

| REV | DESCRIZIONE | DATA | VERIFICATO | APPROVATO |
|-----|-------------------------------|------------|------------|-----------|
| 0 | EMESSO PER ITER AUTORIZZATIVO | 01/09/2020 | BROCCOLI | MAZZOLI |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |

COMMITTENTE / Client
Power Asset Division

Ing. OMAR MARCO RETINI
ORDINE INGEGNERI della Provincia di PISA
N° 2234 Sezione A
INGEGNERE CIVILE E AMBIENTALE
INDUSTRIALE, DELL'INFORMAZIONE



B711AGJC001

OPERE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA – RELAZIONE IDRAULICA PER VASCA DI LAMINAZIONE



INDICE / TABLE OF CONTENTS

| | | |
|------------|---|-----------|
| 1 | PREMESSA | 3 |
| 2 | INQUADRAMENTO TERRITORIALE E PROGRAMMATICO | 7 |
| 2.1 | PIANO GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI | 7 |
| 2.2 | REGOLAMENTO DI POLIZIA IDRAULICA – CONSORZIO BONIFICA PARMENSE | 9 |
| 3 | VALUTAZIONE SUI VOLUMI DI PRIMA PIOGGIA SECONDO LE INDICAZIONI DELLA DELIBERA DI GIUNTA REGIONALE N. 1860 DEL 18 DICEMBRE 2006 | 10 |
| 4 | CALCOLO ED OTTIMIZZAZIONE DEI VOLUMI DI LAMINAZIONE | 13 |
| 4.1 | CALCOLO DELLE PIOGGE DI PROGETTO | 14 |
| 4.2 | CALCOLO DEI VOLUMI DI LAMINAZIONE | 15 |
| 5 | DIMENSIONAMENTO IDRAULICO RETI DI DRENAGGIO | 20 |
| 6 | CONCLUSIONI | 24 |
| 7 | ALLEGATO: SIMULAZIONI CON IL CODICE SWMM | 24 |
| 7.1 | SCENARIO 1: PIOGGIA DI DURATA TC (12 MINUTI) E TEMPO DI RITORNO 30 ANNI | 24 |
| 7.2 | SCENARIO 2: PIOGGIA DI DURATA TC (12 MINUTI) E TEMPO DI RITORNO 100 ANNI | 29 |
| 7.3 | SCENARIO 3: PIOGGIA DI DURATA 2 ORE E TEMPO DI RITORNO 30 ANNI | 34 |

1 PREMESSA

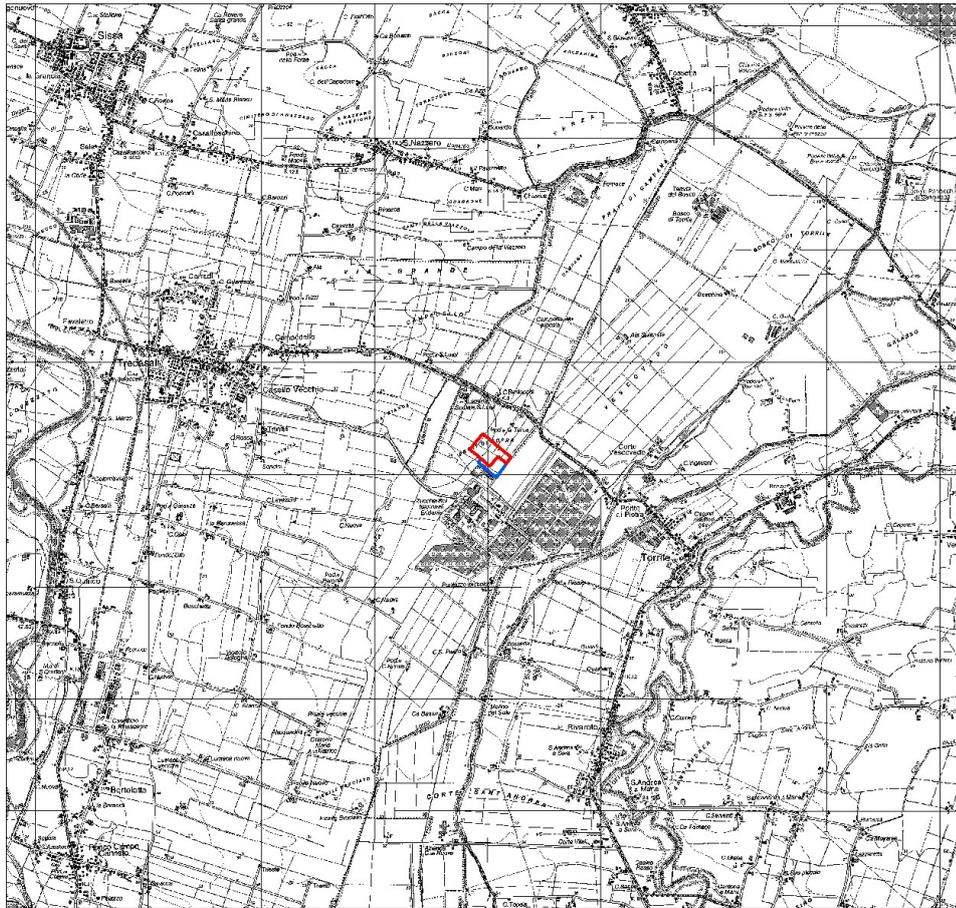
Il presente studio esamina l'area di trasformazione adiacente all'esistente centrale di san Quirico, in comune di Sissa Trecasali, provincia di Parma, in cui è in progetto la realizzazione di una centrale termoelettrica.

L'area di trasformazione comprende una parte di riconversione dell'esistente centrale ed una parte di nuova realizzazione, su un terreno attualmente ad uso agricolo

Obiettivi del presente studio sono:

1. Inquadramento territoriale e programmatico rispetto ai disposti del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni ed al Regolamento di Polizia Idraulica per la conservazione e la vigilanza delle opere pubbliche di bonifica e irrigazione del Consorzio Bonifica Parmense e valutazione delle misure attualmente già previste per la mitigazione del rischio idraulico.
2. Verifica delle necessità di adozione di dispositivi per acque di prima pioggia secondo le indicazioni della Delibera di Giunta Regionale N. 1860 del 18 Dicembre 2006.
3. Calcolo ed ottimizzazione dei volumi di laminazione, dimensionamento idraulico delle principali reti di drenaggio e dei dispositivi di scarico per il rispetto delle condizioni di invarianza idraulica.

L'area oggetto di intervento è rappresentata in Figura 1 ed in Figura 2, mentre la Figura 3 riporta il layout preliminare dell'impianto in progetto.



Legenda

-  nuova area
-  area esistente

0 500 1,000 2,000 Metri

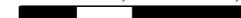


Figura 1- area di trasformazione allo studio – inquadramento su base ctr



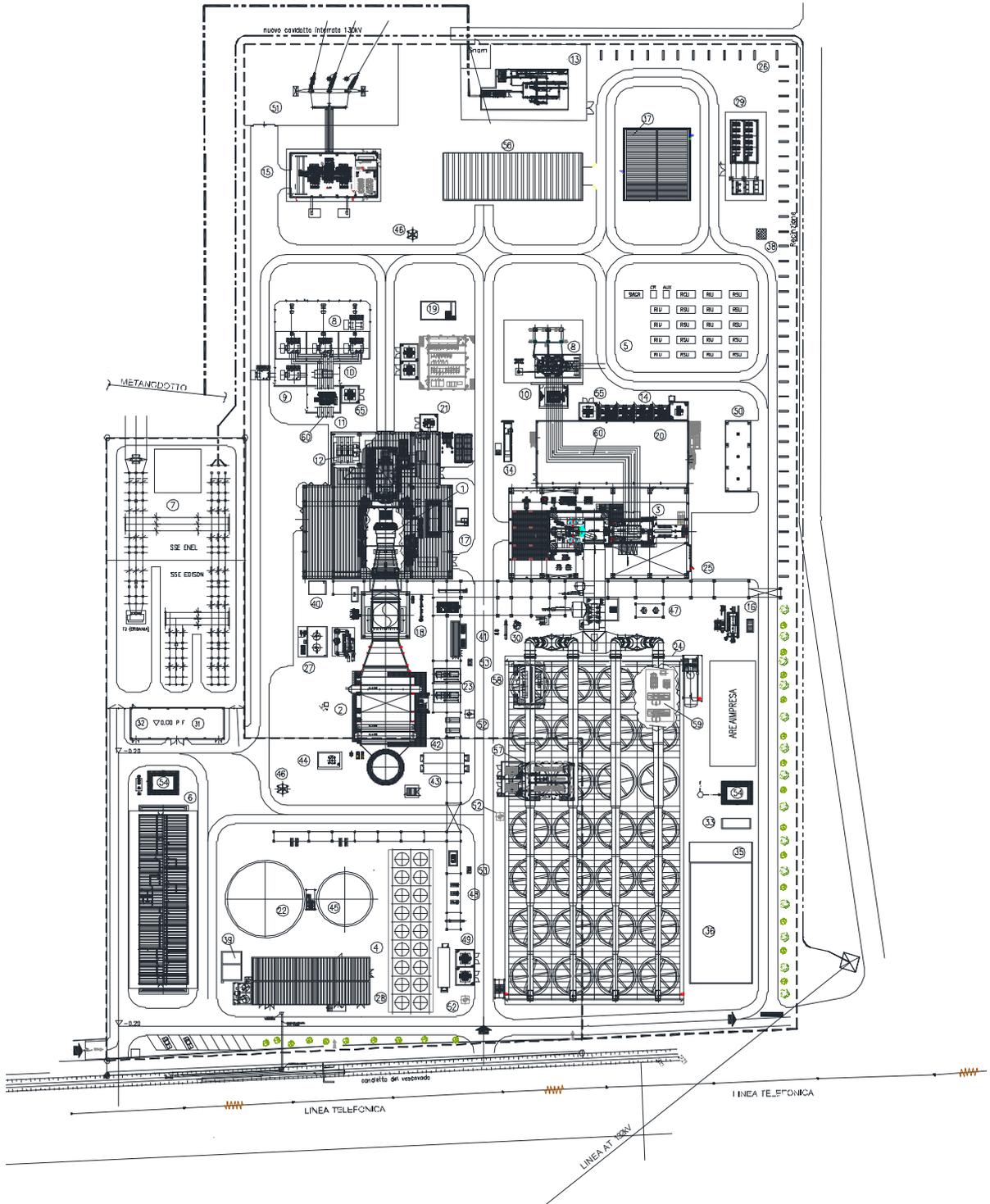
Legenda

-  nuova area
-  area esistente

0 25 50 100 Metri



Figura 2- area di trasformazione allo studio – inquadramento su base foto aerea



| LEGENDA | |
|--|--|
| ① – TURBINA A GAS | ③① – MAGAZZINO (ESISTENTE) |
| ② – GENERATORE VAPORE DI RECUPERO "GVR1" | ③② – LOCALE QUADRI STAZIONE ELETTRICA (ESISTENTE) |
| ③ – TURBINA A VAPORE | ③③ – DISOLIATORE |
| ④ – EDIFICIO SERVIZI AUSILIARI | ③④ – DIESEL DI EMERGENZA |
| ⑤ – AREA BATTERIE | ③⑤ – VASCA DI PRIMA PIOGGIA |
| ⑥ – EDIFICIO CONTROLLO – UFFICI | ③⑥ – VASCA DI LAMINAZIONE PER INVARIANZA IDRAULICA |
| ⑦ – STAZIONE ELETTRICA 130kV (ESISTENTE) | ③⑦ – CABINATO COMPRESSORE GAS |
| ⑧ – TRASFORMATORE ELEVATORE | ③⑧ – POZZO DI BACK UP |
| ⑨ – TRASFORMATORE ELEVATORE DI RISERVA | ③⑨ – VASCA ACQUE INDUSTRIALI |
| ⑩ – TRASFORMATORE DI UNITA' | ④⑩ – VASCA ACQUE DI LAVAGGIO TG |
| ⑪ – TRASFORMATORE DI AVVIAMENTO | ④① – REAGENTI CHIMICI GVR |
| ⑫ – INTERRUOTTORE DI MACCHINA | ④② – BANCO DI CAMPIONAMENTO |
| ⑬ – STAZIONE DI MISURA E RIDUZIONE METANO | ④③ – CABINATO MCC GVR |
| ⑭ – TRASFORMATORI SERVIZI AUSILIARI | ④④ – BLOWD DOWN PIT |
| ⑮ – EDIFICIO GIS 380kV | ④⑤ – SERBATOIO ACQUA DEMI |
| ⑯ – CALDAIA AUSILIARIA | ④⑥ – TORRE FARO |
| ⑰ – VASCA TRAPPOLA OLIO TG E TV | ④⑦ – POMPE ESTRAZIONE CONDENSATO |
| ⑱ – CAMINO DI BY-PASS | ④⑧ – POMPE CICLO CHIUSO |
| ⑲ – VASCA SEPARAZIONE ACQUA/OLIO TRASFORMATORI | ④⑨ – RISCALDATORE CICLO CHIUSO |
| ⑳ – EDIFICIO ELETTRICO TV | ⑤⑩ – TETTOIA RACCOLTA RIFIUTI |
| ㉑ – CABINATO TG PEECC | ⑤① – STAZIONE DI PARTENZA LINEA 380kV |
| ㉒ – SERBATOIO ACQUA INDUSTRIALE | ⑤② – POZZETTO DISOLIATORE |
| ㉓ – POMPE ALIMENTO | ⑤③ – SERBATOIO RACCOLTA REAGENTI |
| ㉔ – CONDENSATORE AD ARIA | ⑤④ – FITODEPURAZIONE |
| ㉕ – PIPE-RACK | ⑤⑤ – TRASFORMATORE ZIGZAG |
| ㉖ – SLEEPER WAY | ⑤⑥ – MAGAZZINO |
| ㉗ – STOCCAGGIO, PREPARAZIONE E INIEZIONE UREA X S.C.R. | ⑤⑦ – CABINATO MCC CONDENSATORE ARIA |
| ㉘ – AIRCOOLER | ⑤⑧ – CABINATO VFD POMPE ESTRAZIONE CONDENSATO |
| ㉙ – STOCCAGGIO IDROGENO e CO2 | ⑤⑨ – GRUPPO VUOTO |
| ③⑩ – SERBATOIO RACCOLTA CONDENSE DI RETE | ⑥⑩ – CONDOTTO SBARRE |

Figura 3 – layout dell'impianto e relativa legenda

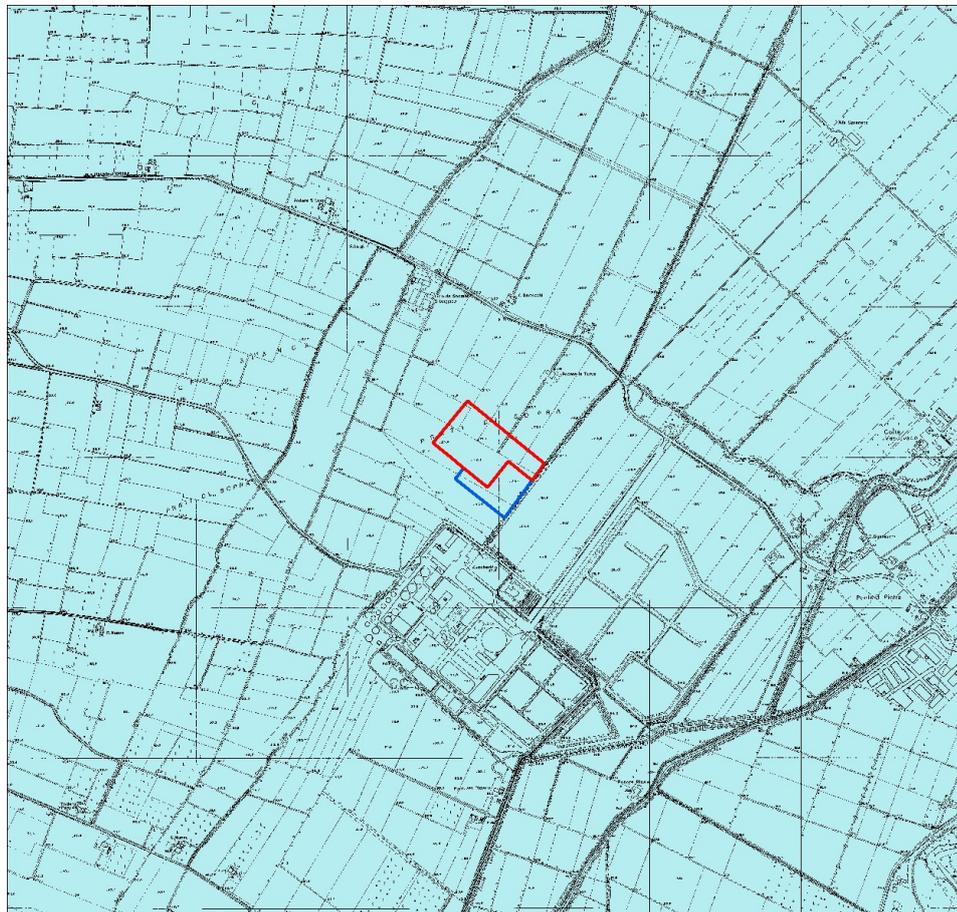
2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE E PROGRAMMATICO

2.1 Piano Gestione Rischio Alluvioni

Attualmente l'area ricade, ai sensi del vigente Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni del Distretto del Po, all'interno di un'area mappata di tipo:

- P1, cioè a bassa probabilità di inondazione, per quanto riguarda il reticolo idrografico principale (Fiume Po, Fiume Taro, Torrente Parma) con eventi a tempo di ritorno non superiore a 500 anni.
- P2, cioè media probabilità di inondazione, per quanto riguarda il reticolo idrografico secondario di pianura con eventi a tempo di ritorno compreso fra 100 e 200 anni

Le immagini seguenti riportano le perimetrazioni ai sensi del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni per l'area in esame relative rispettivamente al Reticolo Principale (RP) ed al Reticolo Secondario Pianura (RSP).



