

Studio Tecnico
Ing. Gabriele Colaiuda
Via Mazzini 33/2
16044 Cicagna (GE)

COMUNE DI MOCONESI
(PROVINCIA DI GENOVA)

RINNOVO AUTORIZZAZIONE E SISTEMAZIONE IDRAULICA
DELLA DISCARICA DI DETRITI ARDESIACI DENOMINATA "GALLERIA"
in località Cornia

RELAZIONE IDRAULICA

DITTA ESERCENTE: ADI Ardesia Dondero Italia s.n.c.
Via Villa di Cornia, 123/5
16047 Moconesi (GE)

Cicagna, lì 21/10/2014

Rif. 2014_009

INDICE DEI CAPITOLI

1. PREMESSE....3

2. INQUADRAMENTO IDRAULICO DEL TRATTO STUDIATO....4

3. ANALISI DEGLI INTERVENTI....5
3.1 Pulizia dell'alveo....5
3.2 Regimazione delle acque superficiali....6

4. VERIFICHE IDRAULICHE DEL RIO CORNIA....6
4.1 Valutazione della portata duecentennale....6
4.2 Procedura di Calcolo....6
4.3 Risultati....7

5. VERIFICA DELLA RETE DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE PIOVANE....8
5.1 Valutazione della portata cinquantennale....8
5.2 Risultati....9

6. CONCLUSIONI....10

Via Mazzini 33/2 – 16044 Cicagna (GE)
Tel. 3286628246 - E-mail ing.Colaiuda@gmail.com - C.F. CLDGRL81B12C621P - P.I. 01793450998

1. PREMESSE

Nel presente elaborato vengono affrontate le problematiche idrauliche del rinnovo dell'autorizzazione e contestuale sistemazione dell'alveo del Rio Cornia nella zona prospiciente la Discarica "Galleria"; per i temi di carattere generale inerenti l'intervento in oggetto si rimanda alla Relazione Illustrativa.

La zona di studio è ubicata circa 2.1km a monte della confluenza con il Torrente Lavagna, individuata in corrispondenza dei mappali n°33,35,36,50,51,66 del Foglio 21 e n°203,205,273,274 del Foglio 14 del Comune di Moconesi.

Nel prosieguo del documento si effettuerà un'analisi idraulica del Rio Cornia in condizioni di piena 200ennale, prendendo in esame un tratto di lunghezza di circa 200m; l'elaborazione prenderà in esame lo stato attuale e lo stato di progetto, quest'ultimo rappresentativo della situazione post-sistemazione di cui si è ampiamente discusso nella Relazione Illustrativa.

Le canalette di raccolta delle acque superficiali verranno dimensionate considerando una portata con tempo di ritorno di 50 anni, più che adeguata per il calcolo di opere minori quali è la regimazione delle acque piovane.

Via Mazzini 33/2 – 16044 Cicagna (GE)
Tel. 3286628246 - E-mail ing.Colaiuda@gmail.com - C.F. CLDGRL81B12C621P - P.I. 01793450998

2. INQUADRAMENTO IDRAULICO DEL TRATTO STUDIATO

Il Torrente Cornia si sviluppa lungo il versante sinistro della Val Fontanabuona e percorre un tratto di circa 4.5km prima di convogliare le sue acque nel Torrente Lavagna poco più a monte del centro abitato di Cicagna, in corrispondenza del confine tra il Comune di Moconesi e quello di Cicagna.

Il corso d'acqua appartiene al reticolo idrografico di primo livello (cfr. art.3 Regolamento Regionale n.3 del 14/07/2011), è caratterizzato cioè da un bacino superiore al kilometro quadrato.

Nel tratto interessato dai presenti studi, i regimi idraulici sono tipicamente torrentizi; si evidenzia una pendenza media tra la sezione di ingresso e quella di chiusura di circa il 10%; anche i versanti presentano una accentuata acclività e sono ricoperti da una folta vegetazione boschiva.

