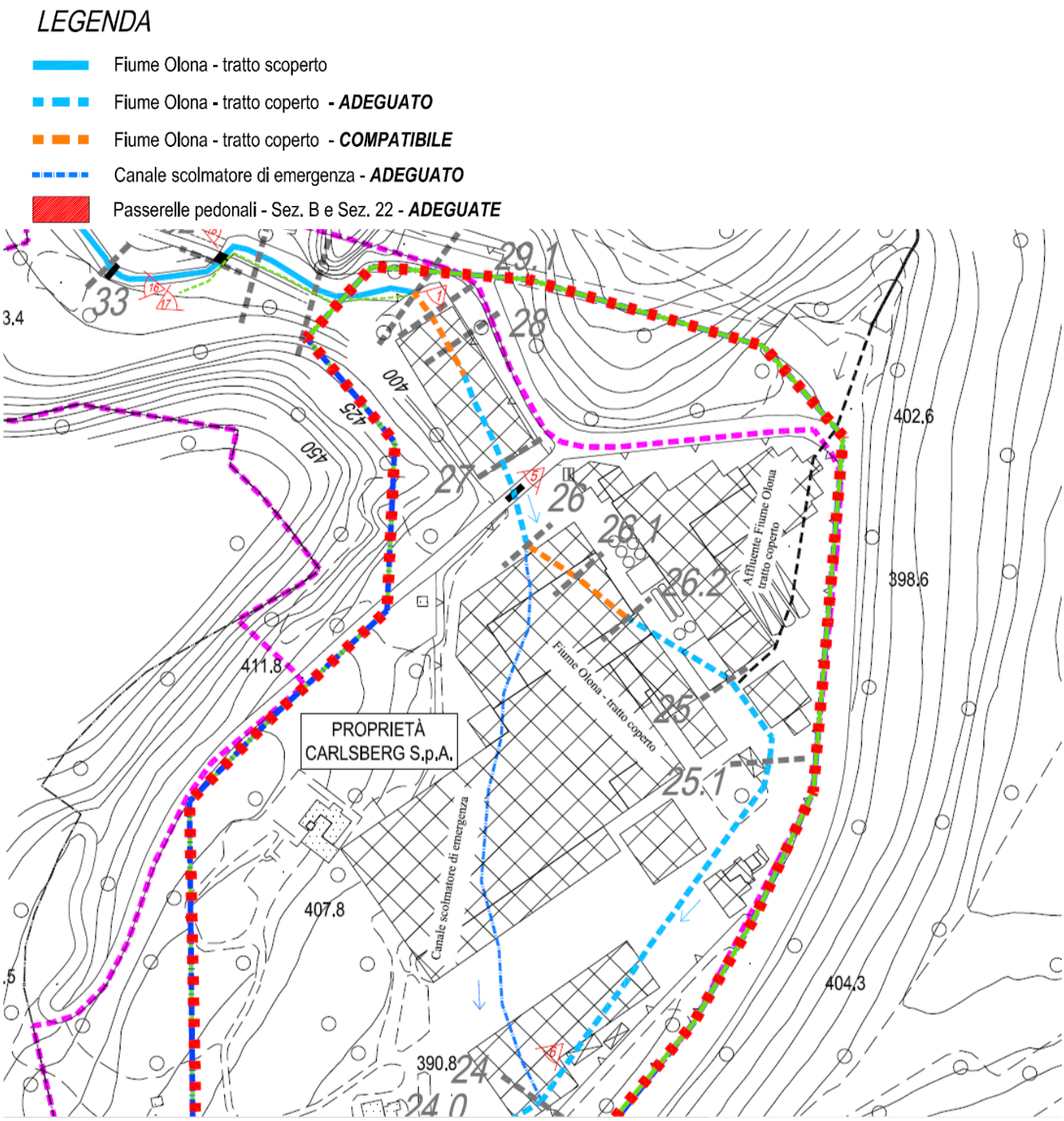



**Figura 26 1° Estratto tavola *Aggiornamento della relazione tecnico-idraulica***

Il fiume scorre tombinato dalla sezione 29 alla 23.

Dalla sezione 29 alla 28 l'alveo è stato verificato come compatibile ma in assenza del franco idraulico di 1 metro, proprio a causa della propagazione verso valle dell'effetto di innalzamento del livello idrico dovuto alla paratoia.
Dalla sezione 26 alla 26.2 è stato individuato un secondo tratto compatibile ma non adeguato, nonostante la presenza del canale scolmatore che dalla sezione 26 deriva parte della portata direttamente alla sezione 24.

L'alveo è stato giudicato adeguato dalla sezione 24, sezione di raccordo tra l'alveo e lo scolmatore, sino alla 23 dove l'alveo torna ad essere a cielo aperto.
dalla sezione 23 alla 21 il fiume scorre a cielo aperto fiancheggiando l'area dell'impianto di depurazione e poi torna tombinato dalla sezione 21 sino alla sez. 20, circa 50 a valle dell'ingresso alla proprietà Carlsberg.