Legenda

-  nuova area
-  area esistente
-  Alluvioni rare - L - P1 -RP

0 200 400 800 Metri

Figura 4 – mappa della pericolosità da Reticolo Principale

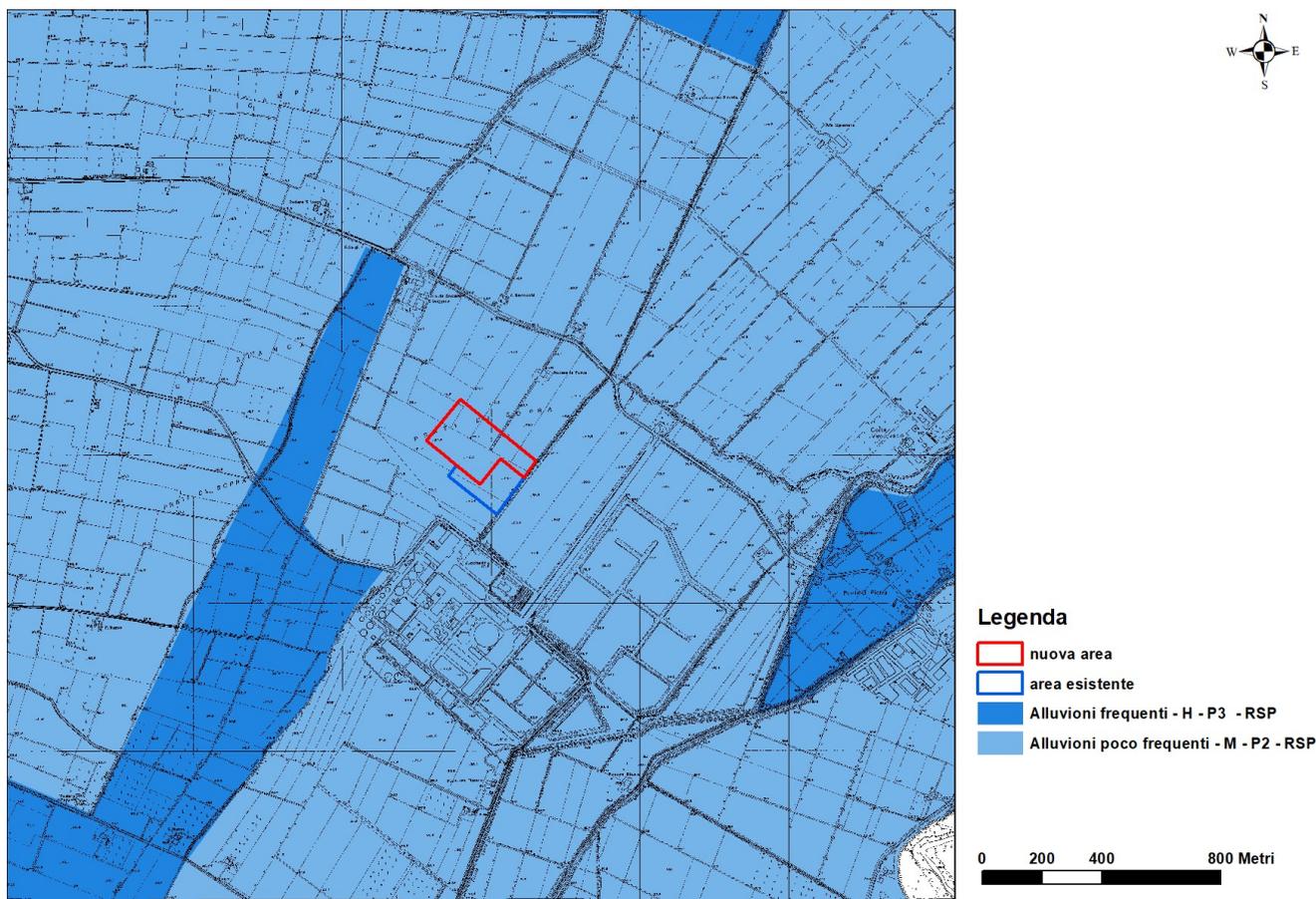


Figura 5 – mappa della pericolosità da Reticolo Secondario di Pianura

Alla luce dei vincoli normativi e della pianificazione esaminata, nonché della destinazione d'uso per le aree (impianti tecnologici) proposte dai progettisti che consistono principalmente in:

- sopraelevazione dell'impianto ad una quota di imposta stradale pari ad almeno 30.80 m slm (circa 1 metro superiore rispetto alle quote medie di piano campagna attualmente rilevate)
- realizzazione di dispositivi di invarianza

risultano coerenti ed in linea con la prassi tecnica consolidata nel territorio dell'AdBPo.

2.2 Regolamento di Polizia Idraulica – Consorzio Bonifica Parmense

Il Regolamento di Polizia Idraulica per la conservazione e la vigilanza delle opere pubbliche di bonifica e irrigazione del Consorzio Bonifica Parmense disciplina le *“immissioni di acque meteoriche nei canali di bonifica”* (art. 1), prescrivendo l'obbligo di Concessione/Autorizzazione del Consorzio per lo scarico diretto nei canali di bonifica di acque provenienti da insediamenti di qualsiasi natura; la concessione/autorizzazione potrà essere rilasciata solo a seguito di accurata verifica istruttoria da parte del Consorzio, che accerterà il rispetto dei requisiti minimi di cui all'Allegato Tecnico al citato Regolamento (art. 11).

Secondo quanto riportato nell'Allegato Tecnico al Regolamento di Polizia Idraulica per la conservazione e la vigilanza delle opere pubbliche di bonifica e irrigazione del Consorzio Bonifica Parmense (di seguito anche solo "Allegato Tecnico"), *"La progettazione e la realizzazione dei dispositivi di invarianza idraulica è obbligatoria per ogni trasformazione del territorio che comporti aumenti di impermeabilizzazione, anche su piccoli lotti. In caso di scarico di acque bianche, sia diretto che indiretto, anche attraverso pubblica fognatura, in canali consortili, la verifica dei dispositivi di laminazione al fine del rilascio del necessario provvedimento di autorizzazione/nulla osta consortile sarà effettuata dal Consorzio."*

Nei capitoli seguenti verrà dimostrato il rispetto di tali requisiti minimi, riguardanti in particolare il dimensionamento dei dispositivi per l'invarianza idraulica.

3 VALUTAZIONE SUI VOLUMI DI PRIMA PIOGGIA SECONDO LE INDICAZIONI DELLA DELIBERA DI GIUNTA REGIONALE N. 1860 DEL 18 DICEMBRE 2006

Ai sensi della Delibera di Giunta Regionale 18 dicembre 2006, n. 1860 – Linee guida di indirizzo per la gestione delle acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia in attuazione della Delibera G.R. 14 febbraio 2005, n. 286, *"le forme di controllo degli scarichi di acque meteoriche di dilavamento provenienti da reti fognarie separate, nonché la gestione delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne degli insediamenti,"* devono essere previste nei casi di attività per le quali vi sia il rischio di dilavamento, dalle superfici impermeabili scoperte, di sostanze pericolose o di sostanze che creano pregiudizio per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici.

L'attività in oggetto, sulla base delle indicazioni fornite dai progettisti, non produce di per sé sostanze pericolose, per cui le aree esterne non sono da ritenersi sporche e inquinate. Le acque che dilavano le superfici esterne sono quelle meteoriche, che vengono raccolte dalla rete fognaria.

Tuttavia, a ulteriore e maggiore garanzia sulla qualità delle acque meteoriche in uscita, dall'impianto in progetto è stata comunque predisposta, a valle della rete drenante e in abbinamento al volume di laminazione, una vasca di prima pioggia, secondo le indicazioni della DGR18/02/2006. I primi 5 mm dell'acqua caduta al suolo vengono captati dalla vasca per la prima pioggia, dove stazionano per 48-72 ore. Il successivo apporto idrico by-passa la vasca di prima pioggia, per mezzo di un sistema di paratoia e sensori, e confluisce nella vasca di laminazione, da cui viene sollevato con pompe elettriche sommerse di portata pari a quella concessa allo scarico. Allo svuotamento della vasca di prima pioggia, sono deputate pompe elettriche che convogliano la risorsa verso il trattamento di disoleazione.

Ai sensi della normativa di riferimento, il volume della vasca di prima pioggia si ottiene moltiplicando il valore di 5 mm (50 m³/ha) per la superficie drenata, definita come la somma delle superfici interessate dal dilavaggio moltiplicate per il relativo coefficiente di afflusso. La Tabella 1 riporta i coefficienti di afflusso per le diverse aree, così come riportato al punto 5.1 della Linea Guida LG28/DT di Arpa Emilia-Romagna - *Criteri di applicazione DGR 286/05 e 1860/06 – acque meteoriche e di dilavamento.*

| Coefficiente di afflusso | Superficie |
|--------------------------|-----------------------------------|
| 1 | Superfici totalmente impermeabili |
| 0.8 | Cemento o ardesia |
| 0.3 | Ghiaia |
| 0.3 | Stabilizzato |

Tabella 1 – coefficienti di deflusso per il calcolo della vasca di prima pioggia

La figura seguente riporta il dettaglio delle coperture previste nello scenario *post-operam*.



Figura 6 – tipologie di coperture nello scenario *post-operam*

La Tabella 2 riporta il calcolo delle aree per tipologia di copertura riportate in Figura 6, con i diversi coefficienti di afflusso adottati.

| superficie | Area [km ²] | Coefficiente di afflusso |
|-------------------|-------------------------|--------------------------|
| aree inghiaiate | 35304.431 | 0.3 |
| autobloccanti | 980.445 | 0.8 |
| marciapiede in ca | 308.654 | 0.8 |
| prato/verde | 2720.536 | 0 |
| superfici cls | 7625.755 | 0.8 |
| strade | 12944.253 | 1 |
| edifici | 9148.378 | 1 |

Tabella 2 – calcolo delle aree per tipologia di copertura e coefficienti di afflusso adottati

Per quanto riguarda il dimensionamento della vasca di prima pioggia, comprensiva del volume di sedimentazione, e del volume di sedimentazioni, si è seguita la metodologia riportata al capitolo 5.4.2.2 (Sistemi di trattamento prima pioggia) delle citate Linee Guida Arpa, secondo il seguente schema:

Volume totale delle vasche = volume $V_{PP} + V_{SED}$

Volume di prima pioggia:

$$V_{PP} = S \times 5 \text{ mm}$$

Portata :

$$Q = S \times i$$

Volume di sedimentazione (volume dei fanghi):

$$V_{SED} = Q \times C_f$$

V_{PP} : Volume utile della vasca di prima pioggia m^3

Q : Portata dei reflui dovuta all'evento meteorico l/s

S : Superficie scolante drenante servita dalla rete di drenaggio Ha

i : Intensità delle precipitazioni piovose definita pari a $0,0056 l/s m^2$

C_f Coefficiente della quantità di fango prevista per le singole tipologie di lavorazione

V_{SED} : Volume utile della vasca di sedimentazione dei fanghi m^3

Volume del disoleatore:

$$V_{DIS} = Q_P \times t_s$$

V_{DIS} : Volume disoleatore m^3

Q_P : Portata della pompa dell'impianto l/s . Deve essere maggiore/uguale di $1 l/s$.

t_s : Tempo di separazione min . È in funzione della densità dell'olio.

Figura 7 – schema calcolo volumi vasca prima pioggia e disoleatore

La tabella seguente riporta il calcolo del volume di prima pioggia (le notazioni adottate sono le medesime di Figura 7); per quanto riguarda il coefficiente C_f relativo alla quantità di fango prevista per il calcolo del volume minimo del sedimentatore, è stato adottato, sulla base di

quanto comunicato dai progettisti relativamente alle tipologie di operazioni previste all'interno dell'impianto, un valore $C_f = 100$, relativo ad una ridotto quantitativo di fango nelle acque di prima pioggia.

| | | |
|-----------------------------|---------------|-------------------------|
| V_{PP} | 199.08 | m^3 |
| Q | 222.97 | l/s |
| S | 39815.84 | m^2 |
| i | 0.0056 | l/s m^2 |
| C_f | 100 | |
| V_{SED} | 22.30 | m^3 |
| | | |
| V_{tot} | 221.38 | m^3 |

Tabella 3 – calcolo volume vasca prima pioggia

La tabella seguente riporta il calcolo del volume del disoleatore (le notazioni adottate sono le medesime di Figura 7); per quanto riguarda il tempo di separazione t_s in funzione delle specifiche densità dell'olio, è stato adottato, sulla base di quanto comunicato dai progettisti relativamente alle tipologie di operazioni previste all'interno dell'impianto, un valore $t_s = 16.6$ min, relativo ad una densità dell'eventuale olio nelle acque di prima pioggia fino a 0.85 g/cm³. Per quanto riguarda la pompa di rilancio dell'impianto, è stata ipotizzata una portata pari a 5 l/s, in grado di svuotare completamente il disoleatore in un tempo massimo pari a 12 ore.

| | | |
|-----------------------------|-------------|-------------------------|
| Q_P | 5.00 | l/s |
| t_s | 16.6 | min |
| V_{DIS} | 4.98 | m^3 |

Tabella 4 – calcolo volume disoleatore

4 CALCOLO ED OTTIMIZZAZIONE DEI VOLUMI DI LAMINAZIONE

L'Allegato Tecnico al Regolamento di Polizia Idraulica per la conservazione e la vigilanza delle opere pubbliche di bonifica e irrigazione del Consorzio Bonifica Parmense riporta le linee guida per la progettazione dei dispositivi di invarianza idraulica, intendendo la trasformazione del territorio, nel rispetto del principio di invarianza idraulica, come *“trasformazione di un'area che non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall'area stessa.”*

L'Allegato Tecnico riporta indicazioni progettuali per la realizzazione dei volumi di laminazione previsti per le tipologie di scarico previste ai fini del rispetto dell'invarianza, prescrivendo comunque in tutti i casi che:

- il volume utile d'invaso non potrà essere inferiore a 600 m³/ha di superficie complessiva di trasformazione;

- la dimensione massima delle luci di scarico dell'invaso dovrà essere pari a 250 mm nel caso di un solo scarico, di 180 mm nel caso di due scarichi e di 160 mm nel caso di tre scarichi;
- la massima quota d'acqua consentita all'interno dell'invaso, in corrispondenza dello/gli scarico/chi, dovrà essere pari a 80 cm. Laddove non sia possibile, per comprovate e giustificate esigenze tecniche, ottemperare a tale prescrizione il consorzio potrà autorizzare la realizzazione di un bacino di laminazione con battente superiore a 80 cm, purché la portata di scarico, attraverso ulteriori sistemi di riduzione dello scarico terminale, si attesti a valori non superiore a quelli defluenti dal sistema avente battente 80 cm;
- l'altimetria delle aree di intervento, a trasformazione avvenuta, dovrà essere superiore di almeno 50 cm rispetto al piano campagna precedente.

