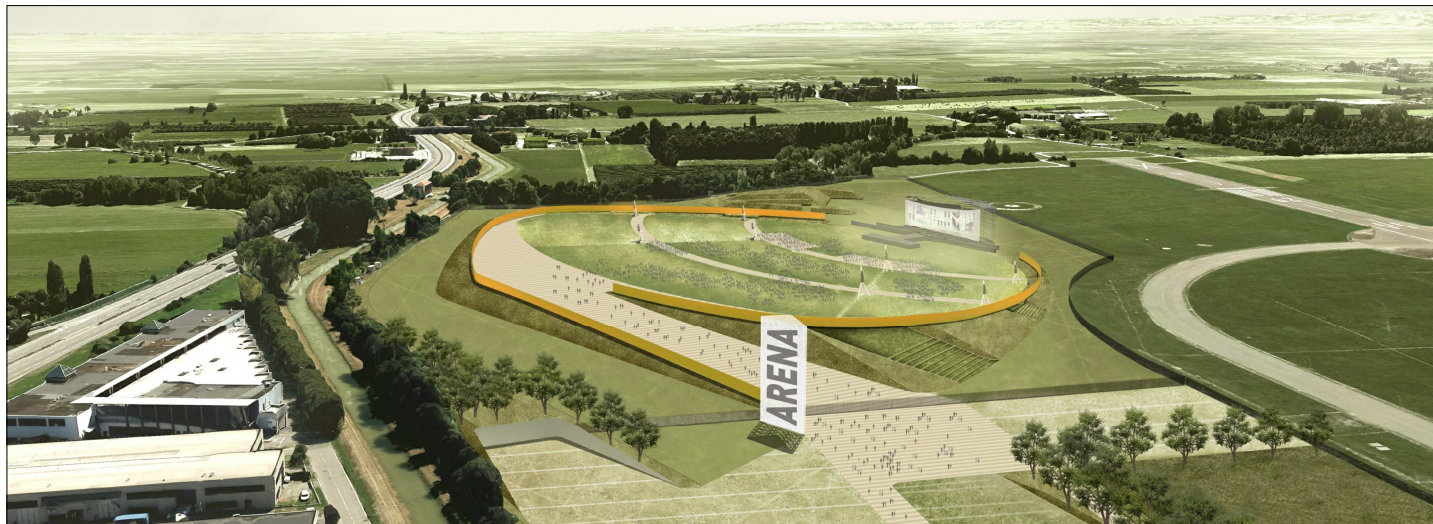


COMUNE DI REGGIO EMILIA  
**AEROPORTO DI REGGIO EMILIA**

PROPONENTE:



# ARENA EVENTI CAMPOVOLO

INTERVENTO SULL'AREA NON OPERATIVA IN CONCESSIONE A AEROPORTO DI REGGIO EMILIA S.P.A.

Fase:

**PROGETTO DEFINITIVO**

Elaborato n°

**S.R.II**

Elaborato:

**RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA**

scala:

## PROGETTO:

### IOTTI + PAVARANI ARCHITETTI

Via Emilia all'Angelo 3, 42100 Reggio Emilia  
tel/fax: 0522.302775  
e-mail: studio@iotti-pavarani.com

COLLABORATORI: Roberto Bertani, Stefano Nicolini, Giulia Piacenti

Arch. Marco Pavarani

Arch. Paolo Iotti

### STUDIO DI ARCHITETTURA ARCH. GUIDO TASSONI

Via A. Einstein n. 9 - 42100 Reggio Emilia  
tel. 0522268206  
e-mail: tassoni@esatecna.com

COLLABORATORI: Arch. Michele Riccio, Arch. Luca Romoli

Arch. Guido Tassoni

### LAURO SACCHETTI ASSOCIATI

Via del Chionso 28/a, 42122 Reggio Emilia  
tel: 0522 271401, fax: 0522 923700  
e-mail: info@studiolsa.it

COLLABORATORI: Geom. Andrea Tonelli, Ing. Gianmaria Borellini, Ing. Daniele Delrio

Ing. Lauro Sacchetti

## CONSULENTI:

### IMPIANTO ELETTRICO

#### ETASTUDIO S.r.l. - Progettazione & Consulenza Elettrotecnica

Via Cassoli n. 12 - 42123 Reggio Emilia  
tel. 0522 431353 - fax. 0522 430625  
e-mail: staff@etastudio.it