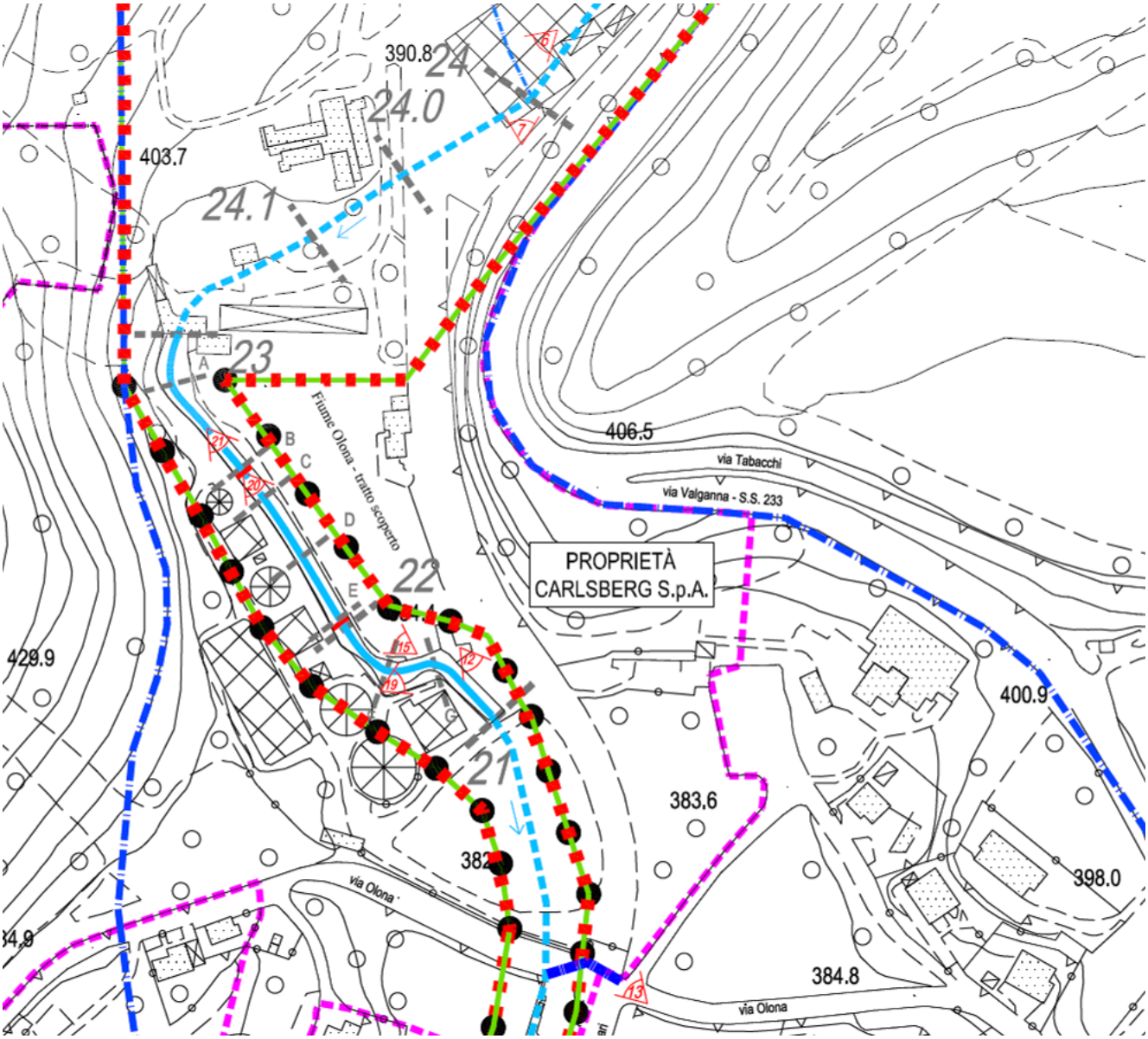



**Figura 27 2° Estratto tavola *Aggiornamento della relazione tecnico-idraulica***

L'esondazione più recente del fiume Olona all'interno dello stabilimento Carlsberg si è verificata nel luglio 2009, quando come riportato nell'*Aggiornamento della relazione tecnico-idraulica*

redatto dallo *Studio di Ingegneria Bai* nel dicembre 2016, si è riproposta una esondazione simile a quella già avvenuta nel 1995:
*"sia nel 1995 che nel mese di luglio 2009, la causa scatenante dell'esondazione fu il distaccarsi di alcune frane lungo i versanti del Fiume Olona nella zona a monte della ditta Carlsberg, con conseguente ostruzione delle sezioni tombinate da parte del materiale lapideo e vegetale trasportato: non potendo defluire liberamente l'acqua è fuoriuscita dagli sfoghi presenti all'altezza delle Sezz. 29 e 27, proseguendo quindi verso valle."*

**Figura 28 Griglie di sfiato, Sez. 27**

L'alluvione è stata provocata dalle piogge del 15 luglio che hanno raggiunto un'intensità di 161 mm/d, la figura seguente riporta le precipitazioni registrate dalla stazione di ARPA in tutto il mese.

Inserendo questo evento pluviometrico nel grafico delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica di ARPA (Figura 30), si verifica come tale evento pluviometrico non sia stato eccezionale, infatti è possibile associargli un tempo di ritorno di circa 15 anni.