4.1 Calcolo delle piogge di progetto

Per la stima delle piogge di progetto sono state adottate le curve segnalatrici di possibilità climatica ricavate con il metodo di regressione lineare per la stazione di Parma, fornite dal Consorzio della Bonifica Parmense su apposita richiesta.

Le altezze di pioggia h , espresse in funzione della durata d e del tempo di ritorno TR , possono essere espresse con la formula

$$h = a \cdot d^n$$

I coefficienti a ed n , espressi in funzione del tempo di ritorno TR , sono stati forniti dal consorzio di Bonifica e riportati nelle tabelle seguenti rispettivamente per durate superiori ed inferiori all'ora.

La tabella seguente riporta i coefficienti a ed n per durate da 1 a 24 ore (i valori a ed n per il tempo di ritorno TR 30 anni, non forniti direttamente dal Consorzio, sono stati ricavati mediante interpolazione lineare dei coefficienti relativi a tempi di ritorno rispettivamente pari a 25 ed a 50 anni).

| TR | a | n |
|-----|--------|-------|
| 5 | 35.153 | 0.269 |
| 10 | 41.503 | 0.279 |
| 25 | 49.539 | 0.288 |
| 30 | 50.732 | 0.289 |
| 50 | 55.506 | 0.293 |
| 100 | 61.431 | 0.297 |
| 200 | 67.377 | 0.3 |
| 500 | 75.13 | 0.303 |

Tabella 5 – coefficienti delle curve segnalatrici di possibilità climatica – durate da 1 a 24 ore

La Tabella 6 riporta invece coefficienti a ed n per piogge di durata sub-oraria (i valori a ed n per il tempo di ritorno TR 30 anni, non forniti direttamente dal Consorzio, sono stati anche in questo caso ricavati mediante interpolazione lineare dei coefficienti relativi a tempi di ritorno rispettivamente pari a 25 ed a 50 anni).

| TR | a | n |
|-----|--------|--------|
| 10 | 41.958 | 0.367 |
| 25 | 50.44 | 0.35 |
| 30 | 51.453 | 0.3484 |
| 50 | 55.506 | 0.342 |
| 100 | 56.74 | 0.335 |
| 200 | 69.233 | 0.329 |
| 500 | 77.46 | 0.323 |

Tabella 6 – coefficienti delle curve segnalatrici di possibilità climatica – durate inferiori all’ora

Per quanto riguarda la forma degli ietogrammi di progetto, è stato adottato su indicazione del Consorzio di Bonifica lo ietogramma di tipo Chicago triangolare.

Gli ietogrammi utilizzati per la simulazione dei diversi scenari con il codice SWMM sono riportati in allegato.

4.2 Calcolo dei volumi di laminazione

L’area su cui verrà realizzata la centrale in progetto ha un’estensione complessiva di 69032.45 m², suddivisi fra area esistente (già urbanizzata) di estensione pari a 20549.84 m² e nuova area (attualmente ad uso agricolo) di estensione pari a 48482.62 m²; si rimanda alla Figura 2 per un inquadramento su base ortofoto dello stato attuale.

La centrale attualmente presente nell’area esistente è dotata di un sistema di drenaggio delle acque meteoriche con un sollevamento meccanico ed un recapito finale al canale Lorno; lo scarico attualmente autorizzato prevede una portata massima oraria pari a 200 m³/h ed una portata massima annua pari a 450000 m³/a. il drenaggio della nuova area, attualmente coltivata, si attua attraverso i fossi di scolo presenti, prevalentemente con pendenze in direzione SudOvest-NordEst.

Il calcolo dei volumi di invarianza è stato implementato tenendo conto delle seguenti ipotesi/modalità operative:

- Scarico dell’intera area centrale nel canale Lorno
- Portata massima allo scarico pari alla portata attualmente autorizzata (200 m³/h)
- Calcolo preliminare dei volumi di laminazione con evento di durata pari al tempo di corrivazione dell’impianto e tempo di ritorno pari a 100 anni
- Verifica dei volumi per un evento di durata pari a 2 ore e tempo di ritorno pari a 30 anni (quest’ultima ipotesi, sebbene non espressamente prescritta dal Consorzio di Bonifica, è proposta come ulteriore verifica dei dispositivi a fronte di un evento di in grado di produrre maggiori volumi di invaso, sebbene con intensità di pioggia minori rispetto all’evento precedente, e prassi comune per lo studio dei dispositivi di invarianza nel territorio della ex Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli)
- Modellazione del sistema complessivo di drenaggio con l’utilizzo del software SWMM

Per quanto riguarda la scelta dei coefficienti di deflusso, in mancanza di una specifica indicazione del consorzio, si sono adottate le seguenti indicazioni tecniche:

- coefficienti riportati al punto 5.1 della Linea Guida LG28/DT di Arpa Emilia-Romagna relativa al calcolo delle vasche di prima pioggia, riportati in Tabella 1

- indicazioni contenute nella “Direttiva inerente le verifiche idrauliche e gli accorgimenti tecnici da adottare per conseguire gli obiettivi di sicurezza idraulica definiti dal Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico, ai sensi degli artt. 2 ter, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11 del Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico delle ex Autorità dei Bacini regionali Romagnoli” relative al calcolo dei volumi di invarianza, che prevedono un coefficiente pari a 0.9 per le aree impermeabili e pari a 0.2 per le aree permeabili

ed è stato successivamente applicato un criterio estremante fra i risultati ottenuti con le due diverse indicazioni relative ai coefficienti di deflusso.

La tabella seguente riporta il coefficiente di deflusso complessivo dell'area calcolato secondo entrambi i metodi per lo scenario *ante-operam* e per lo scenario *post-operam*. Per quanto riguarda lo scenario *ante-operam* si è cautelativamente considerata l'area esistente come completamente impermeabile e la nuova area come completamente permeabile, mentre per quanto riguarda nello scenario *post-operam* il dettaglio delle diverse tipologie di coperture previste è riportato in Figura 6.

| | [m ²] | AdBRR | direttiva RER_PP |
|----------------|-------------------|--------------|------------------|
| area esistente | 20549.84 | 0.9 | 1 |
| nuova area | 48482.62 | 0.2 | 0.3 |
| | | | |
| totale | 69032.45 | 0.408 | 0.508 |

Tabella 7 – calcolo del coefficiente di deflusso nello scenario *ante-operam*

| | [m ²] | AdBRR | direttiva RER_PP |
|-------------------|-------------------|--------------|------------------|
| aree inghiaiate | 35304.43 | 0.2 | 0.3 |
| autobloccanti | 980.445 | 0.9 | 0.8 |
| marciapiede in ca | 308.654 | 0.9 | 0.8 |
| prato/verde | 2720.536 | 0.2 | 0.3 |
| superfici cls | 7625.755 | 0.9 | 0.8 |
| strade | 12944.25 | 0.9 | 1 |
| edifici | 9148.378 | 0.9 | 1 |
| | | | |
| totale | 69032.45 | 0.514 | 0.589 |

Tabella 8 – calcolo del coefficiente di deflusso nello scenario *post-operam*

I coefficienti di deflusso più alti risultano quelli calcolati secondo le indicazioni della Linea Guida LG28/DT di Arpa Emilia-Romagna, pertanto tali valori verranno adottati nel calcolo dei volumi di laminazione.

Per il calcolo del tempo di corrivazione dell'impianto si è adottata la classica formulazione¹:

$$t_c = t_a + t_r$$

In cui:

- t_a (tempo di accesso alla rete) è il tempo massimo che impiegano le particelle di pioggia a raggiungere la rete fognaria dal punto di caduta; questo valore è usualmente fissato in 5 minuti
- t_r (tempo di rete) è il tempo di scorrimento lungo i canali che costituiscono il percorso idraulicamente più lungo della rete fognaria a monte della sezione di calcolo; questo valore è stato determinato calcolando il ramo idraulicamente più lungo della rete di drenaggio a monte della vasca di laminazione, considerando una velocità di scorrimento convenzionalmente pari a 1 m/s

Il tracciato preliminare della rete di drenaggio è riportato in Figura 8.

Il percorso idraulicamente più lungo a monte della vasca di laminazione calcolato lungo la rete risulta pari a 430 m; considerando una velocità media di scorrimento lungo la rete pari a 1 m/s, si ricava un tempo di rete t_r pari a 7.17 minuti, che sommati ai 5 minuti di accesso alla rete (t_a), danno un tempo di corrivazione t_c dell'impianto pari a 12.17 minuti, cautelativamente approssimato a 12 minuti (0.2 ore).

¹ Rossi F, Salvi F (a cura di), Manuale di ingegneria civile ed ambientale, Zanichelli, 2003

Le tabelle seguenti riportano i volumi complessivi di pioggia in arrivo alla vasca di laminazione per gli eventi di progetto; tali volumi sono stati determinati calcolando la portata di picco di ogni evento secondo il metodo cinematico e considerando in via semplificata un idrogramma triangolare con rami di carico e scarico di durata T_c .

La portata di picco col metodo cinematico può essere calcolata con la seguente formulazione:

$$Q = \frac{\varphi \cdot h'_{T_c} \cdot A}{3.6 \cdot T_c}$$

In cui: φ [-] è il coefficiente di deflusso, A [km²] è l'area contribuyente, T_c [h] è il tempo di corrivazione e h'_{T_c} [mm] è la pioggia di progetto di durata assunta pari a T_c ed assegnato tempo di ritorno.

| | | |
|-----------------|-----------------|------------------------|
| φ | 0.508 | [-] |
| h'_{T_c} | 33.09 | [mm] |
| A | 0.069 | [km ²] |
| T_c | 0.20 | [ore] |
| Q100 | 1.61 | [m ³ /s] |
| V totale | 1161.382 | [m³] |

Tabella 9 – calcolo dei volumi di pioggia nello scenario *ante-operam* - evento di durata T_c e TR=100 anni

| | | |
|-----------------|-----------------|------------------------|
| φ | 0.508 | [-] |
| h'_{T_c} | 61.98 | [mm] |
| A | 0.069 | [km ²] |
| T_c | 2.00 | [ore] |
| Q100 | 0.30 | [m ³ /s] |
| V totale | 2175.322 | [m³] |

Tabella 10 - calcolo dei volumi di pioggia nello scenario *ante-operam* – evento di durata 2 ore e TR=30 anni

| | | |
|-----------------|-----------------|------------------------|
| φ | 0.589 | [-] |
| h'_{T_c} | 33.09 | [mm] |
| A | 0.07 | [km ²] |
| T_c | 0.20 | [ore] |
| Q100 | 1.87 | [m ³ /s] |
| V totale | 1344.629 | [m³] |

Tabella 11 – calcolo dei volumi di pioggia nello scenario *post-operam* – evento di durata T_c e TR=100 anni

| | | |
|-----------------|-----------------|------------------------|
| φ | 0.615 | [-] |
| h'_{T_c} | 61.98 | [mm] |
| A | 0.069 | [km ²] |
| D | 2.000 | [ore] |
| Q30 | 0.37 | [m ³ /s] |
| V totale | 2631.549 | [m³] |

Tabella 12 - calcolo dei volumi di pioggia nello scenario *post-operam* – evento di durata 2 ore e TR=30 anni

Come si vede dai risultati riportati nelle precedenti tabelle, l'evento in grado di provocare la portata maggiore risulta quello di durata Tc e TR=100 anni, mentre i maggiori volumi si hanno per l'evento di durata 2 ore e TR=30 anni.

Il calcolo del volume di invarianza, a rigore, dovrebbe essere fatto al fine di assicurare una portata invariata tra gli scenari *ante-operam* e *post-operam*; le indicazioni contenute nell'Allegato Tecnico prescrivono comunque che in tutti i casi "il volume utile d'invaso non potrà essere inferiore a 600 m³/ha di superficie complessiva di trasformazione".

Dato che la superficie complessiva di trasformazione in questo caso coincide con la nuova area (Figura 2), di area pari a 48482.62 m², il volume utile di invaso minimo prescritto risulta pari a **2909 m³**, e tale valore verrà utilizzato per il dimensionamento dei dispositivi di laminazione.

Tale volume è decisamente cautelativo se confrontato con i volumi derivanti dai diversi scenari d'evento descritti in precedenza. Ciò a maggior ragione se si considera che tali volumi trascurano la portata di scarico dell'impianto, prevista quale recapito nel canale Lorno tramite un impianto di pompaggio, ed attualmente prescritta in 200 m³/h massimi, in un'ottica di cautela nei confronti di ipotetici fermi impianto che dovessero verificarsi nel corso dell'evento.

5 DIMENSIONAMENTO IDRAULICO RETI DI DRENAGGIO

Il dimensionamento idraulico della rete di drenaggio delle acque bianche è stato fatto simulando il comportamento idraulico in continuo dell'intera rete scolante con il software SWMM 5.1 dell'USEPA che permette lo studio della propagazione dell'onda di piena (soluzione dell'equazione monodimensionale di de Saint-Venant nella sua forma completa, Metodo *Dynamic Wave*, Rossman 2005²).

Ai fini della simulazione con SWMM delle direttrici principali della rete di drenaggio, l'area della centrale è stata suddivisa in 14 sottoaree, sulla base del tracciato preliminare individuato a partire dal layout dell'impianto.

In Figura 9 è riportata la suddivisione in sottoaree ed i rami principali del sistema di drenaggio simulato con SWMM.

² Rossman Lewis A., 2015 Storm Water Management Model User's Manual version 5.1, National Risk Management Research Laboratory Office of Research and Development U.S. Environmental Protection Agency 26 Martin Luther King Drive Cincinnati, OH 45268, <https://www.epa.gov/water-research/storm-water-management-model-swmm>

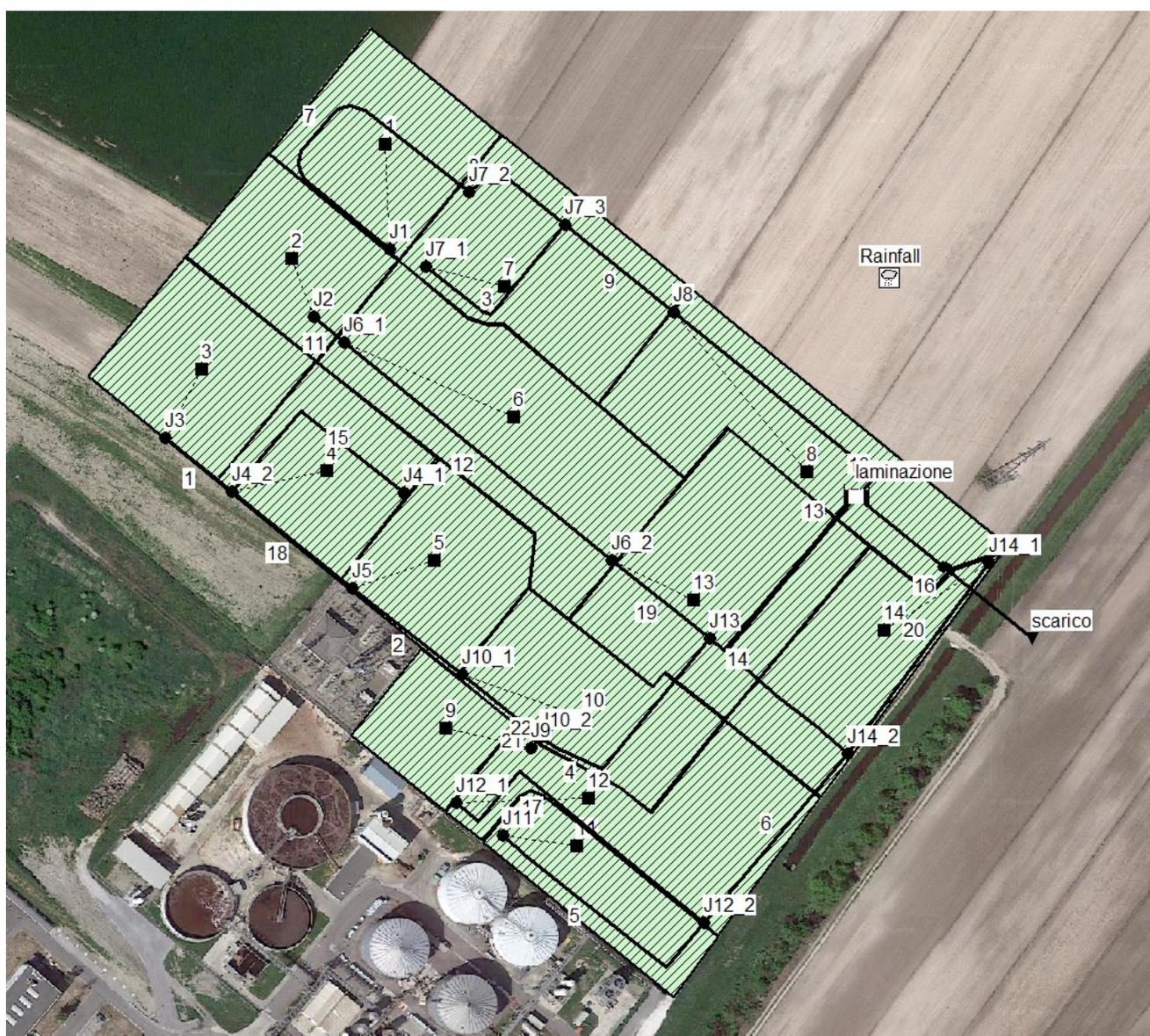


Figura 9 – schema del sistema di drenaggio simulato con SWMM

Per quanto riguarda la sottoarea 9, relativa alla sottostazione elettrica e che non verrà modificata dai lavori di trasformazione in progetto, è stata considerata quale area drenata la sola effettivamente di proprietà di Edison; il sistema di drenaggio delle acque meteoriche in questa area non verrà modificato, pertanto ai fini modellistici è stato considerato un solo punto di scarico nella rete di progetto, in corrispondenza del nodo J9, nel quale convogliare l'intero *runoff* della sottoarea 9, senza ulteriori valutazioni riguardante l'esistente rete di drenaggio interna.