Fabrizio Costoli

### INDAGINI GEOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE

GEOL. PAOLO MELLI  
GEOL. CHIARA FILIPPI

Geol. Paolo Melli

| revisione | data | descrizione | approvato | data:             |
|-----------|------|-------------|-----------|-------------------|
|           |      |             |           | <b>MARZO 2017</b> |
|           |      |             |           |                   |

|                                                                                                                                                       |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA.....</b>                                                                                                          | <b>2</b> |
| <b>1. PREMESSA.....</b>                                                                                                                               | <b>2</b> |
| 1.1 Analisi geomorfologica e idrologica dell'area di intervento.....                                                                                  | 3        |
| 1.2 Analisi dello stato di fatto dell'area di intervento.....                                                                                         | 3        |
| <b>2. SISTEMA DI SCARICO DELLE ACQUE NERE .....</b>                                                                                                   | <b>6</b> |
| <b>3. SISTEMA DI SCARICO DELLE ACQUE BIANCHE.....</b>                                                                                                 | <b>9</b> |
| 3.1 Criteri di verifica della rete fognaria delle acque bianche .....                                                                                 | 11       |
| 3.2 Stima dell'impatto del nuovo sistema di raccolta delle acque meteoriche in progetto e<br>considerazioni sull'invarianza idraulica dell'area ..... | 14       |

## **RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA**

### **1. PREMESSA**

Il progetto di Arena Campovolo si sviluppa nell'area compresa tra la ferrovia, via del Partigiano, via dell'Aeronautica e la Tangenziale Nord (comprendente anche l'area dove insiste l'attuale aeroporto di Reggio - comunque non coinvolto dal presente studio) si presenta come un'enorme area inedita a verde, con una dimensione pari a quella del centro storico della città.

Il progetto si sviluppa lungo le direttrici principali con direzione est-ovest, riqualificando le strade di penetrazione esistenti, fino ad aprirsi verso l'arena spettacoli, formando due ampie aree attrezzabili per eventi o spettacoli di minore entità.

L'area ad ovest, permette la realizzazione di ampie aree per l'allestimento di fiere e manifestazioni temporanee, sulle quali possono essere disposte strutture leggere e temporanee, quali tensostrutture o prefabbricati leggeri, oltre che organizzare e gestire al meglio l'accoglienza per i grandi eventi.

L'area centrale dell'ambito si estende uniformemente da sud a nord formando un grande piazzale per l'accesso all'arena spettacoli, è prevista la formazione di un grande spazio ad Arena verde corredato dal sistema di percorsi, attrezzature e spazi collaterali, che insieme generano la spina dorsale e la testa del Parco in progetto.

Il Parco urbano previsto si sviluppa su un'area di 25 ettari organizzata come un mosaico di paesaggi in cui il cittadino potrà ritrovare aree naturalistiche, sia boscate che a radura, percorsi e spazi attrezzati.

La presente relazione viene elaborata per esporre e definire i criteri di progettazione della rete di drenaggio superficiale e il sistema fognario a reti separate di acque bianche e nere che verrà realizzato all'interno del progetto di Arena eventi presso il Campovolo di Reggio Emilia. Nella prima parte verrà illustrata l'analisi idrometrica e idraulica dello stato di fatto delle reti fognarie esistenti e dell'area in progetto. Nella seconda parte verranno affrontati dal punto di vista idraulico aspetti relativi alle modalità di scarico e connessione delle nuove reti in progetto, con il sistema infrastrutturale idraulico esistente. Nel seguito verranno inoltre illustrate le modalità esecutive e di progetto delle opere riguardanti la rete di raccolta dei reflui e dei sistemi di depurazione.

## **1.1 ANALISI GEOMORFOLOGICA E IDROLOGICA DELL'AREA DI INTERVENTO**

L'area di intervento è caratterizzata da una superficie pianeggiante ed è prossima alla quota di 43/44 metri s.l.m.

La ricerca bibliografica e l'indagine geologica diretta hanno permesso di appurare che l'area è posta per intero su depositi continentali appartenenti al Subsistema di Ravenna (AES8). Si tratta di limi sabbiosi e limi argillosi o ghiaie e ghiaie sabbiose in lenti entro limi.