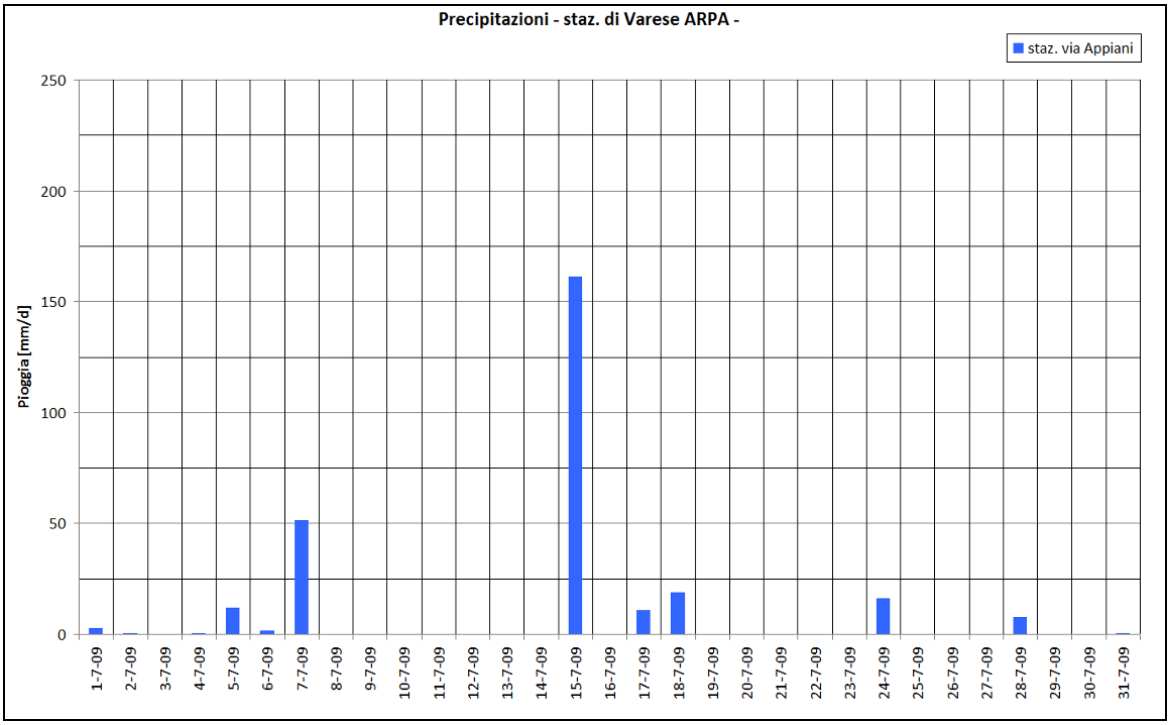



**Figura 29 Precipitazione luglio 2009**

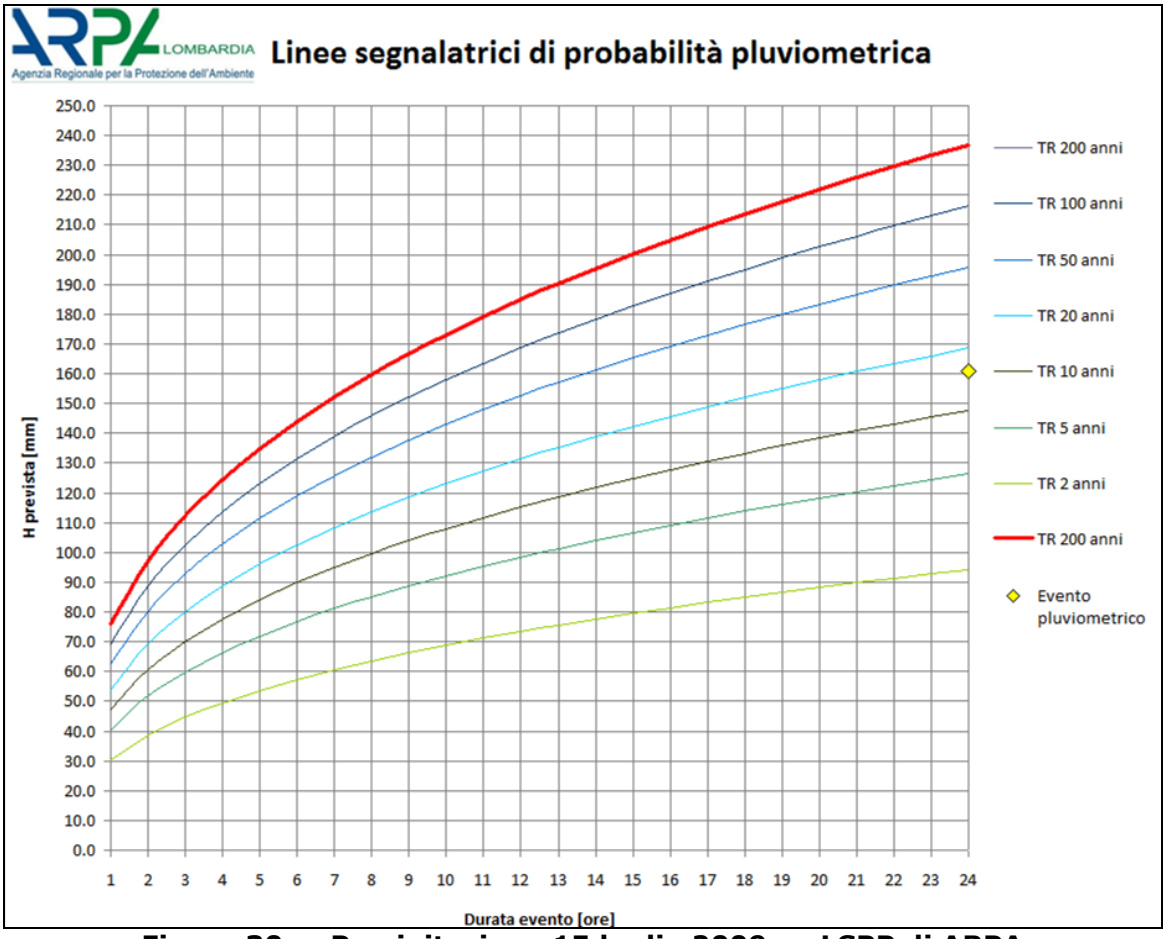



**Figura 30 Precipitazione 15 luglio 2009 su LSPP di ARPA**

Tuttavia l'importante trasporto di materiale solido da parte del fiume durante l'evento alluvionale ha occluso parzialmente la tombinatura provocando l'esondazione dell'Olona dalle griglie di Figura 28; da qui l'acqua ha iniziato a scorrere lungo le vie dello stabilimento entrando anche negli edifici della produzione e provocando ingenti danni.
Nel già citato studio idraulico è stata suggerito il posizionamento di un asta idrometrica in ingresso al bacino di sbarramento che permettano il controllo dei livelli idrici e la conseguente regolazione della paratoia:

*"Il livello Il livello di guardia (colore blu) deve coincidere con il livello idrico che garantisce il franco di almeno un 1.00 m nel tratto più critico della tombinatura, ovvero, con quello generato dalla portata di 2 mc/s alla Sez. 26. Tale portata corrisponde a 7 mc/s, all'altezza della Sez. 29.1 (in prossimità della quale si intende porre l'asta idrometrica), dove si attesta ad una quota di 396.07 m s.l.m..*
*Il livello di sicurezza (colore rosso) è individuabile invece nella quota raggiunta dalla portata con TR500 anni, ovvero di 396,73 m s.l.m. individuati sulla Sez. 29.1.*
*Dato l'uso delle strutture, la sorveglianza sui livelli idrici dovrà essere svolta dalla Proprietà contestualmente alle procedure di sicurezza previste in casi di emergenza."*

# 7 EVENTO DI PIENA IMPROVVISA (FLASH FLOOD)

Gli eventi alluvionali nelle aree urbanizzate sono sempre più comuni, le cause sono molteplici, tuttavia le due più importanti sono:

- cementificazione dei suoli, l'attività di urbanizzazione riduce le infiltrazioni nei suoli e diminuisce i tempi di scorrimento superficiale delle acque meteoriche,
- cambiamenti climatici, che si stanno manifestando con concentrazioni maggiori di energia in corrispondenza di aree geografiche di limitata estensione.

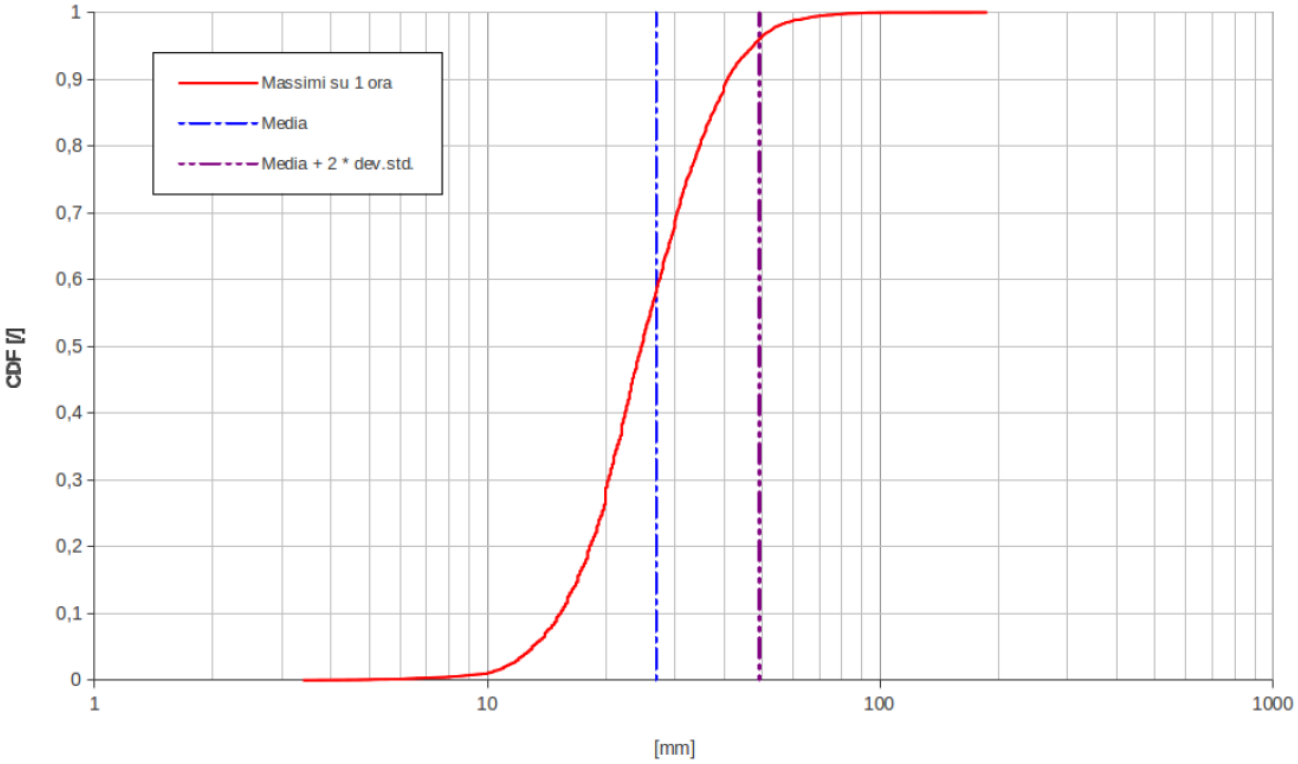
Per analizzare gli eventi alluvionali si debbono valutare le precipitazioni intense di breve durata che sono le principali cause di piena improvvisa (flash flood).
Oltre alla naturale predisposizione del bacino idrografico in funzione delle sue caratteristiche geometriche e idrauliche, il parametro più significativo nell'analisi di flash flood è la soglia pluviometrica critica, ovvero la precipitazione minima in grado di innescare tali fenomeni di piena improvvisa.
Nel EEA Report n. 2/2012, *Urban adaptation to climate change in Europe* dell'European Environment Agency, vengono indicati come riferimento di soglie critiche i seguenti:

- eventi uguali o superiori a **50 mm in 1 ora,**
- eventi uguali o superiori a **200 mm in meno di 6 ore**

Le stesse soglie di progetto sono state verificate dall'Autorità di Bacino del fiume Arno con elaborazioni statistiche svolte per il bacino idrografico del fiume Ombrone e presentate a Cagliari nel maggio 2010 nell'ambito dei workshop organizzati dal Working Group Flood della Commissione Europea. Nell'articolo redatto in merito, le soglie pluviometriche indicate trovano una spiegazione in Figura 31, in cui è riportata la distribuzione cumulata di frequenza per i valori massimi su tutte le stazioni disponibili in archivio (durata di riferimento 1 ora), insieme a due segmenti verticali che rappresentano il valore medio e la somma di valore medio + 2 volte la deviazione standard: una sorta di confine convenzionale per distinguere l'eccezionalità dei fenomeni.

Per valutare il rischio flash flood è necessario definire un evento straordinario, ovvero un evento raro, ma pur sempre possibile, che possa mettere in crisi il sistema di gestione delle acque meteoriche ed eventualmente provocare esondazioni del fiume Olona.
Nell'area di studio, secondo le LSPP di ARPA descritte al paragrafo precedente, un evento di intensità maggiore di 50mm/h si verifica con un tempo di ritorno (*Tr*) di 20 anni, ovvero abbastanza frequentemente. Si ricorda come già sottolineato nel capitolo precedente che l'ultimo evento alluvionale verificatosi in Carlsberg fosse stato generato da una precipitazione con *Tr* di 'soli' 15 anni.
Un evento meteorico con precipitazioni maggiori di 200 mm in 6 ore invece risulta fuori dalla scala delle previsioni ARPA poiché si stima che possa avvenire con un *Tr* superiore ai 200 anni.
Tuttavia si ricorda che il calcolo dei tempi di ritorno utilizzato nella costruzione delle linee segnalatrici presenta generalmente delle limitazioni, non ultima quella dell'ipotesi di stazionarietà del clima. In contesto di rapido cambiamento climatico, come quello che stiamo osservando negli ultimi anni, caratterizzato da un aumento degli eventi estremi, la probabilità di accadimento stimata con dati del passato potrebbe non essere rappresentativa della attuale probabilità di accadimento.

Il presente capitolo intende descrivere qualitativamente gli effetti di un evento di flash flood sullo stabilimento mettendo in luce le possibili criticità e le aree produttive che possono subire danneggiamenti.




*Curva cumulata di frequenza (CDF, cumulative distribution frequency) dei massimi di precipitazione registrati su tutte le stazioni dell'Arno nell'intero periodo per cui sono disponibili le serie storiche (1920-2012). Le due linee verticali tratteggiate rappresentano la media (a sinistra) e la media + 2 s (a destra)*

**Figura 31 CDF precipitazione bacino fiume Ombrone**

## 7.1 CARATTERISTICHE STABILIMENTO

L'area di stabilimento Carlsberg Italia occupata da processi produttivi e uffici (elementi soggetti a rischio) occupa in totale circa 54'000 m$^2$, dai quali è stata esclusa la zona della villa Magnani che domina dall'alto l'area produttiva.

Per le valutazioni di rischio flash flood in data 23/05/2017 è stato realizzato un rilievo delle strade di stabilimento tramite GPS *STONEX S9III* a precisione topografica.

Per mezzo di software cartografico GIS sono stati interpolati i punti quotati derivanti dalla cartografia fotogrammetrica Comunale e dal rilievo GPS ottenendo così un modello digitale del terreno (DEM). Il DEM è un file in formato *raster* (maglia di celle) in cui ad ogni cella è associato il valore di quota del terreno.
Le aree dove sono presenti edifici o impianti non sono state considerate nell'interpolazione del DEM; gli edifici di stabilimento non hanno piani interrati.

Tra il punto più a nord dello stabilimento e il cancello di ingresso (punto più a sud) ci sono circa 20 metri di dislivello.
Il DEM permette di valutare con una gradazione di colori che va dal verde (401 m slm) al rosso (380 m slm) le pendenze delle strade di stabilimento e pertanto le direzioni di flusso dell'acqua che si venisse a trovare sulle strade di stabilimento in caso di esondazione del fiume.