Ad ognuna delle sottoaree individuate e modellate con SWMM sono stati attribuiti i seguenti coefficienti e parametri per il calcolo del *runoff*:

- Percentuali di aree permeabili ed impermeabili calcolate sulla base delle coperture previste

- Calcolo dell'infiltrazione nelle aree permeabili secondo Green-Ampt per un suolo di tipo "Sandy Loam", compatibile con la granulometria tipo del pacchetto di riporto previsto
- Assorbimento iniziale pari a 5 mm sia per le aree permeabili che per le aree impermeabili

Il *runoff* di ogni singola sottoarea è stato conservativamente attribuito al nodo di monte del tratto di condotta relativo alla medesima sottoarea, dimensionando quindi i condotti fognari con le seguenti ipotesi:

- ricoprimento minimo dei tubi pari ad almeno 65 cm dalla quota di progetto delle strade, prevista a 30.8 m slm
- scabrezza n di Manning dei condotti assunta pari a $0.015 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ (valore sovrastimato al fine di tenere conto delle perdite di carico localizzate dovute alle singolarità presenti lungo la rete, es. tombini, caditoie o confluenze, secondo le indicazioni riportate in CSDU, 1997³)
- diametri e pendenze scelti in modo tale che vengano soddisfatte le seguenti condizioni:
 - portata massima che transita con un grado di riempimento massimo delle condotte inferiore al 90% per la pioggia critica di progetto caratterizzata da un tempo di ritorno 30 anni
 - livello massimo nei nodi non superiore alla quota stradale (30.80 m slm) per la pioggia critica di progetto caratterizzata da un tempo di ritorno 100 anni

Come risulta evidente negli elaborati grafici (tavole allegate), le condotte della fognatura sono state generalmente collocate al di sotto delle strade di transito all'interno del sito, con caditoie di raccolta ogni 15-20 metri e pozzetti di ispezione agli incroci dei diversi rami.

Le tubazioni principali previste, in questa fase di dimensionamento idraulico delle linee fognarie, sono costituite da polipropilene (PP) a doppia parete per condotte di scarico interrato non in pressione, corrugate esternamente e lisce internamente, ad elevata rigidità anulare con classe di rigidità SN16 (pari a 16 kN/m^2).

Sono stati previsti, infine, gli allacciamenti secondari alla fognatura delle porzioni di superficie, con tubazioni in PVC DN 160 mm, ipotizzando la suddivisione delle aree interne scolanti in ogni singolo tratto fognario come riportato in Figura 9.

Sono comunque possibili scelte differenti in sede di progettazione più avanzata purché verificate rispetto ad idonee sollecitazioni di progetto.

La tabella seguente riporta il dettaglio di diametri e pendenze per ognuno dei tratti simulati (Figura 9).

³ Sistemi di Fognatura. Manuale di Progettazione, S. Artina, G. Calenda, F. Calomino, G. La Loggia, C. Modica, A. Paoletti, S. Papiri, G. Rasulo, P. Veltri (a cura di) CSDU - HOEPLI, Milano, 1997,

| nodo | tratto | lunghezza | diametro | pendenza | quota iniziale | quota finale |
|-------|--------|-----------|--------------|----------|----------------|--------------|
| J3 | 1 | 34 | 0.500 | 0.008 | 29.62 | 29.52 |
| J5 | 2 | 56 | 0.800 | 0.003 | 29.15 | 28.98 |
| J10_2 | 4 | 95 | 0.852 | 0.003 | 28.86 | 28.57 |
| J11 | 5 | 108 | 0.600 | 0.005 | 29.50 | 29.18 |
| J12_2 | 6 | 89 | 0.600 | 0.003 | 29.01 | 28.75 |
| J1 | 7 | 142 | 0.600 | 0.003 | 29.50 | 29.07 |
| J7_3 | 9 | 56 | 0.678 | 0.003 | 28.92 | 28.76 |
| J8 | 10 | 116 | 0.800 | 0.003 | 28.76 | 28.41 |
| J2 | 11 | 16 | 0.800 | 0.003 | 29.28 | 29.24 |
| J6_1 | 12 | 138 | 0.852 | 0.0030 | 29.24 | 28.82 |
| J13 | 13 | 88 | 0.852 | 0.006 | 28.57 | 28.31 |
| J14_2 | 14 | 145 | 0.678 | 0.003 | 28.75 | 28.31 |
| J4_1 | 15 | 95 | 0.500 | 0.0030 | 29.62 | 29.33 |
| J12_1 | 17 | 132 | 0.678 | 0.0030 | 29.41 | 29.01 |
| J6_2 | 19 | 50 | 0.852 | 0.005 | 28.82 | 28.67 |
| J14_1 | 20 | 95 | 0.600 | 0.008 | 29.50 | 29.21 |
| J10_1 | 21 | 40 | 0.800 | 0.003 | 28.98 | 28.86 |
| J9 | 22 | 6 | 0.600 | 0.112 | 29.50 | 29.48 |
| J7_1 | 3 | 79 | 0.600 | 0.007 | 29.50 | 29.26 |
| J7_2 | 8 | 49 | 0.600 | 0.003 | 29.07 | 28.92 |
| J4_2 | 18 | 62 | 0.800 | 0.003 | 29.33 | 29.15 |

Tabella 13 – diametri e pendenze dei tratti di fognatura simulati con SWMM

Il dettaglio dei risultati delle simulazioni con SWMM è riportato in allegato.

La vasca di laminazione, prevista quale recapito finale dei tratti 10, 13 e 14 è stata dimensionata ed ottimizzata considerando il calcolo dei volumi di laminazione (capitolo 4.2) ed il dimensionamento dei diversi tratti della rete fognaria.

Il volume utile di invaso per la laminazione dell'area risulta infatti pari a 2909 m³; ipotizzando di considerare anche il volume effettivamente invaso all'interno delle tubazioni, si può calcolare il volume risultante della vasca di laminazione da porre quale recapito della rete fognaria.

Considerando i tratti di fognatura riportati in Tabella 13 con un riempimento pari all'80%, si ottiene infatti un volume di invaso distribuito lungo la rete pari a 531.07 m³; la volumetria richiesta alla vasca di laminazione, al fine di raggiungere il valore fissato di 2909 m³ complessivi, risulta quindi pari a 2378 m³.

Il comportamento idraulico della vasca di laminazione, ipotizzata di area pari a 769.5 m² ed altezza utile di invaso pari a 3.1 m è stato verificato con il codice SWMM; i risultati di tale simulazione sono riportati in allegato.

Il rispetto della prescrizione vincolo imposto dal Consorzio sulla massima quota d'acqua consentita all'interno dell'invaso non risulta possibile sia in ragione della ridotta disponibilità di aree all'interno dell'area di trasformazione per la realizzazione del bacino di laminazione,

sia soprattutto in quanto le quote di scorrimento dei diversi tratti impongono un approfondimento della quota di fondo della vasca, sino a profondità oltre 3 m dal piano di imposta dell'impianto (30.8 m slm). La realizzazione di una vasca interrata non comporta comunque un aggravio in termini di portate defluenti nel corpo idrico recettore in quanto lo scarico della vasca nel canale Lorno avverrà tramite un sistema di pompaggio, con le modalità e le portate già autorizzate per la centrale esistente.

6 CONCLUSIONI

La trasformazione urbanistica prevista per la realizzazione della centrale elettrica di San Quirico, analizzate nel presente studio, risulta:

- Congruente con la pianificazione di bacino per quanto riguarda il rischio idraulico
- Coerente con i disposti della delibera di giunta regionale n. 1860 del 18 dicembre 2006 in materia di acque di prima pioggia
- Ad *invarianza idraulica*, in grado cioè, con l'inserimento di dispositivi di laminazione lungo la rete acque bianche, di garantire una portata defluente dalla rete di drenaggio senza aggravio per il corpo idrico recettore (il canale Lorno)

7 ALLEGATO: SIMULAZIONI CON IL CODICE SWMM

Si riportano in allegato i risultati delle simulazioni con il codice SWMM per i 3 scenari considerati nel dimensionamento dei sistemi di drenaggio e di invarianza:

1. Pioggia di durata tc (12 minuti) e tempo di ritorno 30 anni
2. Pioggia di durata tc (12 minuti) e tempo di ritorno 100 anni
3. Pioggia di durata 2 ore e tempo di ritorno 30 anni

7.1 Scenario 1: Pioggia di durata tc (12 minuti) e tempo di ritorno 30 anni

La simulazione dello scenario 1 è stata condotta per una durata di 60 minuti, dall'inizio dell'evento piovoso. Le dimensioni dei tubi e della vasca di laminazione sono quelle riportate nei capitoli precedenti e lo scarico della vasca, con un pompaggio di portata pari a 200 m³/h è stato considerato attivo, con innesco al raggiungimento di un livello pari a 10 cm all'interno della vasca.

Lo ietogramma di progetto per questo scenario è uno ietogramma di tipo Chicago con picco centrale, di durata 12 minuti e tempo di ritorno 30 anni, per un totale di pioggia cumulata pari a 36.7 mm (Figura 10).

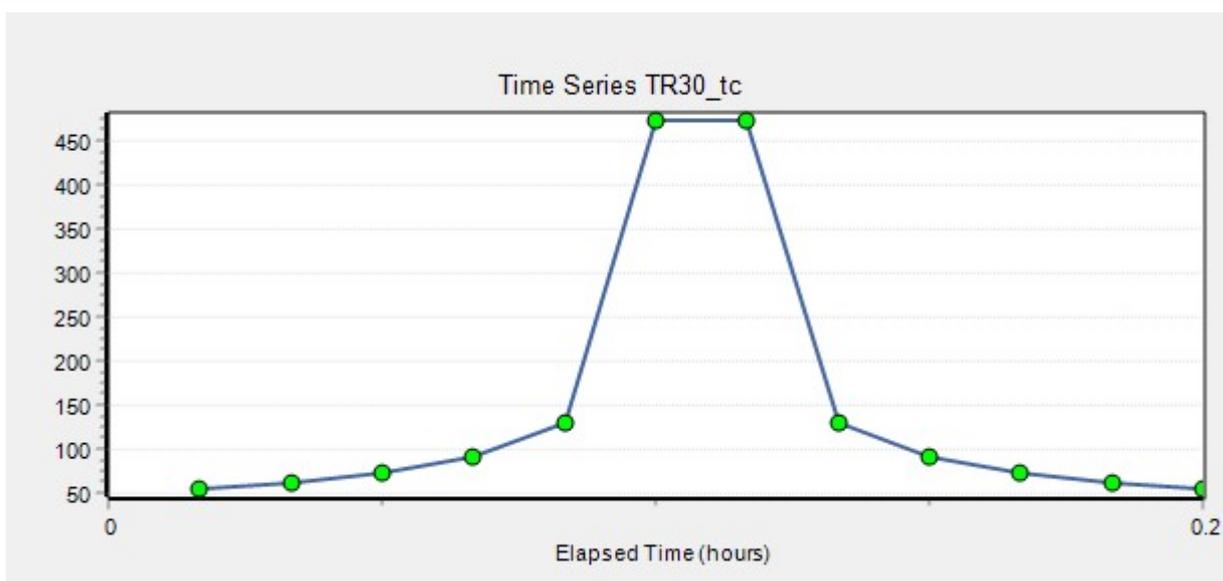


Figura 10 – ietogramma di progetto, durata 12 minuti, tempo di ritorno 30 anni

Le tabelle seguenti riportano rispettivamente il *runoff* calcolato da SWMM per ogni sottoarea (Tabella 14), il grado di riempimento di ogni ramo (Tabella 15) ed il massimo livello in corrispondenza dei nodi (Tabella 16).

Topic: Subcatchment Runoff

| Subcatchment | Total Precip mm | Total Runon mm | Total Evap mm | Total Infil mm | Imperv Runoff mm | Perv Runoff mm | Total Runoff mm | Total Runoff 10 ^{^6} ltr | Peak Runoff CMS | Runoff Coeff |
|--------------|-----------------|----------------|---------------|----------------|------------------|----------------|-----------------|-----------------------------------|-----------------|--------------|
| 1 | 29.37 | 0.00 | 0.00 | 11.61 | 9.85 | 6.16 | 16.01 | 0.07 | 0.25 | 0.545 |
| 2 | 29.37 | 0.00 | 0.00 | 11.81 | 9.66 | 6.18 | 15.84 | 0.06 | 0.20 | 0.539 |
| 3 | 29.37 | 0.00 | 0.00 | 15.73 | 5.44 | 7.30 | 12.75 | 0.05 | 0.16 | 0.434 |
| 4 | 29.37 | 0.00 | 0.00 | 9.21 | 12.46 | 5.43 | 17.89 | 0.07 | 0.26 | 0.609 |
| 6 | 29.37 | 0.00 | 0.00 | 9.54 | 11.98 | 5.69 | 17.67 | 0.15 | 0.55 | 0.602 |
| 7 | 29.37 | 0.00 | 0.00 | 7.25 | 15.09 | 4.05 | 19.14 | 0.12 | 0.36 | 0.652 |
| 8 | 29.37 | 0.00 | 0.00 | 13.19 | 9.91 | 4.24 | 14.16 | 0.09 | 0.23 | 0.482 |
| 9 | 29.37 | 0.00 | 0.00 | 19.34 | 0.63 | 9.39 | 10.02 | 0.02 | 0.04 | 0.341 |
| 10 | 29.37 | 0.00 | 0.00 | 11.03 | 9.88 | 6.78 | 16.66 | 0.07 | 0.28 | 0.567 |
| 11 | 29.37 | 0.00 | 0.00 | 3.32 | 19.39 | 3.22 | 22.61 | 0.07 | 0.31 | 0.770 |
| 12 | 29.37 | 0.00 | 0.00 | 6.47 | 15.37 | 4.75 | 20.12 | 0.11 | 0.44 | 0.685 |
| 13 | 29.37 | 0.00 | 0.00 | 15.77 | 5.58 | 7.09 | 12.67 | 0.09 | 0.28 | 0.431 |
| 14 | 29.37 | 0.00 | 0.00 | 13.85 | 6.05 | 8.53 | 14.58 | 0.07 | 0.24 | 0.496 |
| 5 | 29.37 | 0.00 | 0.00 | 2.09 | 21.20 | 1.92 | 23.12 | 0.09 | 0.31 | 0.787 |

Tabella 14 - *runoff* calcolato da SWMM per ogni sottoarea

Topic: Click a column header to sort the column.