Dal punto di vista idrogeologico la "Carta della Vulnerabilità degli acquiferi all'inquinamento" relativa all'alta pianura reggiana tra il Torrente Crostolo e il Fiume Secchia, redatta dal C.N.R. nel 1992, indica la presenza di un sistema monostrato compartimentato a falda in pressione. La stessa Carta indica sull'area una isopieza riferita al livello del mare di 42/43 m. s.l.m.

L'indagine geomorfologica, geotecnica, idrologica condotta per valutare l'idoneità dell'area destinata alla realizzazione dell'Arena spettacoli ha prodotto un esito favorevole alla trasformazione. L'esecuzione di sondaggi con escavatore esclude la presenza di ghiaie nei primi 5,8 metri sondati ed evidenzia una stratigrafia caratterizzata da terreni prevalentemente fini con argille, argille limose e livelli di limi sabbiosi. Nel corso dei sondaggi sono state rilevate locali impregnazioni a profondità diverse, in corrispondenza delle frazioni più permeabili (in genere limi).

Al fondo di tutti gli scavi il livello delle acque si è stabilizzato, al termine delle prove, a circa 4,80 metri sotto il piano di campagna.

## **1.2 ANALISI DELLO STATO DI FATTO DELL'AREA DI INTERVENTO**

Per quanto concerne il sistema fognario esistente l'area risulta servita da una reticolo di fogna mista e da un sistema di raccolta delle acque bianche che attualmente servono l'intera area non operativa posta a nord del Campovolo. All'interno della rete esistente sono allacciati gli scarichi di acque nere e meteoriche degli edifici posti sul confine tra area operativa e non operativa dell'aeroporto.

Il sistema principale di rete fognaria è costituito da un collettore di acque miste che corre parallelo al canale di Reggio che ha origine presso l'ingresso dell'area posta a nord ovest tra Via dell'Aeronautica e Via Vertoiba, e termina nell'area nord-est in corrispondenza dell'arena

spettacoli dell'area feste esistente. Sul collettore misto, costituito da tubi in calcestruzzo con diametri variabili tra 600mm e 1200mm si innestano tutti i collettori secondari che costituiscono la rete di drenaggio delle acque meteoriche superficiali e di allaccio dei fabbricati esistenti. Il collettore summenzionato è posto a quote di scorrimento che variano tra i -2.00ml e i -2.50ml rispetto ai livelli attuali con pendenza pari a 0.2%.

Si evidenzia in particolare in posizione baricentrica lungo la direttrice nord sud la presenza di un collettore In CLS di 1200mm di diametro che convoglia parte della rete "storica" di dreni sub-orizzontali dell'area operativa del campovolo sul collettore principale di acque misto posto in corrispondenza della cameretta individuata sulla cartografia di **IRETI n°41883**.

Per quanto riguarda il reticolo secondario di raccolta delle acque meteoriche, il sistema si sviluppa lungo due direttrici parallele con orientamento Ovest-Est in corrispondenza dei due percorsi carrabili esistenti che si sviluppano all'interno dell'area. Il sistema di raccolta delle acque meteoriche risulta essere costituito da una rete di collettori superficiali costituiti da tubazioni in PVC e CLS con diametri variabili tra i 200mm e 600mm. Gli scorrimenti dei collettori risultano per lo più compresi tra -90cm -130cm dal piano attuale con pendenze variabili tra 0.1-0.2%, con qualche eccezione in alcuni punti di raccordo della rete.

Le aree asfaltate e carrabili sono drenate con raccolta a schiena d'asino sui percorsi principali, e da una rete organica di griglie, tombini e caditoie uniformemente distribuita nelle aree piane.

Per quanto concerne il punto di recapito finale dell'intero reticolo fognario, si è individuata una cameretta posta nei pressi dell'arena attualmente esistente e il percorso ciclopeditone che attraversa il canale di Reggio. Il manufatto in c.a. ha dimensioni 200cmx300cm con profondità di 2.50ml, essa costituisce il terminale della rete. All'interno di tale cameretta è presente una stazione di sollevamento che convoglia le portate di tempo asciutto alla rete fognaria esistente presso via Caduti delle Reggiane riferimento IRETI cameretta **n°36971**.