La larghezza dell'alveo nella sezione più a monte si attesta sui 9m circa ed aumenta gradualmente, fino a superare di poco gli 11m nella sezione di chiusura, posta circa 200m più a valle; il letto del torrente è costituito da pietrame di grossa pezzatura, principalmente detriti ardesiaci ivi trasportati da monte.

La sovrapposizione catastale e le sezioni (v. Tavole allegate fuori testo) hanno permesso di rilevare che in alcuni tratti la scogliera esistente oltrepassa il limite demaniale. La causa di tale discordanza è da ricercarsi nel fatto che il tracciamento del muro era stato effettuato sulla base del reale tracciato del Rio Cornia presente in quel momento, che però era già difforme rispetto all'andamento riportato a Catasto, basato su una rilevazione fatta 50 anni prima e quindi poco fedele all'allora stato dei luoghi.

Dal punto di vista normativo l'area è inserita all'interno della zona sottoposta a Vincolo Idrogelogico ed inoltre per gli Allegati al Piano di Bacino Stralcio del Torrente Lavagna, presenti nella Relazione Illustrativa, risulta :

- suscettività al dissesto: sulla discarica si ha "media suscettività al dissesto" mentre nel restante tratto indagato è indicata "bassa suscettività al dissesto" ;
- carta del rischio: si ha ovunque "rischio molto basso";
- regime normativo: l'area è catalogata come VNI-MA – Versante non insediato, regime di mantenimento.

La caratterizzazione delle superfici a contatto con l'acqua è avvenuta attraverso la Tabella sotto riportata, stralcio dell'Allegato 1 del Regolamento Regionale n.3 del 14/07/2011; i coefficienti di scabrezza sono i seguenti (coefficiente di Manning "n", ed il suo reciproco Gauckler-Strickler "K_S"):

- per l'alveo naturale allo stato attuale (tratti di corsi d'acqua naturali con salti, rocce o vegetazione anche arbustiva-arborea in alveo): K_S=25 , n=0.04;
- per l'alveo naturale nello stato di progetto (tratti di corsi d'acqua naturali con salti, rocce o vegetazione anche arbustiva-arborea in alveo): K_S=30 , n=0.033;
- per gli argini, sia in condizioni attuali che di progetto: K_S=35 , n=0.028;
- per i canali di raccolta delle acque superficiali: K_S=35 , n=0.028.

Via Mazzini 33/2 – 16044 Cicagna (GE)
Tel. 3286628246 - E-mail ing.Colaiuda@gmail.com - C.F. CLDGRL81B12C621P - P.I. 01793450998

Descrizione corso d'acqua	Coeff. di scabrezza di Gauckler-Strickler K_s $(m^{1/3}s^{-1})$
Tratti di corsi d'acqua naturali con salti, rocce o vegetazione anche arbustiva-arborea in alveo	25-30
Corsi d'acqua naturali con vegetazione e movimento di materiale sul fondo	30-35
Tratti urbanizzati di corsi d'acqua naturali con argini cementati (e/o platee) in buono stato	35-40
Corsi d'acqua con fondo ed argini totalmente cementati in ottimo stato ed assenza di manufatti (tubi, cavi, ecc.) o discontinuità interferenti con le acque	40-45

TABELLA 1: coefficienti di scabrezza di normativa

3. ANALISI DEGLI INTERVENTI

3.1 Pulizia dell'alveo

Gli interventi di pulizia dell'alveo saranno effettuati tramite escavatore o pala meccanica che potranno accedere al fondo alveo attraverso una rampa provvisoria che avrà pendenza concorde con la direzione di scorrimento del torrente.

La rampa sarà posizionata nel piazzale inferiore del complesso estrattivo, ove si ha il minor dislivello, e sarà ricavata rimuovendo una parte di scogliera esistente, ripristinata ad opere ultimate.