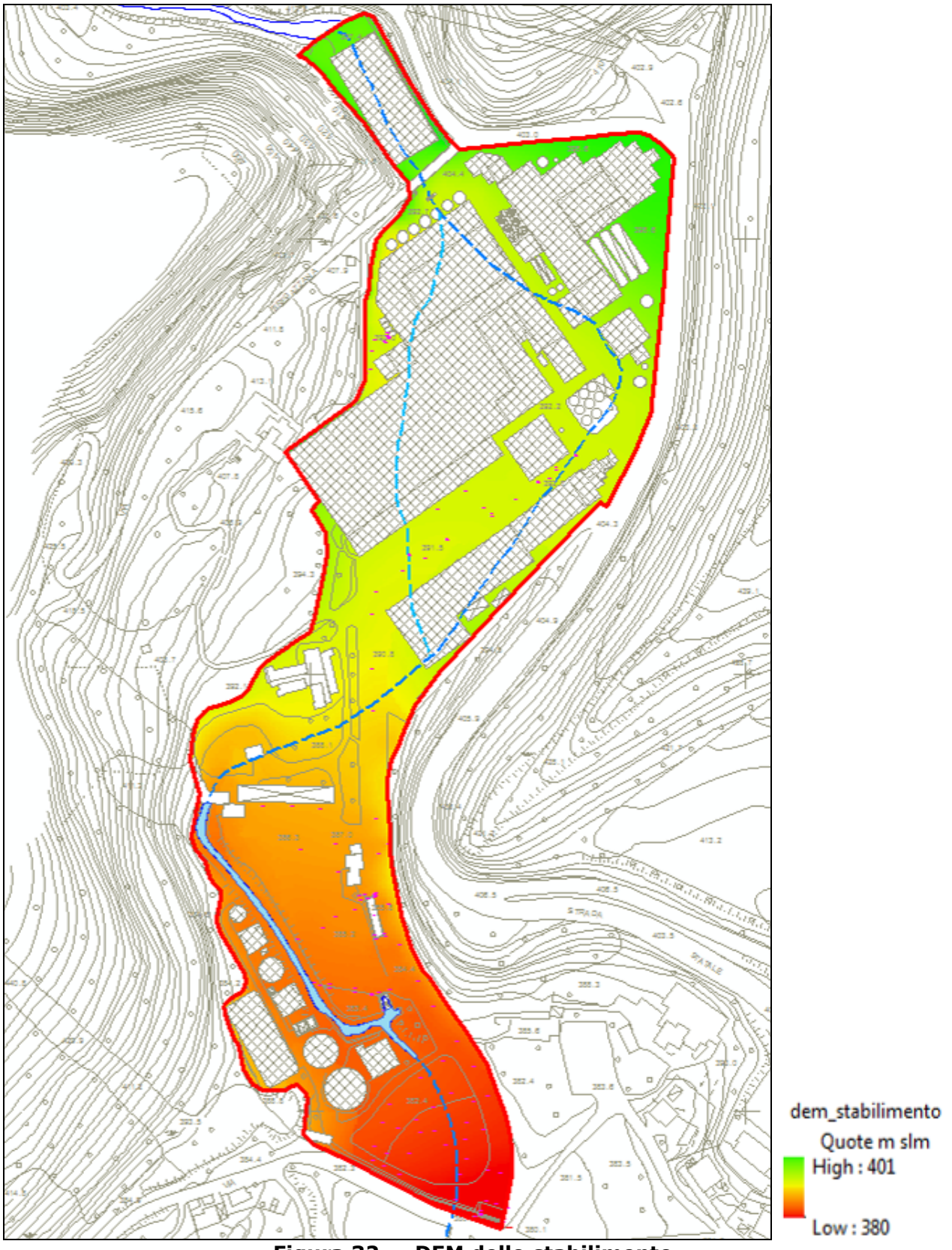



**Figura 32 DEM dello stabilimento**

## 7.2 SCORRIMENTO IDRICO SUPERFICIALE - ACQUE METEORICHE

Le strade di stabilimento risultano tutte asfaltate e a pendenze in alcuni tratti significative.
In caso di un evento meteorico straordinario le precipitazioni scorrerebbero su strada sino ad incontrare una caditoia di raccolta delle acque meteoriche.
Sulle strade sono presenti diverse caditoie (tombino 30x30) che scaricano le acque bianche direttamente nella tombinatura del fiume Olona che scorre sotto lo stabilimento (Figura 34).
Oltre alle caditoie puntuali sono presenti due elementi lineari, posizionati uno all'ingresso (lunghezza= 12 m) e uno nel posteggio retrostante il grigliatore (L= 28 m).

In caso di forti precipitazioni queste scorrerebbero sulle strade di stabilimento seguendone la pendenza sino ad essere intercettate dalla caditoia più vicina; vista la distribuzione abbastanza uniforme delle caditoie e le pendenze delle strade, nonché la presenza di caditoie all'ingresso di alcune aree produttive (Figura 33) si esclude la possibilità di significative aree di ristagno e di danni alle attività produttive dovute al deflusso idrico superficiali delle acque meteoriche.
Si suggerisce tuttavia l'utilizzo di caditoie e fossi di guardia come quella di Figura 33 all'ingresso di tutte le aree produttive in zone a 'pendenza sfavorevole' e di effettuare periodicamente una pulizia dei pozzetti da deposito di materiale quale fogliame e terra al fine di evitare occlusioni che possano causare difficoltà nello smaltimento delle acque meteoriche.