All'interno del manufatto è presente un collettore in CLS di 1200mm di diametro che funge da scolmatore delle portate di pioggia più intense e che prosegue all'interno del reticolo idraulico esistente oltre la tangenziale di Reggio Emilia, riferimento Ireti **n°42559**.



## **2. SISTEMA DI SCARICO DELLE ACQUE NERE**

Per quanto concerne la riorganizzazione del sistema fognario esistente, si intende realizzare un nuovo sistema separato di collettamento delle acque nere in predisposizione di vari gruppi di servizi igienici fissi, posizionati in punti sensibili dell'Arena Eventi.

La nuova rete di raccolta delle acque nere sarà predisposta altresì per l'allacciamento dei servizi presenti all'interno dell'hangar del gruppo B.F.U. di paracadutismo e per la predisposizione dell'area mensa, entrambe le predisposizioni allo scarico sono previste nell'area sud-est di intervento in corrispondenza dell'area adibita al Backstage.

Nella rete di raccolta delle acque reflue in progetto sono previsti tre gruppi di raccolta delle acque nere, due dei quali recapiteranno per gravità all'interno del sistema fognario esistente.

Il terzo gruppo di collettori di acque reflue posto nell'area backstage, poiché ha una giacenza di scorrimento in progetto posta a quota -2.50ml rispetto al piano campagna attuale non potrà recapitare per gravità all'interno della rete fognaria preesistente, pertanto per questa porzione di rete fognaria è previsto un recapito all'interno di una nuova stazione di sollevamento che rilanci il refluo a un punto di recapito idoneo (collettore Misto IRETI 41867).

Sono previsti nel progetto dei trattamenti di depurazione degli scarichi prima di immettere le acque nere all'interno della rete fognaria esistente, in particolare, ogni punto di recapito dei reflui, che raccoglie per lo più gli scarichi dei servizi fissi dell'arena, verrà depurato attraverso un passaggio in fossa settica di tipo Himoff. La predisposizione dello scarico di acque reflue previste nell'area di backstage per l'area dedicata alla mensa, sarà dotato di pozzetto degrassatore per lo scarico derivante dalle cucine.

Per quanto riguarda, il tracciato e i sistemi di depurazione, si richiama la tavola A.00.06 di progetto; il sistema delle acque nere verrà realizzato con tubazioni in PVC UNI-EN1401-1 SN4 diametro compreso tra D=160mm D=250mm con rinfiando e sottofondo in pietrischetto. Per stimare l'entità delle portate afferenti allo scarico ci si basa sul numero di abitanti equivalenti previsti per i gruppi di servizi igienici a postazione fissa.

Poiché l'arena eventi è concepita per attività di spettacolo con capienza variabile, si stimano in progetto gruppi di servizi fissi per una capacità massima di pubblico pari a 9'000 persone.

Tutti gli eventi di capienza di pubblico superiore, dovranno essere dotati di gruppi igienici autonomi (WC chimici) in numero adeguato alla tipologia di evento ospitato.

Per il dimensionamento delle fosse Himoff da porsi in corrispondenza dei recapiti terminali delle linee di acque nere in progetto, si adotta il criterio di calcolo per abitante equivalente. Le linee guida di Arpa per il trattamento delle acque reflue danno come indicazione per il dimensionamento di sistemi di depurazione per strutture analoghe (stadi) 1ab.eq. ogni 30 persone presenti.

Pertanto:

#### Gruppi di servizi fissi previsti in progetto

1ab.eq. ogni 30 persone

Capacità massima dei gruppi di servizi fissi 9'000 persone

N° ab equivalenti  $9'000/30 = 300$  abeq

Poiché i gruppi di raccolta dei servizi igienici sono dislocati all'interno dell'area in tre punti differenti per poi essere immessi all'interno della rete esistente, si prevede l'utilizzo di una fossa himoff da 100 abeq per ogni punto di raccolta del rflu in corrispondenza del recapito.

#### Degrassatore servizio mensa Backstage

E' prevista, nell'area di backstage per gli eventi più rilevanti, la presenza di 120 operatori ad evento per la preparazione del palco e per la logistica legata agli allestimenti impiantistici temporanei. Si prevede la predisposizione di uno scarico per cucine in un'area preposta a servizio mensa, che si doterà di degrassatore.