| Link | Type | Maximum [Flow] CMS | Day of Maximum Flow | Hour of Maximum Flow | Maximum [Velocity] m/sec | Max / Full Flow | Max / Full Depth |
|------|---------|--------------------|---------------------|----------------------|--------------------------|-----------------|------------------|
| 1 | CONDUIT | 0.160 | 0 | 00:08 | 1.33 | 0.53 | 0.67 |
| 2 | CONDUIT | 0.526 | 0 | 00:08 | 1.27 | 0.83 | 0.77 |
| 4 | CONDUIT | 0.694 | 0 | 00:09 | 1.53 | 0.93 | 0.82 |
| 5 | CONDUIT | 0.290 | 0 | 00:08 | 1.64 | 0.81 | 0.76 |
| 6 | CONDUIT | 0.392 | 0 | 00:10 | 1.55 | 1.36 | 0.88 |
| 7 | CONDUIT | 0.205 | 0 | 00:08 | 1.45 | 0.70 | 0.61 |
| 9 | CONDUIT | 0.370 | 0 | 00:10 | 1.29 | 0.94 | 0.76 |
| 10 | CONDUIT | 0.479 | 0 | 00:11 | 1.56 | 0.76 | 0.59 |
| 11 | CONDUIT | 0.179 | 0 | 00:08 | 0.82 | 0.31 | 0.76 |
| 12 | CONDUIT | 0.637 | 0 | 00:08 | 1.56 | 0.85 | 0.68 |
| 13 | CONDUIT | 1.205 | 0 | 00:10 | 2.37 | 1.11 | 0.84 |
| 14 | CONDUIT | 0.420 | 0 | 00:12 | 1.69 | 0.82 | 0.65 |
| 15 | CONDUIT | 0.036 | 0 | 00:09 | 0.36 | 0.20 | 0.56 |
| 17 | CONDUIT | 0.383 | 0 | 00:08 | 1.46 | 0.95 | 0.77 |
| 19 | CONDUIT | 0.757 | 0 | 00:09 | 2.33 | 0.79 | 0.77 |
| 20 | CONDUIT | 0.229 | 0 | 00:08 | 2.23 | 0.48 | 0.55 |
| 21 | CONDUIT | 0.684 | 0 | 00:09 | 1.65 | 1.09 | 0.80 |
| 22 | CONDUIT | 0.043 | 0 | 00:08 | 1.77 | 0.02 | 0.59 |
| 3 | CONDUIT | 0.355 | 0 | 00:08 | 1.95 | 0.78 | 0.67 |
| 8 | CONDUIT | 0.176 | 0 | 00:10 | 0.77 | 0.60 | 0.76 |
| 18 | CONDUIT | 0.304 | 0 | 00:08 | 0.96 | 0.49 | 0.64 |
| 16 | PUMP | 0.556 | 0 | 00:09 | 1.00 | | |

Tabella 15 - grado di riempimento di ogni ramo

Topic: Click a column header to sort the column.

| Node | Type | Average Depth Meters | Maximum Depth Meters | Maximum HGL Meters | Day of Maximum Depth | Hour of Maximum Depth | Maximum Reported Depth Meters |
|-------------|----------|----------------------|----------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------------|
| J1 | JUNCTION | 0.16 | 0.38 | 29.88 | 0 | 00:08 | 0.37 |
| J10_2 | JUNCTION | 0.30 | 0.64 | 29.50 | 0 | 00:09 | 0.63 |
| J11 | JUNCTION | 0.13 | 0.41 | 29.91 | 0 | 00:08 | 0.40 |
| J12_2 | JUNCTION | 0.27 | 0.64 | 29.65 | 0 | 00:10 | 0.64 |
| J13 | JUNCTION | 0.34 | 0.78 | 29.35 | 0 | 00:10 | 0.76 |
| J14_2 | JUNCTION | 0.23 | 0.47 | 29.22 | 0 | 00:11 | 0.47 |
| J5 | JUNCTION | 0.25 | 0.59 | 29.74 | 0 | 00:08 | 0.59 |
| J7_1 | JUNCTION | 0.16 | 0.41 | 29.91 | 0 | 00:08 | 0.39 |
| J2 | JUNCTION | 0.21 | 0.59 | 29.87 | 0 | 00:08 | 0.56 |
| J3 | JUNCTION | 0.11 | 0.26 | 29.88 | 0 | 00:08 | 0.25 |
| J4_1 | JUNCTION | 0.04 | 0.17 | 29.79 | 0 | 00:10 | 0.16 |
| J6_1 | JUNCTION | 0.24 | 0.62 | 29.86 | 0 | 00:08 | 0.59 |
| J7_2 | JUNCTION | 0.17 | 0.41 | 29.48 | 0 | 00:09 | 0.41 |
| J8 | JUNCTION | 0.28 | 0.52 | 29.28 | 0 | 00:11 | 0.52 |
| J12_1 | JUNCTION | 0.18 | 0.52 | 29.93 | 0 | 00:08 | 0.49 |
| J6_2 | JUNCTION | 0.26 | 0.56 | 29.38 | 0 | 00:09 | 0.55 |
| J14_1 | JUNCTION | 0.12 | 0.32 | 29.82 | 0 | 00:08 | 0.31 |
| J10_1 | JUNCTION | 0.30 | 0.65 | 29.63 | 0 | 00:09 | 0.65 |
| J9 | JUNCTION | 0.03 | 0.06 | 29.56 | 0 | 00:08 | 0.06 |
| J7_3 | JUNCTION | 0.25 | 0.52 | 29.44 | 0 | 00:10 | 0.51 |
| J4_2 | JUNCTION | 0.19 | 0.43 | 29.76 | 0 | 00:08 | 0.43 |
| scarico | OUTFALL | 0.00 | 0.00 | 20.00 | 0 | 00:00 | 0.00 |
| laminazione | STORAGE | 0.38 | 0.78 | 28.28 | 0 | 00:19 | 0.78 |

Tabella 16 - massimo livello in corrispondenza dei nodi

In Figura 11 è riportata una mappa dell'area con l'indicazione del livello in corrispondenza dei nodi e del grado di riempimento di ogni ramo nel momento di picco (corrispondente a 10 minuti dall'inizio dell'evento), mentre in Figura 12 è riportato il profilo dal nodo J3 alla vasca di laminazione nel medesimo istante.

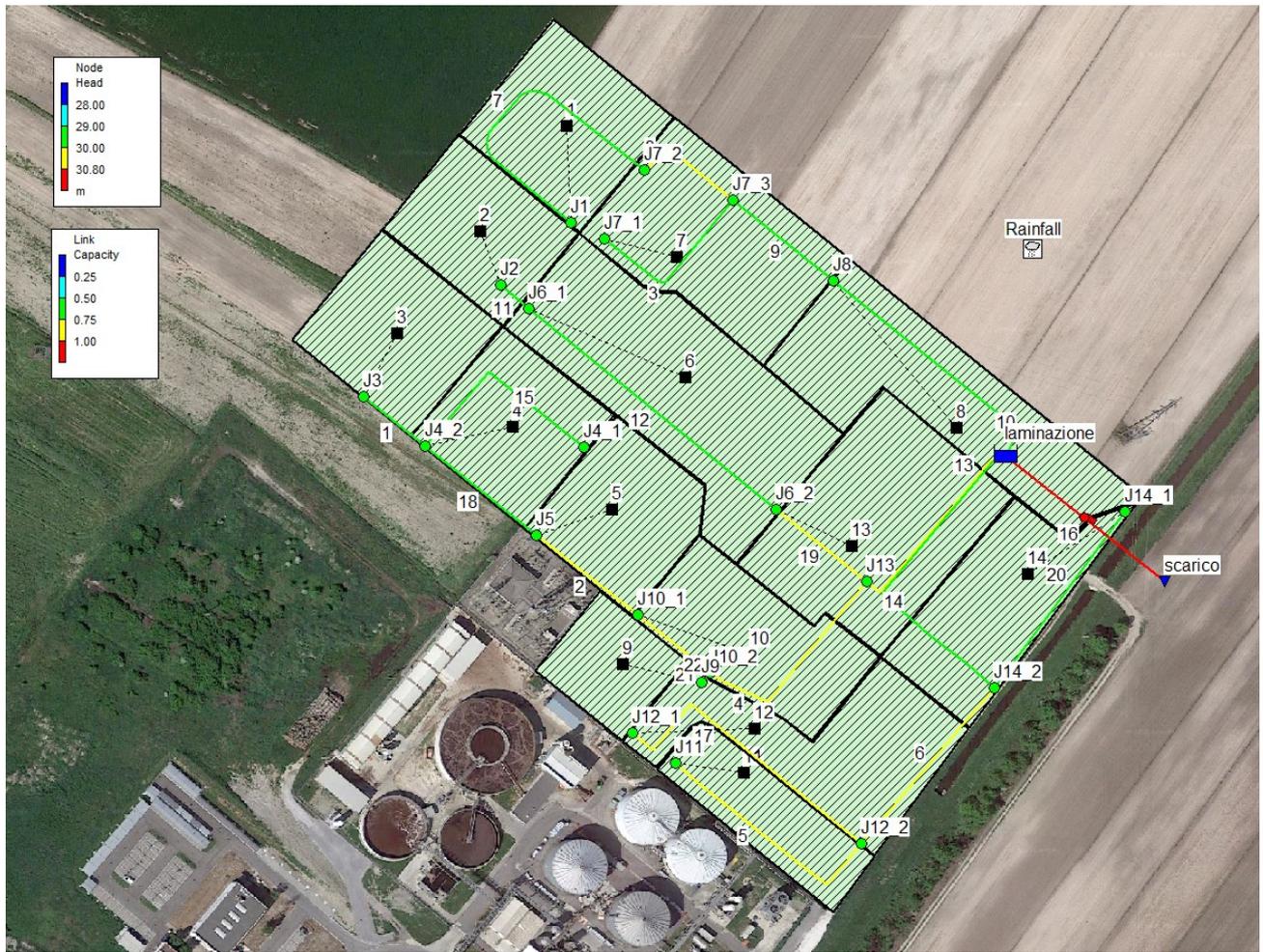


Figura 11 - massimo riempimento delle tubature

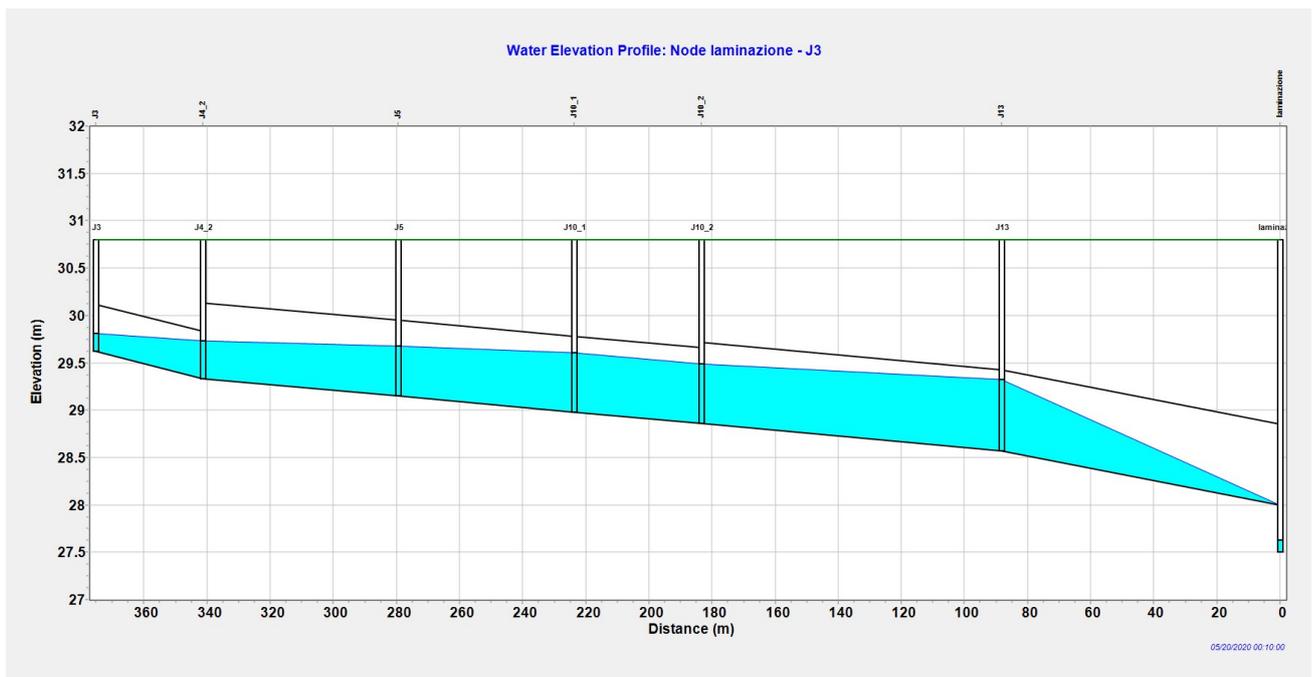


Figura 12 - massimo riempimento delle tubature, profilo dal nodo J3 alla vasca di laminazione

La Figura 13 riporta infine l'andamento dei livelli all'interno della vasca di laminazione per tutta la durata dell'evento.

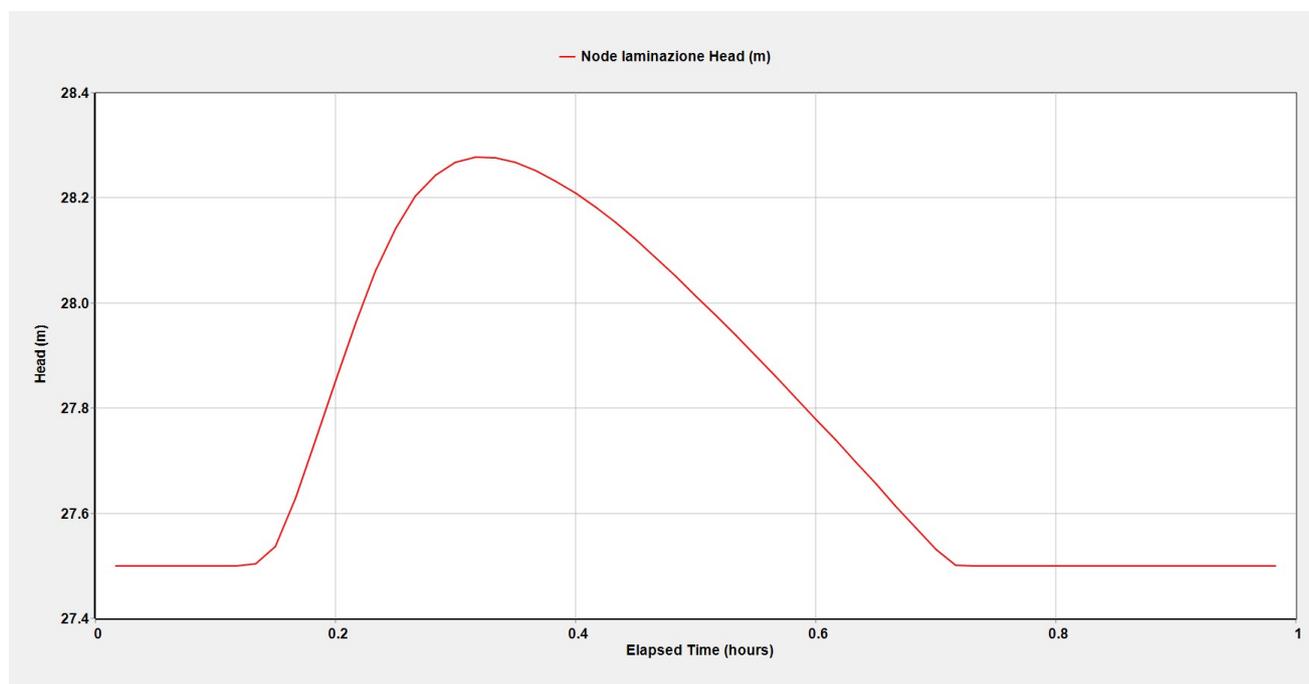


Figura 13 – livelli all'interno della vasca di laminazione

7.2 Scenario 2: Pioggia di durata t_c (12 minuti) e tempo di ritorno 100 anni

La simulazione dello scenario 2 è stata condotta per una durata di 60 minuti, dall'inizio dell'evento piovoso. Le dimensioni dei tubi e della vasca di laminazione sono quelle riportate nei capitoli precedenti e lo scarico della vasca, con un pompaggio di portata pari a $200 \text{ m}^3/\text{h}$ è stato considerato attivo, con innesco al raggiungimento di un livello pari a 10 cm all'interno della vasca.

Lo ietogramma di progetto per questo scenario è uno ietogramma di tipo Chicago con picco centrale, di durata 12 minuti e tempo di ritorno 100 anni, per un totale di pioggia cumulata pari a 46.3 mm (Figura 10).