I lavori prevedono di rimuovere arbusti ed una parte dei detriti ardesiaci che riducono la sezione idraulica, in particolar modo nelle sezioni 2 e 3, badando però a lasciare uno strato di materiale a protezione della base della scogliera.

In tal senso è bene precisare che il piede del muro è stato fondato sul substrato roccioso e quindi non si ravvisano problemi di stabilità, come verificato all'interno della Relazione Geotecnica; il mantenimento di una parte di detriti è volta ad ottenere una maggiore durabilità delle opere in quanto, se lasciate esposte all'azione erosiva dell'acqua, potrebbero essere soggette, in un futuro, a dissesti strutturali.

Si prevede infine di predisporre un placcaggio al piede della scogliera, posto in corrispondenza della Sezione 2, esso sarà realizzato in cemento debolmente armato ed ha lo scopo di garantire una ulteriore protezione nella zona in cui si ha la massima altezza delle opere di sostegno.

Via Mazzini 33/2 – 16044 Cicagna (GE)
Tel. 3286628246 - E-mail ing.Colaiuda@gmail.com - C.F. CLDGRL81B12C621P - P.I. 01793450998

3.2 Regimazione delle acque superficiali

Sono previsti due sistemi di raccolta delle acque piovane nel corpo discarica:

- il primo si sviluppa lungo il lato di monte della pista di servizio privata, raccogliendo le acque provenienti dal piazzale superiore della discarica e quelle che ricadono nella fascia tra la pista stessa e la strada comunale posta a monte;
- la seconda opera è invece composta da due canalette che intercettano le acque piovane della scarpata della discarica, si è deciso di spezzare in due tratti il canale al fine di non avere eccessiva erosione al piede del pendio.

Entrambi i sistemi di raccolta saranno realizzati in sezione trapezoidale con sponde naturali e convoglieranno le acque superficiali direttamente nel Rio Cornia.

4. VERIFICHE IDRAULICHE DEL RIO CORNIA

4.1 Valutazione della portata duecentennale

La portata 200ennale è stata ricavata effettuando una perimetrazione del bacino su Carta Tecnica Regionale in corrispondenza della sezione 1, cioè quella più a valle, fornendo una superficie del bacino pari a 1.694km^2 (cfr. Allegati cartografici della Relazione Illustrativa).

Per bacini di estensione inferiore ai 2km^2, come previsto dall'Allegato 4 del Piano di Bacino Stralcio del Torrente Lavagna, si deve assegnare una portata unitaria a km^2 non inferiore ai 40m^3/s. La portata di progetto duecentennale sarà quindi pari a 67.8m^3/s.

4.2 Procedura di Calcolo

Le verifiche idrauliche sono state svolte con l'ausilio del programma HEC-RAS versione 4.1.0, un software sviluppato dall'Hydrologic Engeneering Center.

Il modulo per le analisi idrauliche è configurato per il calcolo dei profili di moto permanente monodimensionale gradualmente vario e per la modellazione del moto in regime di corrente lenta, veloce od in regime misto.

La procedura alla base del calcolo fa riferimento alla soluzione dell'equazione monodimensionale dell'energia; le perdite valutate sono quelle di attrito (equazione di Manning) e quelle causate dalla contrazione od espansione delle sezioni (tramite un coefficiente che moltiplica la variazione dell'altezza cinetica).

Dove il profilo del pelo libero subisce brusche variazioni (nei punti di passaggio da corrente veloce a corrente lenta o in corrispondenza di ponti o confluenze) viene invece utilizzata l'equazione della quantità di moto.

Il programma permette inoltre di scegliere di effettuare un'analisi in condizioni di corrente lenta, veloce e condizioni miste, e di inserire le condizioni al contorno necessarie nei diversi casi.