Scarico area mensa 1ab.eq. ogni 4 coperti N°ab. equivalenti  $120/4 = n°30$  Ab. eq.

Il degrassatore da installarsi a valle della predisposizione dello scarico della mensa avrà una capacità di 30 abeq. Per un volume approssimativo di 1'730lt 125cmx130cmx150cmH.

Di seguito si riporta il report di calcolo per le portate afferenti del sistema delle acque nere sulle sezioni di chiusura del tratto di fognatura più gravoso (scarico nord).



| Calcolo della portata acque nere di insediamenti residenziali-industriali                                                                                     |                                                                                                     |                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                              |                |      |                |      |                |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|------|----------------|------|----------------|------|
| Il modello calcola la portata affluente alla rete delle acque nere in base alla stima degli abitanti equivalenti da insediare in aree di nuova urbanizzazione |                                                                                                     |                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                              |                |      |                |      |                |      |
| <b>DATI DI PROGETTO</b>                                                                                                                                       |                                                                                                     |                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                              |                |      |                |      |                |      |
| 70<br>Scabrezza                                                                                                                                               | Stima degli abitanti equivalenti [n]                                                                | 120                                                                                                                                                                                      | $C_p = \frac{5}{ab_{eq}^{1/5} \cdot 0.001}$ <p style="text-align: right;">Babbitt 1958</p> $C_m = 0.2 \cdot ab_{eq}^{-1/5}$ <p style="text-align: center;">Lamberti 1994</p> |                |      |                |      |                |      |
|                                                                                                                                                               | Dotazione idrica giornaliera (D) [l/ab.giorno]                                                      | 250                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                              |                |      |                |      |                |      |
|                                                                                                                                                               | Coefficiente di dispersione (e)                                                                     | 0,20                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                              |                |      |                |      |                |      |
|                                                                                                                                                               | Coefficiente di punta giornaliero (C <sub>g</sub> )                                                 | 1,5                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                              |                |      |                |      |                |      |
| La portata nera è soggetta a fluttuazioni stagionali, giornaliere e orarie.                                                                                   |                                                                                                     |                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                              |                |      |                |      |                |      |
| <b>Coefficiente di punta C<sub>p</sub></b>                                                                                                                    | <b>Coefficiente di punta giornaliero C<sub>g</sub></b>                                              | <b>Coefficiente di minimo C<sub>m</sub></b>                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                              |                |      |                |      |                |      |
| Il coefficiente di punta rappresenta il rapporto tra la portata massima oraria e la portata media annua                                                       | Rappresenta il rapporto tra la portata media del giorno di massimo consumo e la portata media annua | Rappresenta il rapporto tra la minima portata oraria e la portata media annua.                                                                                                           |                                                                                                                                                                              |                |      |                |      |                |      |
| <b>Portata acque nere media annua</b><br><br>$Q_{nera} = \frac{(1-e) \cdot D \cdot ab_{equivalenti}}{86400} = 0,278 \text{ l/s}$                              |                                                                                                     | <b>Portata nere di punta (l/s)</b> <span style="background-color: #FFDAB9; padding: 2px 5px;">2,122</span>                                                                               | $Q_p = Q_{nera} \cdot C_p$                                                                                                                                                   |                |      |                |      |                |      |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                     | <b>Portata acque nere media nel giorno di massimo consumo (l/s)</b> <span style="background-color: #FFDAB9; padding: 2px 5px;">0,417</span>                                              | $Q_g = Q_{nera} \cdot C_g$                                                                                                                                                   |                |      |                |      |                |      |
|                                                                                                                                                               |                                                                                                     | <b>Portata acque nere minima (l/s)</b> <span style="background-color: #FFDAB9; padding: 2px 5px;">0,085</span>                                                                           | $Q_m = Q_{nera} \cdot C_m$                                                                                                                                                   |                |      |                |      |                |      |
| <b>Velocità di scorr. di punta</b> <span style="background-color: #FFFF00; padding: 2px 5px;">0,375</span> m/s                                                |                                                                                                     | <table border="1" style="margin: auto;"> <tr><td>C<sub>p</sub></td><td>7,64</td></tr> <tr><td>C<sub>g</sub></td><td>1,50</td></tr> <tr><td>C<sub>m</sub></td><td>0,31</td></tr> </table> |                                                                                                                                                                              | C <sub>p</sub> | 7,64 | C <sub>g</sub> | 1,50 | C <sub>m</sub> | 0,31 |
| C <sub>p</sub>                                                                                                                                                | 7,64                                                                                                |                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                              |                |      |                |      |                |      |
| C <sub>g</sub>                                                                                                                                                | 1,50                                                                                                |                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                              |                |      |                |      |                |      |
| C <sub>m</sub>                                                                                                                                                | 0,31                                                                                                |                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                              |                |      |                |      |                |      |
| <b>Velocità di scorrimento minima</b> <span style="background-color: #FFFF00; padding: 2px 5px;">0,296</span> m/s                                             |                                                                                                     |                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                              |                |      |                |      |                |      |