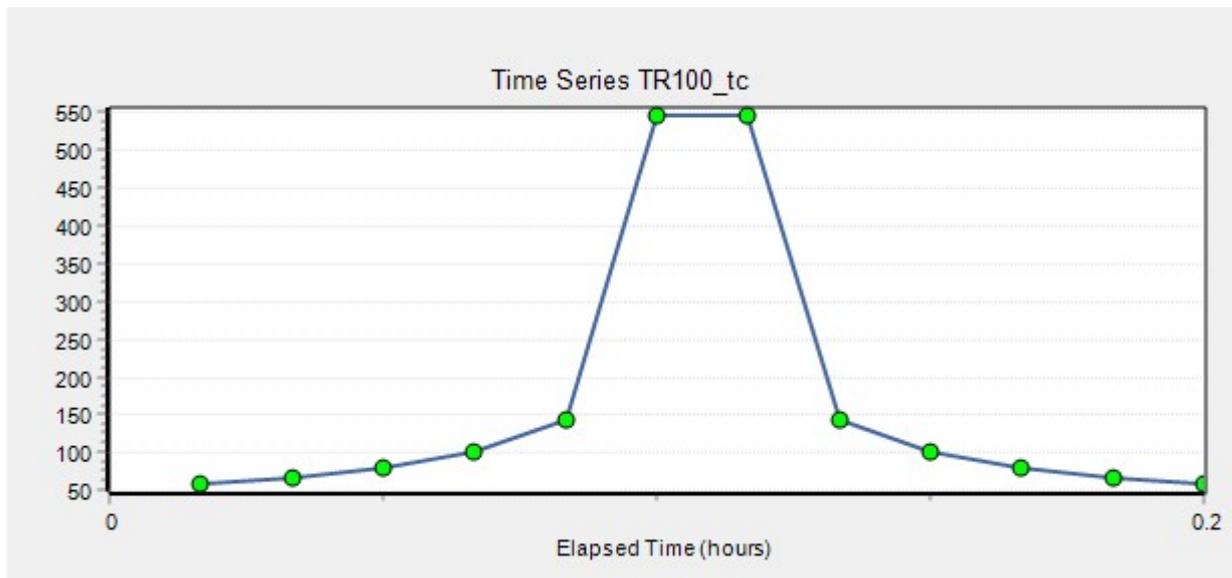


Figura 14 – ietogramma di progetto, durata 12 minuti, tempo di ritorno 100 anni

Le tabelle seguenti riportano rispettivamente il *runoff* calcolato da SWMM per ogni sottoarea (Tabella 17), il grado di riempimento di ogni ramo (Tabella 18) ed il massimo livello in corrispondenza dei nodi (Tabella 19).

Topic: Subcatchment Runoff Click a column header to sort the column.

| Subcatchment | Total Precip mm | Total Runon mm | Total Evap mm | Total Infil mm | Imperv Runoff mm | Perv Runoff mm | Total Runoff mm | Total Runoff 10 ⁶ ltr | Peak Runoff CMS | Runoff Coeff |
|--------------|-----------------|----------------|---------------|----------------|------------------|----------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|--------------|
| 1 | 33.09 | 0.00 | 0.00 | 11.89 | 11.35 | 8.15 | 19.50 | 0.09 | 0.31 | 0.589 |
| 2 | 33.09 | 0.00 | 0.00 | 12.11 | 11.13 | 8.19 | 19.31 | 0.07 | 0.24 | 0.584 |
| 3 | 33.09 | 0.00 | 0.00 | 16.18 | 6.26 | 9.78 | 16.05 | 0.07 | 0.21 | 0.485 |
| 4 | 33.09 | 0.00 | 0.00 | 9.40 | 14.37 | 7.10 | 21.47 | 0.08 | 0.32 | 0.649 |
| 6 | 33.09 | 0.00 | 0.00 | 9.74 | 13.81 | 7.44 | 21.25 | 0.18 | 0.68 | 0.642 |
| 7 | 33.09 | 0.00 | 0.00 | 7.42 | 17.42 | 5.32 | 22.74 | 0.14 | 0.45 | 0.687 |
| 8 | 33.09 | 0.00 | 0.00 | 13.75 | 11.45 | 5.90 | 17.35 | 0.11 | 0.29 | 0.524 |
| 9 | 33.09 | 0.00 | 0.00 | 19.87 | 0.72 | 12.52 | 13.24 | 0.03 | 0.06 | 0.400 |
| 10 | 33.09 | 0.00 | 0.00 | 11.25 | 11.37 | 8.84 | 20.21 | 0.09 | 0.35 | 0.611 |
| 11 | 33.09 | 0.00 | 0.00 | 3.36 | 22.34 | 4.03 | 26.37 | 0.08 | 0.37 | 0.797 |
| 12 | 33.09 | 0.00 | 0.00 | 6.57 | 17.72 | 6.09 | 23.81 | 0.13 | 0.54 | 0.720 |
| 13 | 33.09 | 0.00 | 0.00 | 16.24 | 6.42 | 9.53 | 15.95 | 0.11 | 0.34 | 0.482 |
| 14 | 33.09 | 0.00 | 0.00 | 14.12 | 6.95 | 11.12 | 18.07 | 0.08 | 0.30 | 0.546 |
| 5 | 33.09 | 0.00 | 0.00 | 2.12 | 24.47 | 2.41 | 26.88 | 0.10 | 0.39 | 0.812 |

Tabella 17 - *runoff* calcolato da SWMM per ogni sottoarea

Topic: Click a column header to sort the column.

| Link | Type | Maximum Flow CMS | Day of Maximum Flow | Hour of Maximum Flow | Maximum Velocity m/sec | Max / Full Flow | Max / Full Depth |
|------|---------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------|------------------------|
| 1 | CONDUIT | 0.200 | 0 | 00:08 | 1.36 | 0.66 | 0.78 |
| 2 | CONDUIT | 0.603 | 0 | 00:08 | 1.28 | 0.95 | 0.91 |
| 4 | CONDUIT | 0.827 | 0 | 00:09 | 1.61 | 1.10 | 1.00 |
| 5 | CONDUIT | 0.348 | 0 | 00:08 | 1.70 | 0.97 | 1.00 |
| 6 | CONDUIT | 0.469 | 0 | 00:09 | 1.66 | 1.63 | 1.00 |
| 7 | CONDUIT | 0.259 | 0 | 00:09 | 1.48 | 0.89 | 0.74 |
| 9 | CONDUIT | 0.463 | 0 | 00:10 | 1.37 | 1.17 | 0.89 |
| 10 | CONDUIT | 0.585 | 0 | 00:11 | 1.65 | 0.93 | 0.67 |
| 11 | CONDUIT | 0.232 | 0 | 00:08 | 0.83 | 0.40 | 0.90 |
| 12 | CONDUIT | 0.785 | 0 | 00:08 | 1.62 | 1.05 | 0.79 |
| 13 | CONDUIT | 1.319 | 0 | 00:09 | 2.38 | 1.21 | 0.97 |
| 14 | CONDUIT | 0.487 | 0 | 00:12 | 1.75 | 0.95 | 0.72 |
| 15 | CONDUIT | 0.069 | 0 | 00:08 | 0.49 | 0.38 | 0.80 |
| 17 | CONDUIT | 0.468 | 0 | 00:08 | 1.52 | 1.15 | 1.00 |
| 19 | CONDUIT | 0.941 | 0 | 00:08 | 2.44 | 0.98 | 0.97 |
| 20 | CONDUIT | 0.289 | 0 | 00:08 | 2.33 | 0.61 | 0.62 |
| 21 | CONDUIT | 0.828 | 0 | 00:08 | 1.76 | 1.32 | 1.00 |
| 22 | CONDUIT | 0.145 | 0 | 00:10 | 1.85 | 0.08 | 0.86 |
| 3 | CONDUIT | 0.437 | 0 | 00:08 | 2.02 | 0.96 | 0.80 |
| 8 | CONDUIT | 0.222 | 0 | 00:09 | 0.82 | 0.76 | 0.93 |
| 18 | CONDUIT | 0.352 | 0 | 00:08 | 0.98 | 0.57 | 0.76 |
| 16 | PUMP | 0.556 | 0 | 00:09 | 1.00 | | |

Tabella 18 - grado di riempimento di ogni ramo

Topic: Click a column header to sort the column.

| Node | Type | Average Depth Meters | Maximum Depth Meters | Maximum HGL Meters | Day of Maximum Depth | Hour of Maximum Depth | Maximum Reported Depth Meters |
|-------------|----------|----------------------|----------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------------|
| J1 | JUNCTION | 0.18 | 0.44 | 29.94 | 0 | 00:08 | 0.42 |
| J10_2 | JUNCTION | 0.39 | 0.84 | 29.70 | 0 | 00:10 | 0.81 |
| J11 | JUNCTION | 0.16 | 0.47 | 29.97 | 0 | 00:08 | 0.46 |
| J12_2 | JUNCTION | 0.35 | 0.90 | 29.91 | 0 | 00:09 | 0.76 |
| J13 | JUNCTION | 0.44 | 0.97 | 29.54 | 0 | 00:09 | 0.93 |
| J14_2 | JUNCTION | 0.28 | 0.54 | 29.29 | 0 | 00:11 | 0.54 |
| J5 | JUNCTION | 0.33 | 0.70 | 29.85 | 0 | 00:08 | 0.69 |
| J7_1 | JUNCTION | 0.19 | 0.48 | 29.98 | 0 | 00:08 | 0.45 |
| J2 | JUNCTION | 0.25 | 0.71 | 29.99 | 0 | 00:08 | 0.64 |
| J3 | JUNCTION | 0.13 | 0.30 | 29.92 | 0 | 00:08 | 0.29 |
| J4_1 | JUNCTION | 0.08 | 0.31 | 29.93 | 0 | 00:10 | 0.30 |
| J6_1 | JUNCTION | 0.28 | 0.74 | 29.98 | 0 | 00:08 | 0.68 |
| J7_2 | JUNCTION | 0.23 | 0.51 | 29.58 | 0 | 00:09 | 0.50 |
| J8 | JUNCTION | 0.33 | 0.60 | 29.36 | 0 | 00:10 | 0.60 |
| J12_1 | JUNCTION | 0.23 | 0.62 | 30.03 | 0 | 00:08 | 0.56 |
| J6_2 | JUNCTION | 0.35 | 0.77 | 29.59 | 0 | 00:10 | 0.73 |
| J14_1 | JUNCTION | 0.14 | 0.36 | 29.86 | 0 | 00:08 | 0.35 |
| J10_1 | JUNCTION | 0.39 | 0.81 | 29.79 | 0 | 00:10 | 0.76 |
| J9 | JUNCTION | 0.05 | 0.21 | 29.71 | 0 | 00:10 | 0.14 |
| J7_3 | JUNCTION | 0.31 | 0.62 | 29.54 | 0 | 00:10 | 0.61 |
| J4_2 | JUNCTION | 0.26 | 0.52 | 29.85 | 0 | 00:08 | 0.52 |
| scarico | OUTFALL | 0.00 | 0.00 | 20.00 | 0 | 00:00 | 0.00 |
| laminazione | STORAGE | 0.50 | 1.01 | 28.51 | 0 | 00:19 | 1.01 |

Tabella 19 - massimo livello in corrispondenza dei nodi

In Figura 15 è riportata una mappa dell'area con l'indicazione del livello in corrispondenza dei nodi e del grado di riempimento di ogni ramo nel momento di picco (corrispondente a 10 minuti dall'inizio dell'evento), mentre in Figura 16 è riportato il profilo dal nodo J3 alla vasca di laminazione nel medesimo istante.

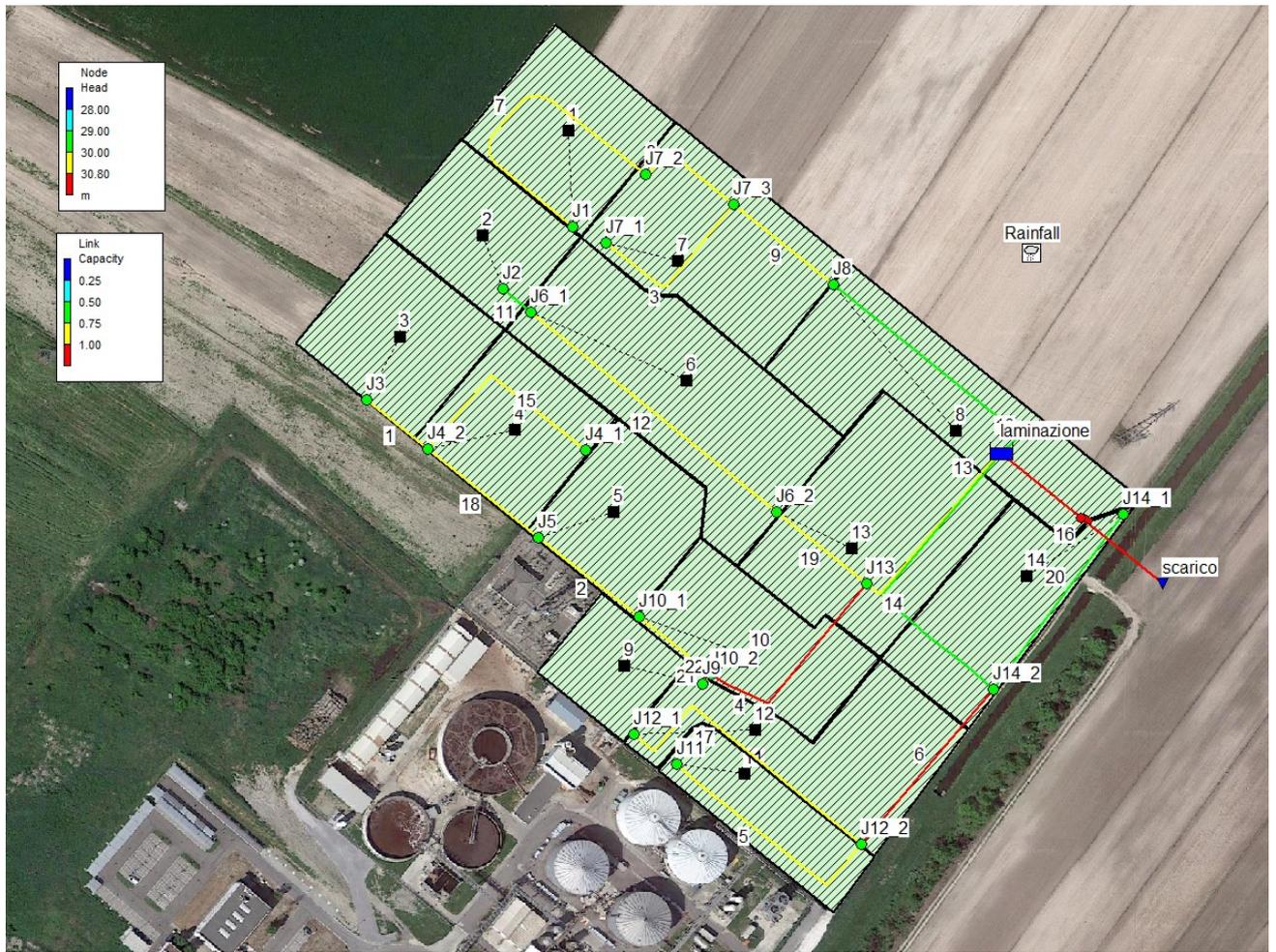


Figura 15 - massimo riempimento delle tubature

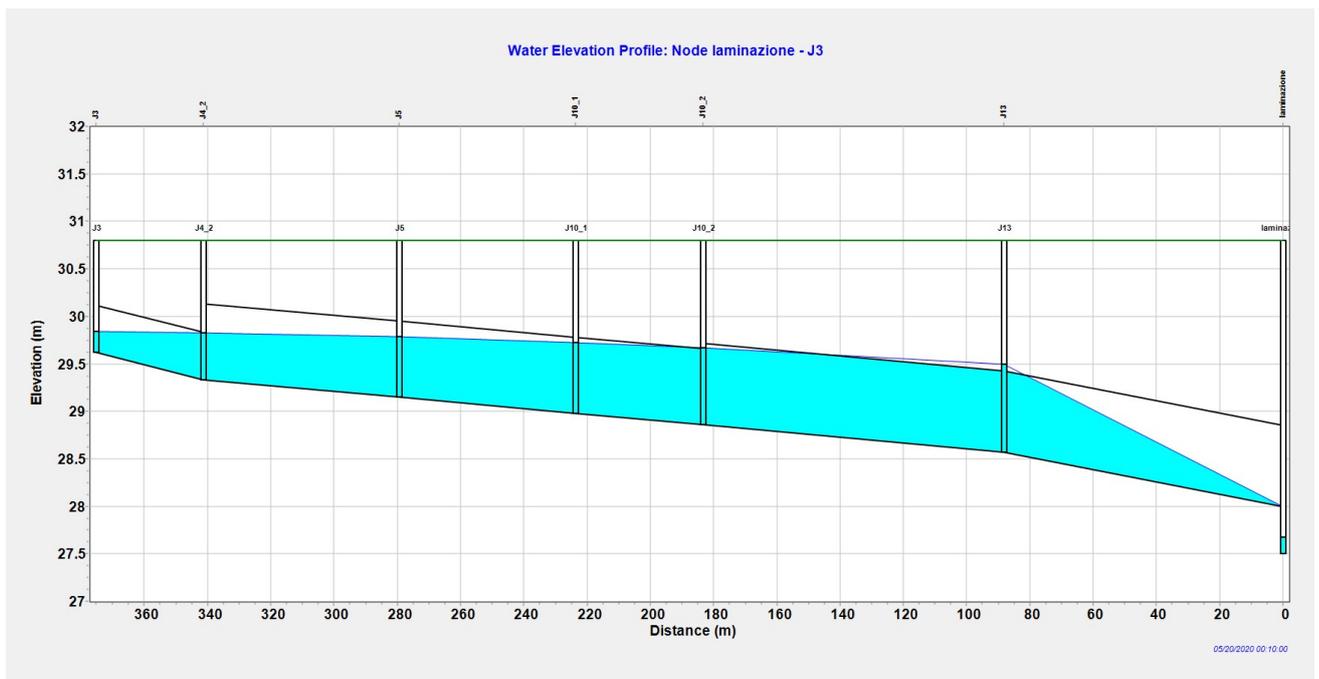


Figura 16 - massimo riempimento delle tubature, profilo dal nodo J3 alla vasca di laminazione

La Figura 17 riporta infine l'andamento dei livelli all'interno della vasca di laminazione per tutta la durata dell'evento.