**Figura 33 caditoia all'ingresso di un reparto di produzione**

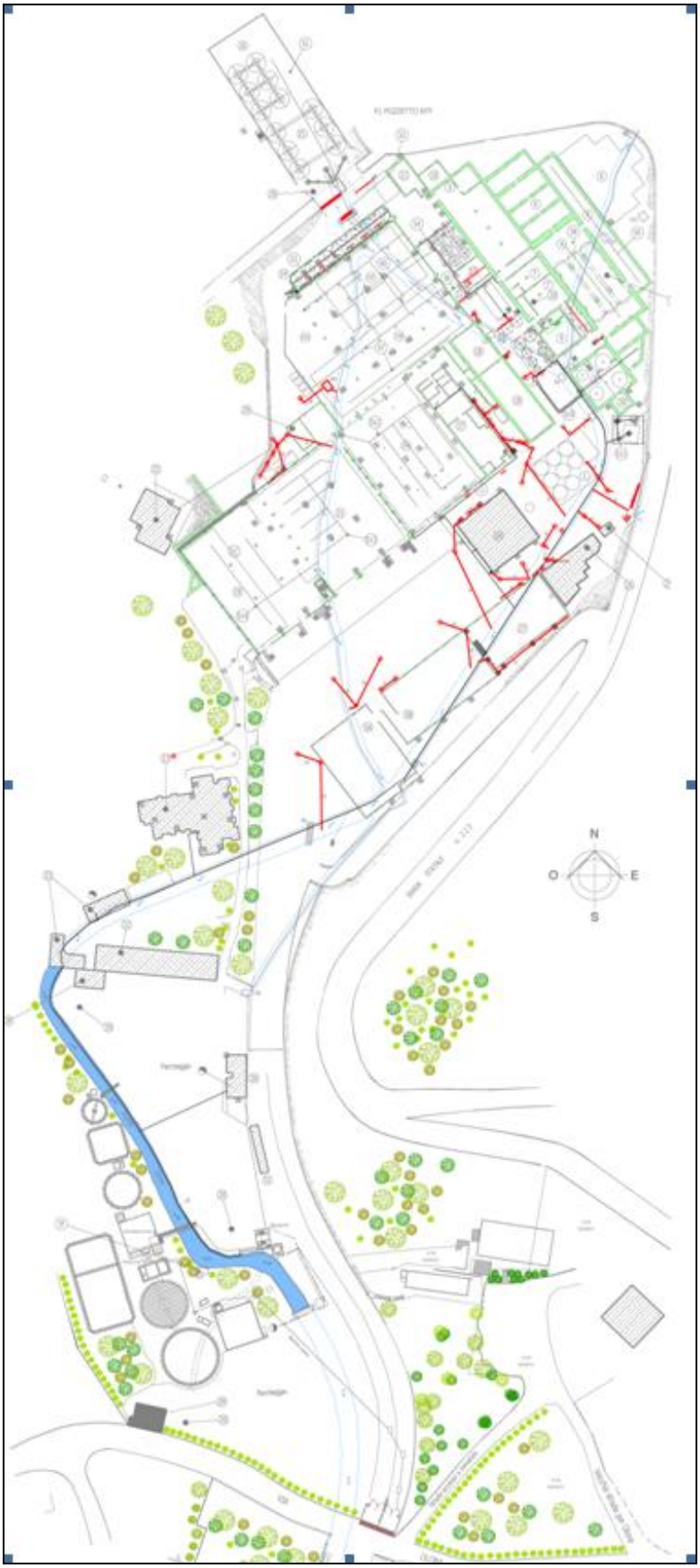



**Figura 34 caditoie e linee di scarico acque meteoriche (in rosso)**

## 7.3 SCORRIMENTO IDRICO SUPERFICIALE - ACQUE FLUVIALI DI ESONDAZIONE

Gli effetti più pericolosi dovuti a flash flood derivano invece dall'esondazione del fiume Olona che, come già successo diverse volte in passato, potrebbe avvenire dalla griglia di sfiato (Figura 28) in caso di piena straordinaria, tardiva regolazione della paratia e/o occlusione del bacino di monte.
Nelle figure seguenti si rappresentano le direzioni di deflusso che seguirebbe l'acqua in caso di esondazione dalla griglia; la scala cromatica (dall'azzurro al blu) mostra le variazioni di quota (in m slm) del suolo secondo una discretizzazione del DEM realizzata con passo di 1 m.

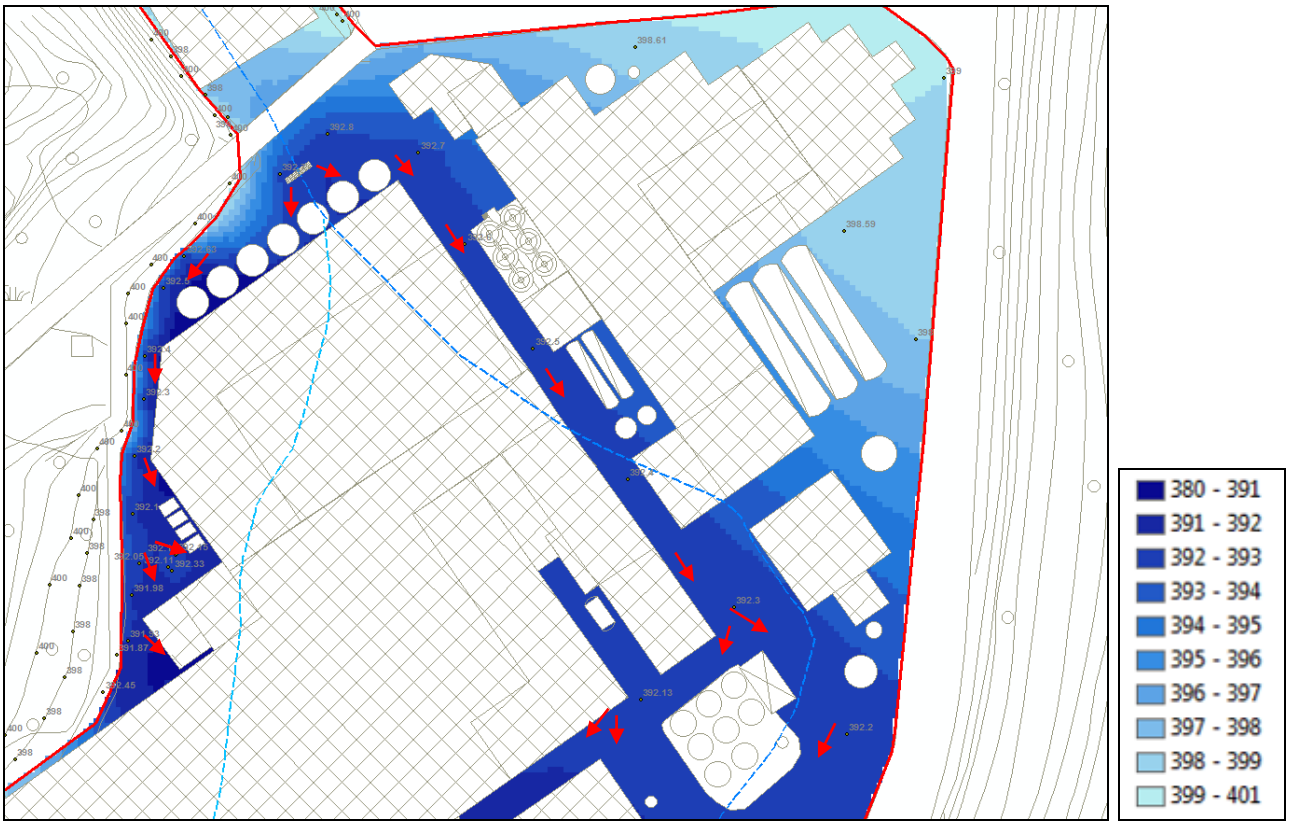



**Figura 35 scorrimento della acque superficiali – settore nord**

L'acqua che esce dalla griglia scorre sia verso est che verso ovest.
A ovest si incanala in uno vicolo cieco (Figura 36) ed entra nell'area di pallettizzazione e depallettizzazione, protetta solo da una saracinesca e da una caditoia (Figura 33).

**Figura 36 vicolo cieco – settore nord-ovest**

L'acqua che scorre verso est scende verso la via di Figura 37. Lungo la via a debole pendenza sono presenti 3 caditoie a centro strada che non garantirebbero lo smaltimento delle acque d'esondazione.

**Figura 37 strada stabilimento settore nord**

L'acqua raggiunge quindi le aree di stoccaggio materie prime e il locale mensa (Figura 39), che se ben chiusi non dovrebbero riportare danni significativi; la piena girando attorno ad entrambi gli edifici scorre quindi nel piazzale di carico (Figura 40).