Via Mazzini 33/2 – 16044 Cicagna (GE)
Tel. 3286628246 - E-mail ing.Colaiuda@gmail.com - C.F. CLDGRL81B12C621P - P.I. 01793450998

Nello specifico, le verifiche idrauliche sono state effettuate in regime di corrente mista (deflusso naturale), inoltre si è imposta la profondità critica sia nella sezione di studio più a monte, sia in quella più a valle.

4.3 Risultati

Le verifiche sul Torrente Cornia sono state effettuate in due configurazioni geometriche:

- la prima che considera lo stato dei luoghi presente al momento della stesura di questo documento;
- la seconda che prende in esame la situazione che risulterà a seguito dei lavori di pulizia.

I risultati ottenuti dalla modellazione, nella configurazione attuale e in quella di progetto, sono riassumibili nelle tabelle seguenti:

River Station	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
7	67.80	360.59	363.17		363.72	0.008617	3.28	20.66	9.13	0.70
6	67.80	359.95	362.46	362.46	363.53	0.020336	4.58	14.80	6.94	1.00
5	67.80	357.90	360.71	360.71	361.87	0.022267	4.75	14.26	6.25	1.00
4	67.80	356.64	358.94	358.94	359.72	0.016381	3.93	17.27	11.07	1.00
3	67.80	354.56	356.71	356.71	357.50	0.016208	3.94	17.21	10.90	1.00
2	67.80	349.63	351.69	351.69	352.54	0.016748	4.09	16.59	9.77	1.00
1	67.80	342.42	344.15	344.15	344.93	0.017108	3.92	17.29	11.05	1.00

TABELLA 2: HEC-RAS summary output table per la configurazione ATTUALE

River Sta	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
7	67.80	360.10	362.75		363.43	0.008078	3.65	18.56	9.07	0.82
6	67.80	359.25	362.20	362.20	363.27	0.013880	4.59	14.76	6.92	1.00
5	67.80	357.90	360.59	360.59	361.58	0.012658	4.42	15.33	7.70	1.00
4	67.80	356.64	358.80	358.80	359.58	0.010818	3.93	17.27	11.01	1.00
3	67.80	354.56	356.61	356.61	357.25	0.011057	3.54	19.15	15.12	1.00
2	67.80	348.50	350.69	350.69	351.48	0.010803	3.94	17.22	10.93	1.00
1	67.80	342.42	344.15	344.15	344.93	0.011644	3.92	17.29	11.05	1.00

TABELLA 3: HEC-RAS summary output table per la configurazione DI PROGETTO

In cui: *"Min Ch El"* è la quota minima del fondo alveo, *"W.S.Elev"* è la quota del pelo libero, *"Crit W.S."* è la quota critica, *"E.G. Elev"* è la quota del carico cinetico (utile per l'identificazione del rispetto dei franchi minimi sugli argini), *"E.G. Slope"* è la pendenza longitudinale, *"Vel Chnl"* è la velocità media nella sezione, *"Flow Area"* è l'area occupata dal corso d'acqua, *"Top Width"* è la larghezza del corso d'acqua in corrispondenza del pelo libero, *"Froude # Chl"* è il numero di Froude.

Il corso d'acqua appartiene al reticolo idrografico di primo livello (cfr. art.3 Regolamento Regionale n.3 del 14/07/2011), è caratterizzato cioè da un bacino superiore al kilometro quadrato, per cui il franco idraulico minimo da garantire sull'argine è il maggiore tra:

- il carico cinetico della corrente determinabile come $U^2/2g$, variabile quindi di sezione in

Via Mazzini 33/2 – 16044 Cicagna (GE)
Tel. 3286628246 - E-mail ing.Colaiuda@gmail.com - C.F. CLDGRL81B12C621P - P.I. 01793450998

sezione in funzione della velocità media della corrente;

- 100cm, corrispondenti ad argini e difese spondali in bacini molto dissestati con previsione di forte trasporto solido in caso di piena.

Le analisi mostrano che il Rio Cornia durante piene con tempo di ritorno duecentennali non desta preoccupazioni nel tratto indagato; la testa degli argini in sponda destra è posizionata ovunque a quote sufficienti a garantire il franco idraulico, così come indicato in precedenza.