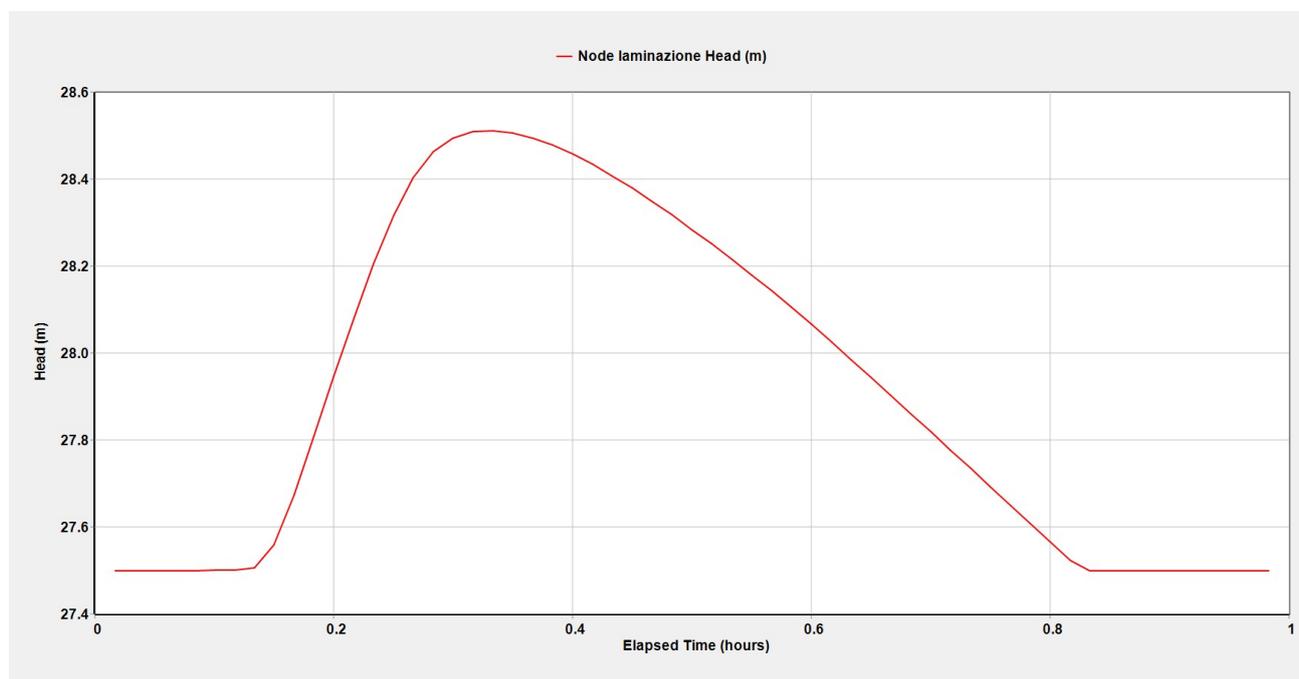


Figura 17 – livelli all'interno della vasca di laminazione

7.3 Scenario 3: Pioggia di durata 2 ore e tempo di ritorno 30 anni

La simulazione dello scenario 2 è stata condotta per una durata di 12 ore dall'inizio dell'evento piovoso. Le dimensioni dei tubi e della vasca di laminazione sono quelle riportate nei capitoli precedenti e lo scarico della vasca, con un pompaggio di portata pari a 200 m³/h è stato considerato attivo, con innesco al raggiungimento di un livello pari a 10 cm all'interno della vasca.

Lo ietogramma di progetto per questo scenario è uno ietogramma di tipo Chicago con picco centrale, di durata 2 ore e tempo di ritorno 30 anni, per un totale di pioggia cumulata pari a 64.6 mm (Figura 18).

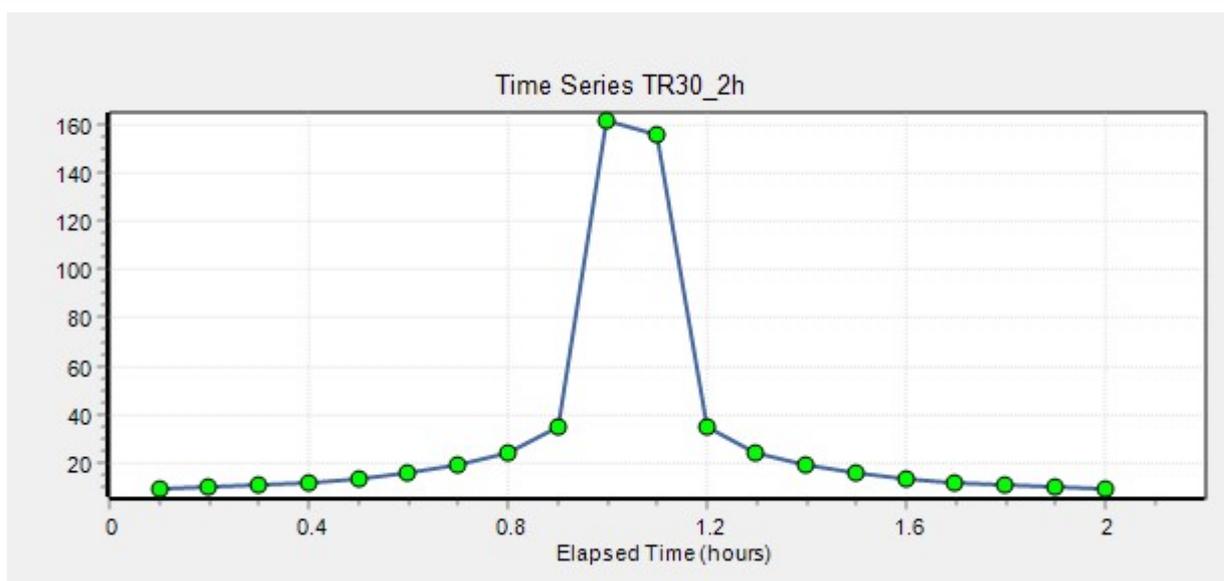


Figura 18 – ietogramma di progetto, durata 2 ore, tempo di ritorno 30 anni

Le tabelle seguenti riportano rispettivamente il *runoff* calcolato da SWMM per ogni sottoarea (Tabella 20), il grado di riempimento di ogni ramo (Tabella 21) ed il massimo livello in corrispondenza dei nodi (Tabella 22).

Topic: Subcatchment Runoff Click a column header to sort the column.

| Subcatchment | Total Precip mm | Total Runon mm | Total Evap mm | Total Infil mm | Imperv Runoff mm | Perv Runoff mm | Total Runoff mm | Total Runoff 10 ⁶ ltr | Peak Runoff CMS | Runoff Coeff |
|--------------|-----------------|----------------|---------------|----------------|------------------|----------------|-----------------|----------------------------------|-----------------|--------------|
| 1 | 61.54 | 0.00 | 0.00 | 21.64 | 22.66 | 15.91 | 38.57 | 0.17 | 0.16 | 0.627 |
| 2 | 61.54 | 0.00 | 0.00 | 21.95 | 22.21 | 16.07 | 38.28 | 0.13 | 0.12 | 0.622 |
| 3 | 61.54 | 0.00 | 0.00 | 28.49 | 12.41 | 20.09 | 32.50 | 0.14 | 0.13 | 0.528 |
| 4 | 61.54 | 0.00 | 0.00 | 17.62 | 28.77 | 13.37 | 42.14 | 0.17 | 0.15 | 0.685 |
| 6 | 61.54 | 0.00 | 0.00 | 18.32 | 27.60 | 13.94 | 41.55 | 0.35 | 0.32 | 0.675 |
| 7 | 61.54 | 0.00 | 0.00 | 13.69 | 35.25 | 10.22 | 45.47 | 0.28 | 0.23 | 0.739 |
| 8 | 61.54 | 0.00 | 0.00 | 22.73 | 23.27 | 13.94 | 37.21 | 0.25 | 0.19 | 0.605 |
| 9 | 61.54 | 0.00 | 0.00 | 35.35 | 1.45 | 25.29 | 26.74 | 0.06 | 0.06 | 0.434 |
| 10 | 61.54 | 0.00 | 0.00 | 21.35 | 22.60 | 16.40 | 38.99 | 0.17 | 0.16 | 0.634 |
| 11 | 61.54 | 0.00 | 0.00 | 7.50 | 44.52 | 6.60 | 51.12 | 0.15 | 0.12 | 0.831 |
| 12 | 61.54 | 0.00 | 0.00 | 13.22 | 35.43 | 10.69 | 46.12 | 0.24 | 0.21 | 0.749 |
| 13 | 61.54 | 0.00 | 0.00 | 28.40 | 12.74 | 19.81 | 32.55 | 0.23 | 0.21 | 0.529 |
| 14 | 61.54 | 0.00 | 0.00 | 26.83 | 13.75 | 20.62 | 34.37 | 0.16 | 0.16 | 0.559 |
| 5 | 61.54 | 0.00 | 0.00 | 4.62 | 49.45 | 4.00 | 53.45 | 0.20 | 0.16 | 0.869 |

Tabella 20 - runoff calcolato da SWMM per ogni sottoarea

Topic: Link Flow

Click a column header to sort the column.

| Link | Type | Maximum Flow CMS | Day of Maximum Flow | Hour of Maximum Flow | Maximum Velocity m/sec | Max / Full Flow | Max / Full Depth |
|------|---------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------------|-----------------------|------------------------|
| 1 | CONDUIT | 0.129 | 0 | 01:12 | 1.01 | 0.43 | 0.62 |
| 2 | CONDUIT | 0.411 | 0 | 01:12 | 1.11 | 0.65 | 0.70 |
| 4 | CONDUIT | 0.609 | 0 | 01:12 | 1.27 | 0.81 | 0.82 |
| 5 | CONDUIT | 0.123 | 0 | 01:07 | 0.82 | 0.34 | 0.65 |
| 6 | CONDUIT | 0.321 | 0 | 01:12 | 1.29 | 1.11 | 0.88 |
| 7 | CONDUIT | 0.152 | 0 | 01:12 | 0.97 | 0.52 | 0.59 |
| 9 | CONDUIT | 0.359 | 0 | 01:12 | 1.15 | 0.91 | 0.80 |
| 10 | CONDUIT | 0.531 | 0 | 01:13 | 1.61 | 0.84 | 0.63 |
| 11 | CONDUIT | 0.124 | 0 | 01:12 | 0.43 | 0.21 | 0.56 |
| 12 | CONDUIT | 0.434 | 0 | 01:12 | 1.26 | 0.58 | 0.61 |
| 13 | CONDUIT | 1.201 | 0 | 01:13 | 2.36 | 1.10 | 0.84 |
| 14 | CONDUIT | 0.463 | 0 | 01:13 | 1.73 | 0.90 | 0.81 |
| 15 | CONDUIT | 0.013 | 0 | 01:14 | 0.15 | 0.07 | 0.50 |
| 17 | CONDUIT | 0.214 | 0 | 01:12 | 0.95 | 0.53 | 0.66 |
| 19 | CONDUIT | 0.618 | 0 | 01:12 | 1.37 | 0.65 | 0.79 |
| 20 | CONDUIT | 0.163 | 0 | 01:12 | 0.98 | 0.34 | 0.62 |
| 21 | CONDUIT | 0.563 | 0 | 01:12 | 1.40 | 0.90 | 0.78 |
| 22 | CONDUIT | 0.063 | 0 | 01:12 | 0.37 | 0.04 | 0.59 |
| 3 | CONDUIT | 0.234 | 0 | 01:12 | 1.26 | 0.51 | 0.69 |
| 8 | CONDUIT | 0.150 | 0 | 01:14 | 0.68 | 0.51 | 0.78 |
| 18 | CONDUIT | 0.263 | 0 | 01:12 | 0.89 | 0.42 | 0.57 |
| 16 | PUMP | 0.556 | 0 | 00:56 | 1.00 | | |

Tabella 21 - grado di riempimento di ogni ramo

Topic: Node Depth Click a column header to sort the column.

| Node | Type | Average Depth Meters | Maximum Depth Meters | Maximum HGL Meters | Day of Maximum Depth | Hour of Maximum Depth | Maximum Reported Depth Meters |
|-------------|----------|----------------------|----------------------|--------------------|----------------------|-----------------------|-------------------------------|
| J1 | JUNCTION | 0.07 | 0.31 | 29.81 | 0 | 01:12 | 0.31 |
| J10_2 | JUNCTION | 0.14 | 0.63 | 29.49 | 0 | 01:13 | 0.63 |
| J11 | JUNCTION | 0.06 | 0.24 | 29.74 | 0 | 01:07 | 0.24 |
| J12_2 | JUNCTION | 0.12 | 0.55 | 29.56 | 0 | 01:12 | 0.55 |
| J13 | JUNCTION | 0.17 | 0.77 | 29.34 | 0 | 01:13 | 0.76 |
| J14_2 | JUNCTION | 0.12 | 0.51 | 29.26 | 0 | 01:13 | 0.51 |
| J5 | JUNCTION | 0.12 | 0.52 | 29.67 | 0 | 01:12 | 0.51 |
| J7_1 | JUNCTION | 0.07 | 0.30 | 29.80 | 0 | 01:12 | 0.30 |
| J2 | JUNCTION | 0.09 | 0.43 | 29.71 | 0 | 01:12 | 0.43 |
| J3 | JUNCTION | 0.05 | 0.23 | 29.85 | 0 | 01:12 | 0.23 |
| J4_1 | JUNCTION | 0.01 | 0.11 | 29.73 | 0 | 01:13 | 0.11 |
| J6_1 | JUNCTION | 0.11 | 0.47 | 29.71 | 0 | 01:12 | 0.47 |
| J7_2 | JUNCTION | 0.08 | 0.41 | 29.48 | 0 | 01:13 | 0.41 |
| J8 | JUNCTION | 0.14 | 0.56 | 29.32 | 0 | 01:13 | 0.56 |
| J12_1 | JUNCTION | 0.08 | 0.35 | 29.76 | 0 | 01:12 | 0.35 |
| J6_2 | JUNCTION | 0.12 | 0.57 | 29.39 | 0 | 01:12 | 0.57 |
| J14_1 | JUNCTION | 0.05 | 0.24 | 29.74 | 0 | 01:12 | 0.24 |
| J10_1 | JUNCTION | 0.14 | 0.61 | 29.59 | 0 | 01:12 | 0.61 |
| J9 | JUNCTION | 0.02 | 0.08 | 29.58 | 0 | 01:12 | 0.08 |
| J7_3 | JUNCTION | 0.12 | 0.53 | 29.45 | 0 | 01:12 | 0.53 |
| J4_2 | JUNCTION | 0.09 | 0.39 | 29.72 | 0 | 01:12 | 0.39 |
| scarico | OUTFALL | 0.00 | 0.00 | 20.00 | 0 | 00:00 | 0.00 |
| laminazione | STORAGE | 0.35 | 1.41 | 28.91 | 0 | 01:24 | 1.41 |

Tabella 22 - massimo livello in corrispondenza dei nodi

In Figura 19 è riportata una mappa dell'area con l'indicazione del livello in corrispondenza dei nodi e del grado di riempimento di ogni ramo nel momento di picco (corrispondente circa a 74 minuti dall'inizio dell'evento), mentre in Figura 20 è riportato il profilo dal nodo J3 alla vasca di laminazione nel medesimo istante.