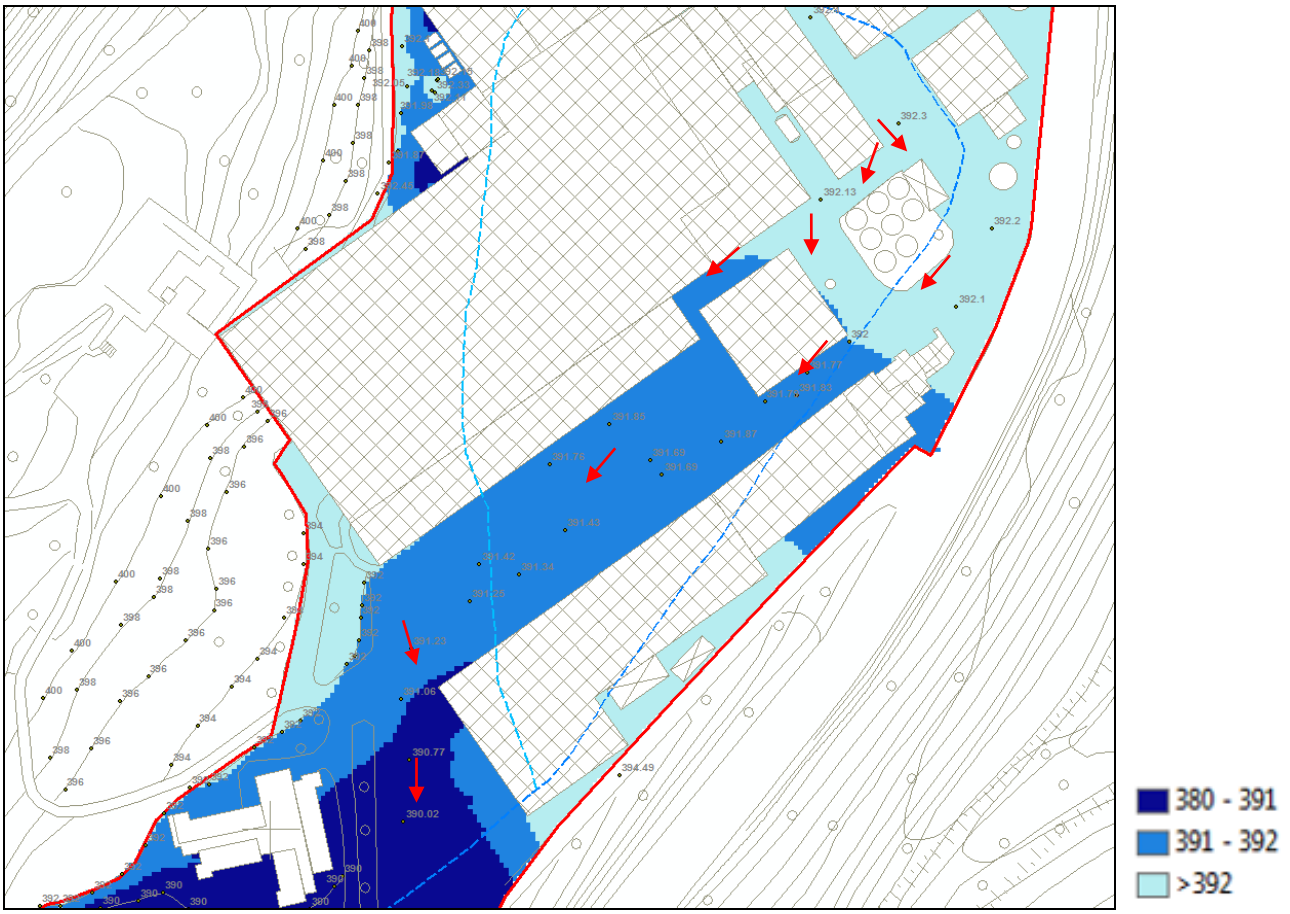



**Figura 38 scorrimento della acque superficiali – settore centrale**

**Figura 39 via stoccaggio materie prime e locale mensa**

Sul lato sud del piazzale sono presenti dei magazzini di deposito (Figura 41) per i quali è suggeribile prevedere qualche misura di protezione maggiore, poiché in caso di esondazione saranno probabilmente allagati.

Dopo aver attraversato tutto il piazzale di carico l'acqua vira verso sud e scende lungo la strada verso la portineria.

**Figura 40 piazzale di carico**

**Figura 41 depositi**

Data la pendenza della strada l'acqua scorre in gran parte lungo la strada verso l'ingresso e in minor parte raggiunge le aree di posteggio antistanti l'impianto di depurazione in fase di rimessa in opera. Tra il posteggio e gli impianti di depurazione vi è un tratto di fiume che scorre a cielo aperto tra i due e tre metri da piano campagna.

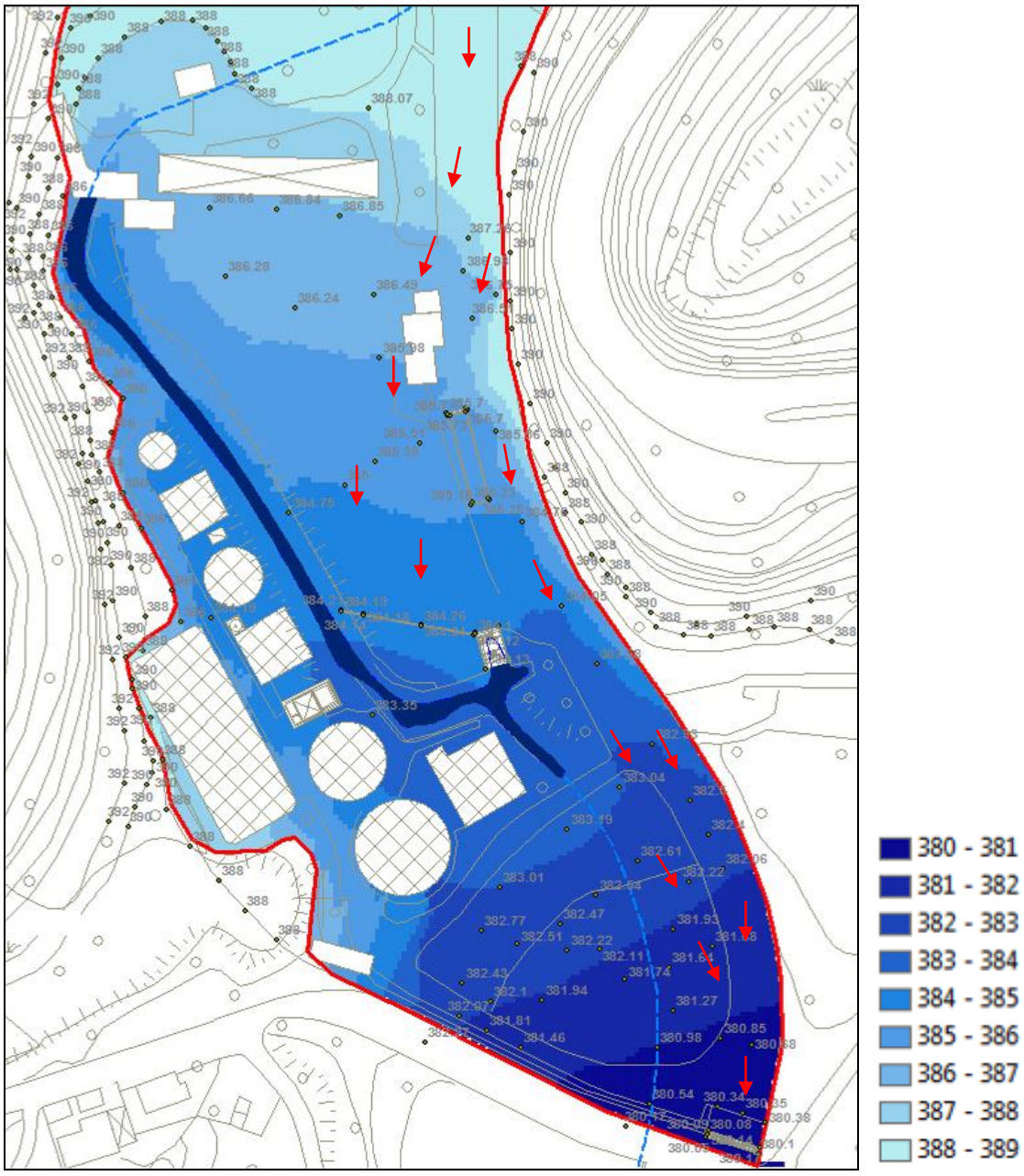



**Figura 42 scorrimento della acque superficiali – settore sud**

L'acqua che raggiunge il posteggio (Figura 43) non incontra ostacoli ne edifici sensibili e viene parzialmente intercettata da una caditoia lunga 28 metri posta tra il grigliatore e l'Olona (Figura 44); l'acqua eventualmente non smaltita dalla griglia tracimerebbe direttamente nel fiume.