**Riepilogo dati di calcolo**

| ab. equiv. | Diametro [mm] | i%    | Ks | Qmax [l/s] | Vmax [m/s] | Riemp. [%] |
|------------|---------------|-------|----|------------|------------|------------|
| 120        | 200,0         | 0,003 | 70 | 2,122      | 0,375      | 25         |

### 3. SISTEMA DI SCARICO DELLE ACQUE BIANCHE

Le informazioni pluviometriche per il calcolo delle portate meteoriche per il dimensionamento a pelo libero dei collettori fognari sono state dedotte dal "Piano Fognario per la Provincia di Reggio Emilia (1989)" redatto da Agac e sono sintetizzate in termini probabilistici dai parametri  $a(T)$  e  $n(T)$  delle Curve di Possibilità Pluviometrica:

$$h(\theta, t) = a(T) \theta^{n(T)}$$

dove:

$h$  è l'altezza di pioggia espressa in mm;  
 $\theta$  è la durata dell'evento meteorico di progetto;  
 $t$  è la variabile temporale indipendente;  
 $T$  è il tempo di ritorno dell'evento meteorico ovvero l'intervallo di tempo che mediamente intercorre tra due eventi successivi che eguagliano o superano un prefissato valore di soglia;

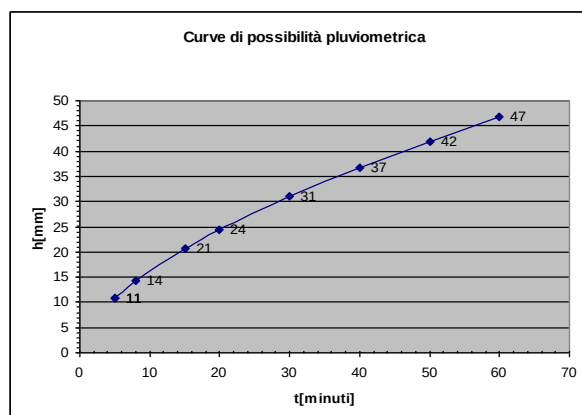
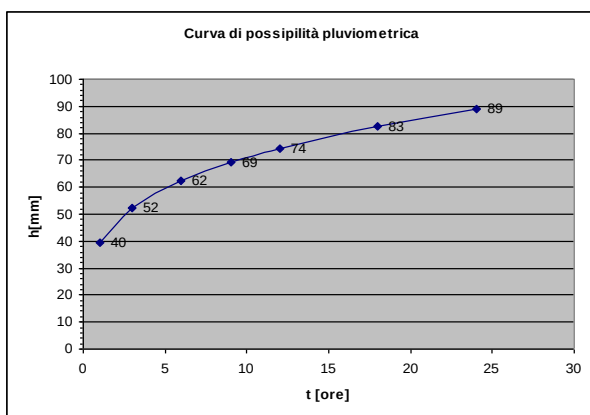
$a, n$  sono i parametri della c.p.p. definiti in funzione di  $T$  prefissato e distinti per durate di pioggia inferiori ad 1 ora (generalmente impiegati per la stima delle portate di punta defluenti dai comparti di dimensione medio-piccola) e durate di pioggia superiori ad 1 ora (generalmente impiegati per la stima delle portate di punta defluenti dai comparti di dimensione elevata e per la stima dei volumi critici delle vasche di laminazione).