Inoltre si è constatato che non si manifestano significative variazioni del livello idrico ad eccezione della Sezione 2, ove la maggiore rimozione di materiale comporta un abbassamento del livello idrico di poco inferiore ad 1m.

Le velocità della corrente, nella configurazione a progetto, calano leggermente rispetto a quelle stimate nella condizione attuale ma si mantengono comunque comprese tra 3 e 4.50 m/s circa.

5. VERIFICA DELLA RETE DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE PIOVANE

5.1 Valutazione della portata cinquantennale

Per quanto riguarda le opere di regimazione delle acque superficiali, lo scrivente si attiene alla consuetudine ingegneristica che prevede che vengano adottati tempi di ritorno compresi tra i 5 e i 50 anni, nello specifico sarà impiegato T=50 anni.

La portata unitaria è stata valutata attraverso il "metodo C.I.M.A." specifico per bacini di superficie inferiore a 2km^2, che consente di calcolare eventi con tempi di ritorno diverso da T=200 anni.

Il metodo C.I.M.A., sviluppato dall'Università di Genova per i bacini liguri, è basato sul principio di regionalizzazione delle piogge e il contributo unitario delle portate è legato alla longitudine ed alla permeabilità dell'area di studio. La longitudine della zona di studio è 9°24' ed è catalogabile in categoria D: "bacini caratterizzati da estesa copertura arborea, estensione delle aree impermeabili inferiore al 5%". Ne consegue quindi un contributo unitario $U_{A=2}$=5.16 m^3/s·km^2.

T [anni]	5	10	30	50	100	200	500
K_T	1,29	1,79	2,90	3,47	4,25	5,02	6,04

Sono stati quindi calcolate le superfici associate ai bacini delle opere di raccolta ricavando: 3590m^2 per la zona 1 (fosso di guardia posto a monte della pista d accesso), 705m^2 e 1010m^2 per le zone 2^a e 2b (canalette ubicate in testa alla scogliera).

Via Mazzini 33/2 – 16044 Cicagna (GE)
Tel. 3286628246 - E-mail ing.Colaiuda@gmail.com - C.F. CLDGRL81B12C621P - P.I. 01793450998

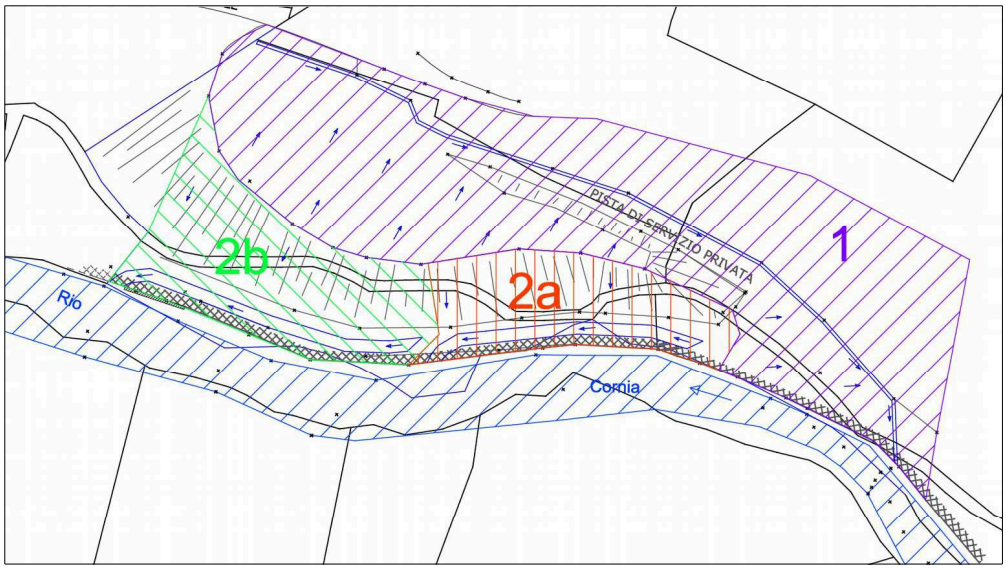
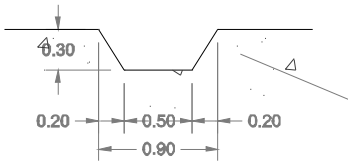