**Figura 43 area posteggio**

**Figura 44 caditoia posteggio, zona grigliatore**

L'acqua che scorre sulla strada (Figura 45) invece raggiungerà l'ingresso dove è stata posizionata una caditoia doppia (Figura 46) di circa 12 metri di lunghezza. Tale caditoia è probabilmente adeguata ad evitare che le acque meteoriche raggiungano via Buccari, in caso di esondazione dell'Olona però difficilmente le acque meteoriche saranno contenute all'interno dell'area di stabilimento.

**Figura 45 strada che scende dalla portineria verso l'ingresso**

**Figura 46 caditoia all'ingresso**

# 8 CONCLUSIONI E SUGGERIMENTI

L'analisi degli effetti degli eventi estremi sul sito produttivo Carlsberg di Induno Olona ha preso in considerazione gli eventi siccitosi, che incidono sulla disponibilità idrica e le precipitazioni intense, che provocano piene del Fiume Olona, intubato sotto lo stabilimento.
Sono stati considerati i dati climatici disponibili e ricostruite le curve di possibilità pluviometrica, che indicano i tempi di ritorno delle precipitazioni più intense e della siccità più prolungate. E' opportuno in merito sottolineare che taluni curve stanno modificandosi in tempi recenti poiché le variazioni climatiche globali stanno avendo, come effetto principale, l'aumento della frequenza dei fenomeni estremi.

L'analisi idrogeologica ha evidenziato che le sorgenti sono alimentate dal sistema carsico del M.Chiusarella. Nonostante le sorgenti carsiche siano in genere soggette a piene molto marcate, le sorgenti in questione tendono a mantenere a lungo una portata accettabile. I dati disponibili sono tuttavia troppo poco frequenti (approssimativamente mensili) per una valutazione statistica. Si ritiene conseguentemente del tutto consigliabile l'installazione di strumenti per il monitoraggio in continuo delle portate alle sorgenti, con controllo in remoto o scarico e analisi mensile dei dati di portata; si suggerisce inoltre di abbinare alle misure di livello anche quelle di temperatura e conducibilità elettrica specifica, che possono fornire ottime indicazioni circa le modalità di funzionamento della falda carsica alimentante i punti di presa. I dati ottenuti in continuo potranno essere associati a quelli pluviometrici (misurabili in sito o recuperabili dalle stazioni meteo pubbliche) e la loro combinazione permetterà di ricostruire la curva di svuotamento, che consentirà di prevedere con precisione le portate in funzione dei giorni di siccità.

L'analisi idrogeologica ha inoltre evidenziato le seguenti situazioni:

- Non sono note nel dettaglio le posizioni delle due opere di presa Mulini Grassi, ricostruibili mediante la cartografia reperita in Provincia di Varese, e di conseguenza non sono ispezionabili né mantenibili i caselli di presa. Si suggerisce di procedere in tal senso con il loro posizionamento e la messa in opera di porticina metallica per consentire l'accesso.
- La vulnerabilità intrinseca dell'area di alimentazione delle sorgenti varia da Alta a Estremamente elevata. Il buono stato qualitativo delle acque sotterranee è garantito sostanzialmente dalla quasi totale assenza di Centri di Pericolo potenziale, anche grazie alla normativa del Parco del Campo dei Fiori ed in particolare del piano di settore geologico. E' opportuno che la società vigili sul mantenimento dello stato attuale di antropizzazione, eventualmente segnalando tale volontà agli enti competenti (AST, Parco del Campo dei Fiori, Comuni di Induno Olona e di Varese)

Per ridurre al minimo i danni provocabili da un flash flood si suggeriscono i seguenti accorgimenti:

- installazione di caditoie e fossi di guardia all'ingresso di tutte le aree produttive in zone a 'pendenza sfavorevole';
- periodica pulizia dei pozzetti di scarico delle acque meteoriche da deposito di materiale quale fogliame e terra al fine di evitare occlusioni che possano causare difficoltà nello smaltimento delle acque meteoriche;
- verificare se l'ubicazione dei materiali tossico-pericolosi e dei processi produttivi più delicati sia in edifici 'sicuri', ovvero lontani dal tragitto che compie la piena in caso di esondazione (vedi descrizione all'interno della relazione);
- posizionamento dell'asta idrometrica in ingresso al bacino di sbarramento come suggerito nel già citato studio idraulico e implementazione di un sistema per il controllo e la regolazione della paratoia e dei livelli idrici del fiume Olona in ingresso alla tombinatura, secondo i livelli idrici di guardia e di sicurezza già individuati;
- valutare l'opportunità di un rivestimento della tombinatura con materiali a scabrezza minori che migliorino le potenzialità di deflusso in caso di piene eccezionali.

In sintesi, per emergenza siccità:

Azioni preliminari
- messa in opera di sistema di monitoraggio della portate e possibilmente di temperatura e conducibilità elettrica in continuo, meglio con letture in remoto;
- analisi dei dati prodotti per un anno per la definizione delle curve di esaurimento delle sorgenti;
- realizzazione di piccoli interventi per raggiungere in sicurezza al cavità carsica sovrastante la sorgente degli Ammalati;
- rinvenimento della posizione delle opere di presa Mulini Grassi, rifacimento dei portelli di ingresso.

In caso di siccità prolungata: valutazione della possibilità tecnica di allacciamento a pubblico acquedotto (A.C. Induno Olona,gestito da ASPEM) alimnetato localmente dalle acque della Sorgente Galleria, in Valganna.

In sintesi, per emergenza alluvione:

- installazione di nuove caditoie e fossi di guardia e pulizia periodica degli esistenti;
- verifica dell'ubicazione dei materiali tossico-pericolosi e dei processi produttivi più delicati, alla luce del descritto tragitto dell'onda di piena;
- posizionamento dell'asta idrometrica in ingresso al bacino di sbarramento e implementazione di un sistema per il controllo e la regolazione della paratoia e dei livelli idrici del fiume Olona;
- valutare il rifacimento del rivestimento della tombinatura dell'Olona con materiali a scabrezza minori che migliorino le potenzialità di deflusso in caso di piene eccezionali.

Varese, 13/07/2017

dr. Geol. A. Uggeri