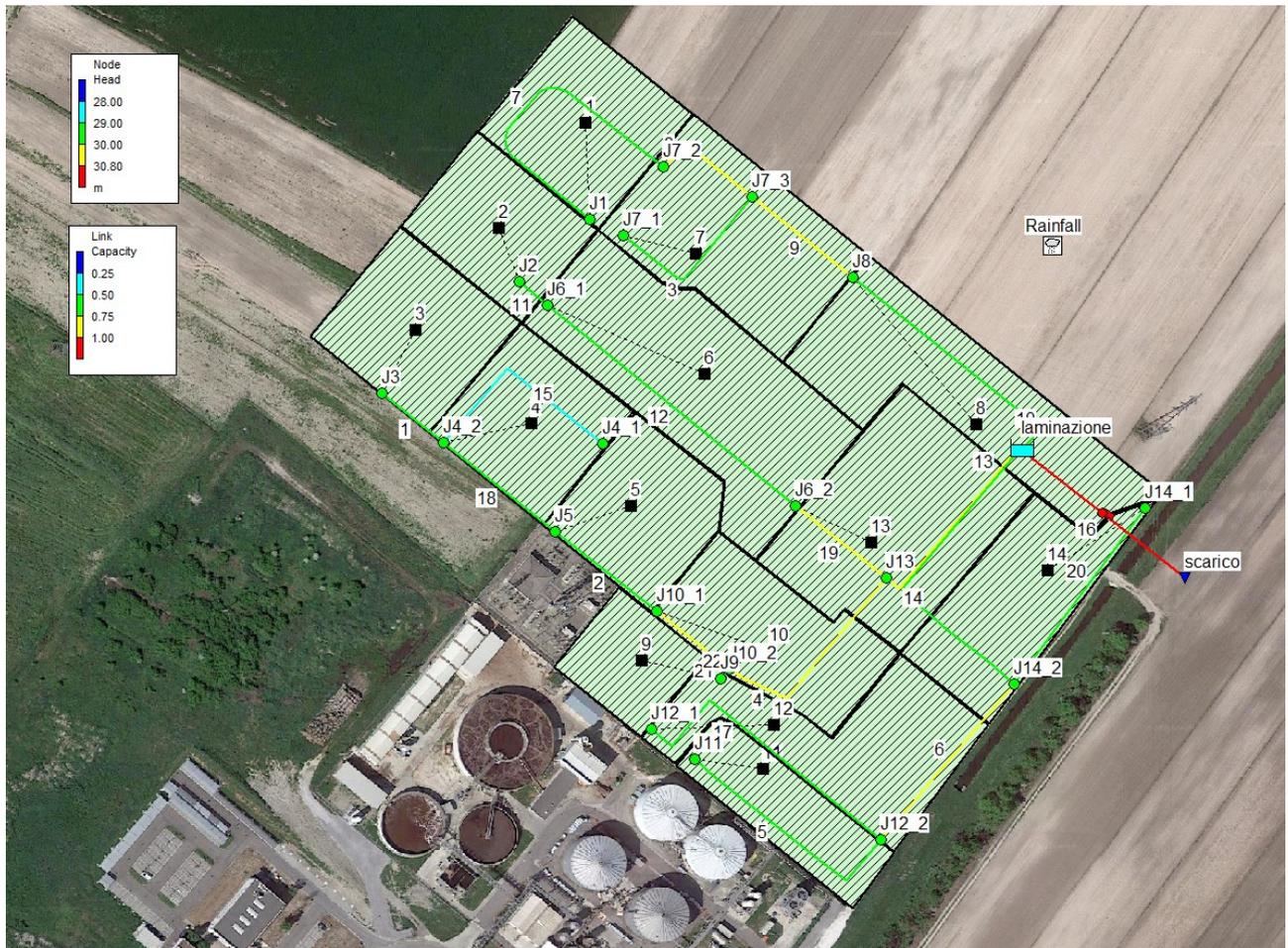


Figura 19 - massimo riempimento delle tubature

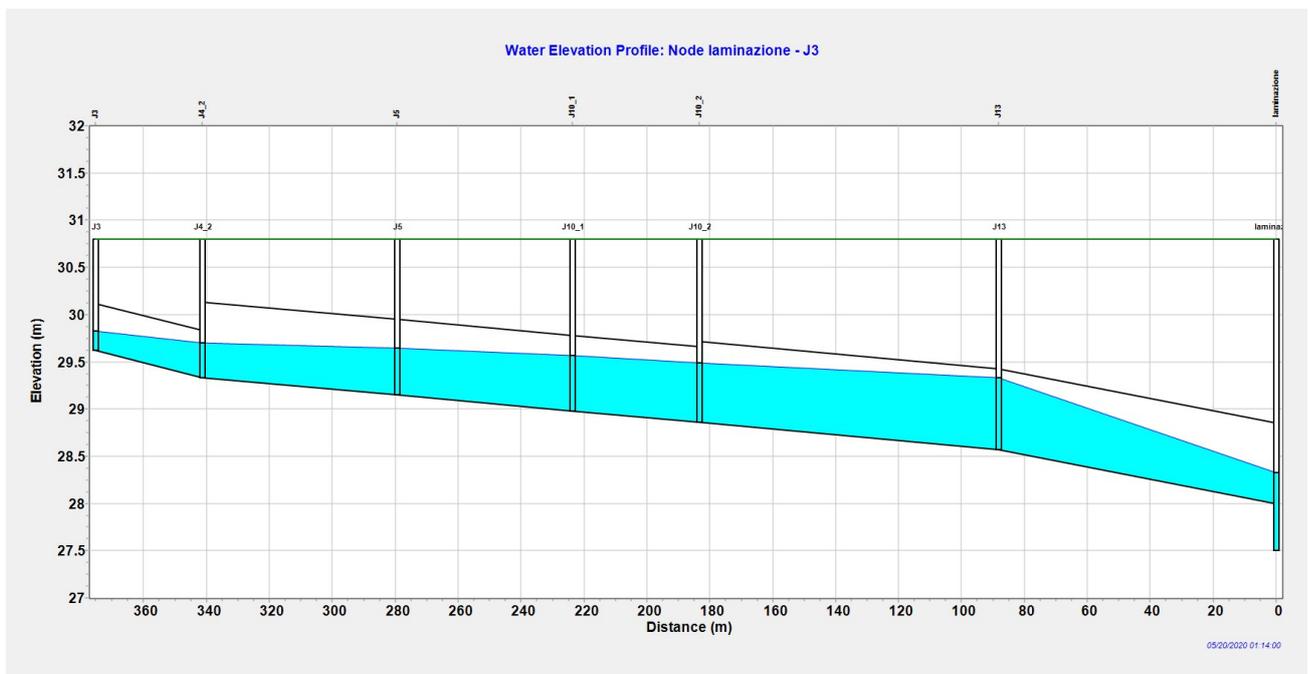


Figura 20 - massimo riempimento delle tubature, profilo dal nodo J4 alla vasca di laminazione

La Figura 21 riporta infine l'andamento dei livelli all'interno della vasca di laminazione per tutta la durata dell'evento.

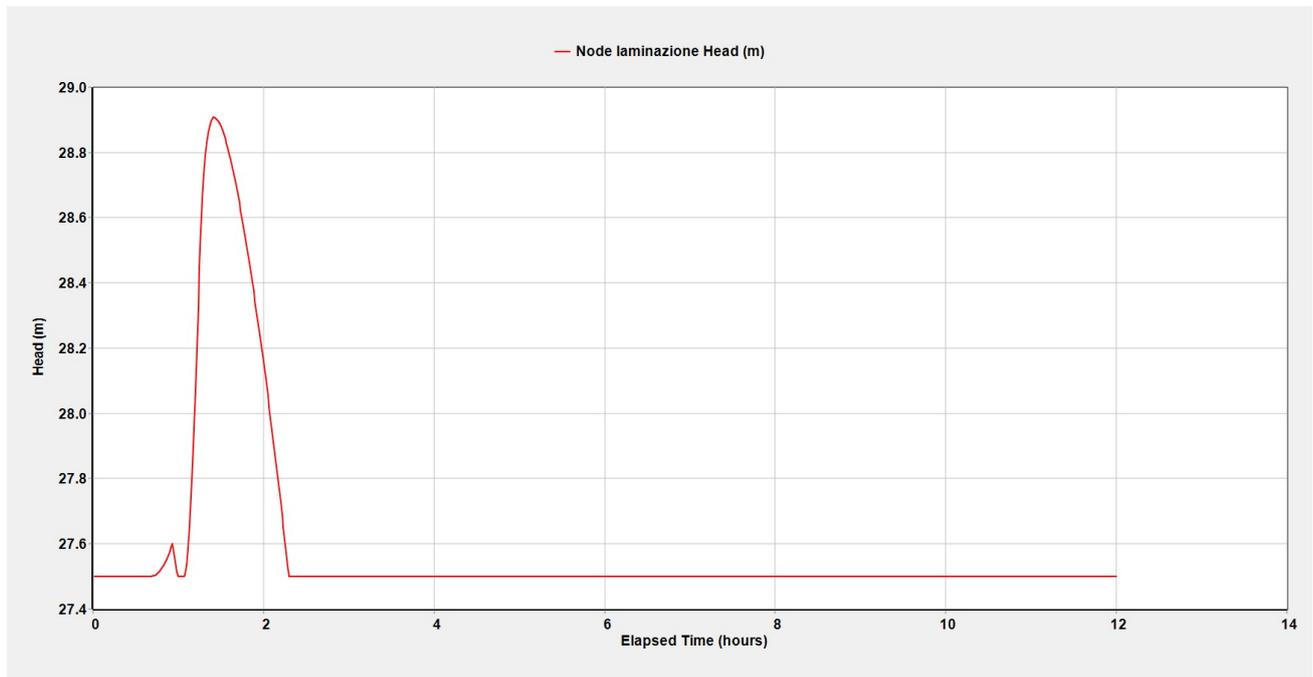


Figura 21 – livelli all'interno della vasca di laminazione

Per questo scenario è stato anche simulato il comportamento del sistema, ed in particolare della vasca di laminazione, nell'ipotesi di una fallanza temporanea del sistema di pompaggio, con l'impossibilità di svuotare la vasca nel corso dell'evento.

Come si può vedere in Figura 22, nell'ipotesi di pompa spenta durante l'evento i livelli all'interno della vasca si stabilizzano sull'ordine di 29.7 m slm, ampiamente inferiore al livello di massimo riempimento della vasca; il dimensionamento dei dispositivi di laminazione (vasca e tubazioni della rete fognaria) contribuisce infatti all'invaso della pioggia caduta durante l'intero evento con adeguato margine di sicurezza

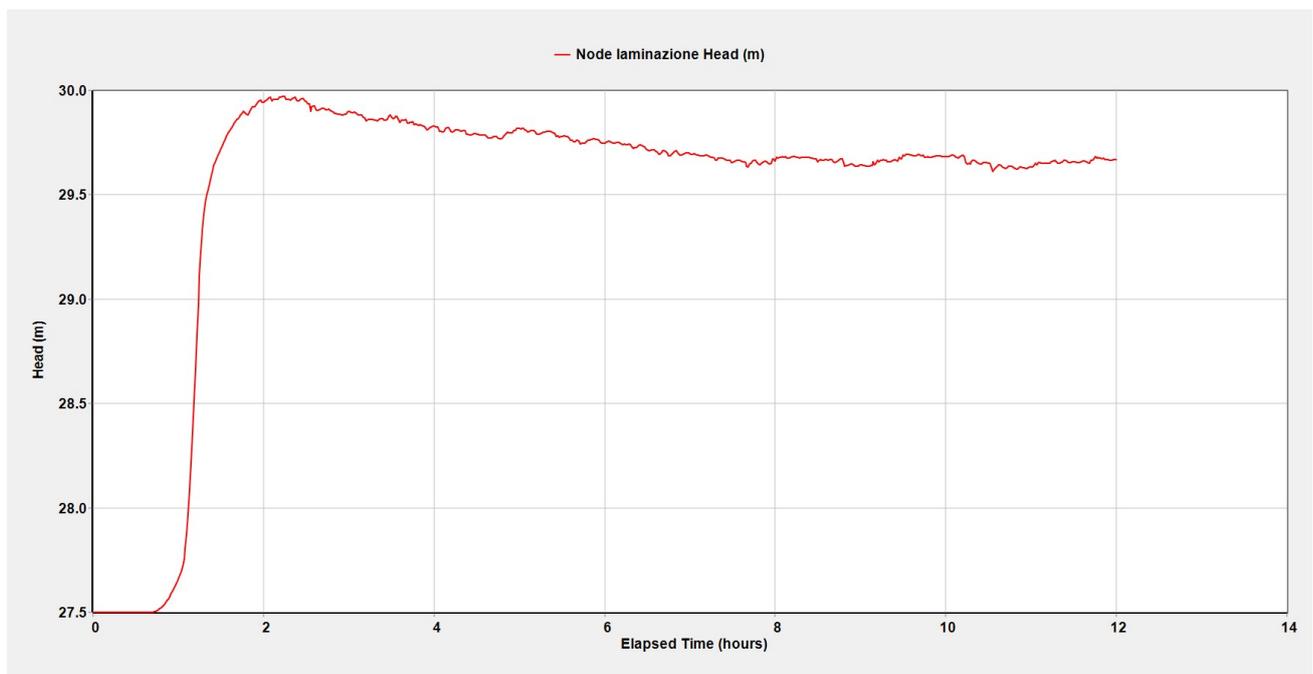


Figura 22 - livelli all'interno della vasca di laminazione – ipotesi di pompa spenta

8 ALLEGATO: SINTESI DIMENSIONAMENTO VASCHE

Si riporta in allegato la sintesi del dimensionamento progettuale dei dispositivi di laminazione e di prima pioggia.

| vasca laminazione | | | |
|------------------------------|----------------|----------------------|---|
| volume richiesto | 2909 | m ³ | da calcolo secondo indicazioni Consorzio Bonifica Parmense |
| volume invasato nei tubi | 531 | m ³ | considerando la rete drenante principale, con un grado di riempimento massimo del 80% |
| volume vasca | 2378 | m ³ | |
| | | | |
| fondo vasca | 27.5 | m slm | |
| spessore soletta | 0.3 | m | |
| franco | 0 | m | |
| quota ghiaia | 30.9 | m slm | |
| altezza utile | 3.1 | m | |
| area | 767.10 | m ² | |
| | | | |
| dimensioni progetto | 19 | m | |
| | 40.5 | m | |
| | 3.1 | m | |
| area | 769.5 | m ² | |
| Volume vasca progetto | 2385.45 | m³ | |

| svuotamento vasca laminazione | | |
|--------------------------------------|--------------|-------------------|
| scarico autorizzato | 200 | m ³ /h |
| tempo massimo svuotamento | 14.55 | h |

| Vasca prima pioggia | | | |
|------------------------------|--------------|----------------------|---------------------------------|
| volume totale | 221.38 | m ³ | calcolato secondo direttiva RER |
| | | | |
| dimensioni progetto | 16 | m | |
| | 4.5 | m | |
| | 3.1 | m | |
| area | 72 | m ² | |
| Volume vasca progetto | 223.2 | m³ | |
| | | | |
| tempo svuotamento | 12 | ore | |
| pompa | 18.600 | m ³ /h | |
| | 5.167 | l/s | |
| pompa progetto | 5 | l/s | |

| | | | |
|------------------------|-------------|----------------------|---------------------------------|
| disoleatore | | | |
| Q _P | 5.00 | l/s | |
| t _s | 16.6 | min | da direttiva RER |
| V _{DIS} | 4.980 | m ³ | calcolato secondo direttiva RER |
| | | | |
| dimensioni progetto | 3 | m | |
| | 1.3 | m | |
| | 1.3 | m | |
| Volume progetto | 5.07 | m³ | |

9 TAVOLE ALLEGATE

Allegati alla presente relazione sono i documenti:

- B711PLJC001 Planimetria rete acque meteoriche e di processo
- B711PLJC002 Vasca di prima pioggia e di laminazione-piante e sezioni.