Figura 1: Perimetrazione delle opere di regimazione delle acque superficiali

La portata di progetto può quindi essere espressa come: $Q_T = K_T \cdot S \cdot U_{A=2}$ dove S è la superficie del bacino, K_T è il fattore di frequenza delle portate e $U_{A=2}$ è il contributo unitario. La verifica avverrà verificando che le portate 50ennali siano inferiori a quelle massime, calcolate con la formula di Chezy.

5.2 *Risultati*

Canaletta 1 – verifica nella sezione di chiusura:

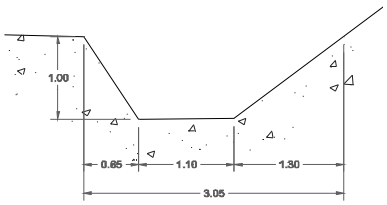


$Q_T = K_T \cdot S \cdot U_{A=2} = 0.0643\ m^3/s$

$Q_{MAX} = \chi \cdot A \cdot \sqrt{R \cdot i} = 0.464 m^3/s$ > Q_T **(verificato)**

Area A=0.21m², Contorno bagnato C=1.62m, Raggio idraulico R=A/C=0.129m, Scabrezza (terra/sabbia) c=50, Coefficiente di scabrezza χ=c R^(1/6)=35.54, inclinazione i=0.03

Canalette 2a e 2b – verifiche nelle sezioni di chiusura



$Q_{T,2A} = K_T \cdot S \cdot U_{A=2} = 0.0126\ m^3/s$ $Q_{T,2B} = 0.0181\ m^3/s$

$Q_{MAX} = \chi \cdot A \cdot \sqrt{R \cdot i} = 19.23 m^3/s$ > Q_T **(verificato)**

Area A=2.075m², Contorno bagnato C=3.90m, Raggio idraulico R=A/C=0.53m, Scabrezza (terra/sabbia) c=50, Coefficiente di scabrezza χ=c R^(1/6)=45.01, inclinazione i=0.08

Via Mazzini 33/2 – 16044 Cicagna (GE)
Tel. 3286628246 - E-mail ing.Colaiuda@gmail.com - C.F. CLDGRL81B12C621P - P.I. 01793450998

6. CONCLUSIONI

I risultati delle analisi effettuate mostrano che il Torrente Cornia, nel tratto indagato, si presenta con livelli idrici inferiori alla quota della sommità della scogliera in sponda destra, e non si ravvisano quindi condizioni di esondabilità per eventi con tempo di ritorno sino a 200 anni.

Nel contempo sono garantiti anche sufficienti franchi idraulici sugli argini, come richiesto dalla normativa vigente.

Le opere di sistemazione e pulizia non modificano significativamente il corso del torrente, che si mantiene ovunque a carattere torrentizio, ed i livelli idrici risultano pressoché inalterati ad eccezione della sezione 2, ove si ha un abbassamento della quota del pelo libero comunque inferiore ad 1 m.

Le previste opere di regimazione delle acque superficiali impediranno infine l'instaurarsi di dissesti localizzati dovuti al ruscellamento delle acque sul terreno.

Cicagna, lì 21/10/2014

Dott. Ing. Gabriele Colaiuda

Via Mazzini 33/2 – 16044 Cicagna (GE)
Tel. 3286628246 - E-mail ing.Colaiuda@gmail.com - C.F. CLDGRL81B12C621P - P.I. 01793450998