Nella tabella sottostante sono riportati i valori desunti dal succitato piano fognario per il comune di Reggio Emilia.

| Comune        | T = 5 anni             |       |                        |       | T = 10 anni            |       |                        |       |
|---------------|------------------------|-------|------------------------|-------|------------------------|-------|------------------------|-------|
|               | $\theta < 1 \text{ h}$ |       | $\theta > 1 \text{ h}$ |       | $\theta < 1 \text{ h}$ |       | $\theta > 1 \text{ h}$ |       |
|               | $a(\text{mm/h})$       | $n$   | $a(\text{mm/h})$       | $n$   | $a(\text{mm/h})$       | $n$   | $a(\text{mm/h})$       | $n$   |
| Reggio Emilia | 38.00                  | 0.630 | 33.25                  | 0.263 | 46.75                  | 0.590 | 39.50                  | 0.255 |

Il tempo di ritorno rispetto al quale definire le sollecitazioni meteoriche di progetto, è stato assunto pari a **T=10 anni per la verifica dei collettori**. Di seguito vengono riportati i grafici delle curve di possibilità pluviometrica con tempo di ritorno T=10 anni in funzione della durata impiegate nel presente studio.

#### Tempo di ritorno T=10 anni



Il comportamento idrologico e idraulico del sistema fognario delle acque bianche nell'area in studio è stato simulato tramite il metodo di corrivazione. Tale metodo stima la portata afferente ad una determinata sezione di chiusura, suddividendo la rete in sottobacini. Le ipotesi alla base del modello assumono che le gocce di pioggia cadute contemporaneamente in punti diversi del bacino impieghino tempi diversi per arrivare alla sezione di chiusura in esame. Il contributo di ogni singolo punto del bacino alla portata di piena afferente, è direttamente proporzionale all'intensità di pioggia caduta nel punto, in un istante precedente a quello del passaggio della piena.

Questo tempo è caratteristico di ogni singolo punto ed è invariante nel tempo.

Esiste quindi un tempo di concentrazione  $t_c$  caratteristico di ogni bacino afferente che rappresenta il tempo necessario perché la goccia di pioggia caduta nel punto più lontano dalla sezione di raccolta del bacino raggiunga la sezione di chiusura.

La portata massima transitante in rete dalla sezione di chiusura presa in esame si ottiene normalmente per durate di pioggia pari al tempo di concentrazione ed esplicitabile con la seguente relazione

$$Q_i = \frac{\varphi_m \cdot a \cdot t_{c_i}^{n-1} \cdot A_i}{360}$$

Dove

$Q_i$  Rappresenta la portata di colmo alla sezione di chiusura i-esima [mc/s]

$\varphi_m$  Rappresenta il coefficiente di afflusso medio dei bacini afferenti alla sezione di chiusura.

$t_c$  Rappresenta il tempo di concentrazione del bacino in esame.

$A_i$  Rappresenta la superficie di bacino afferente alla sezione di chiusura i-esima data dalla sommatoria di tutti i bacini immissari all'interno della rete che convoglia la portata di colmo alla sezione di chiusura in esame.

$a, n$  sono i parametri delle curve di possibilità pluviometrica di progetto, descritti al paragrafo precedente.

Il tempo di concentrazione del bacino afferente a una sezione di chiusura i-esima è dato Dalla seguente relazione:

$$t_{c_i} = t_{a_i} + t_{r_i}$$

Dove

$t_{a_i}$  rappresenta il tempo di accesso alla rete relativo al sottobacino drenato dal condotto fognario posto all'estremità di monte del percorso idraulico più lungo

$t_{ri}$  rappresenta il tempo di rete è dato dalla somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete fognaria è dato dall'espressione:

$$t_{ri} = \sum_i \frac{L_i}{1.5 \cdot V_{ui}}$$

Dove

$V_{ui}$  è la velocità di moto uniforme in m/s all'interno del tratto i-esimo del condotto.

$L_i$  è la lunghezza in ml del tratto di rete in esame.

Per quanto riguarda il tempo di accesso alla rete  $t_a$  è sempre stato di incerta determinazione, variando con la pendenza dell'area e la natura della stessa, tuttavia valori più comunemente usati sono compresi tra 5-15 minuti; i valori più bassi per bacini di piccola estensione e quelli più alti per bacini di estensione più elevata e morfologia più complessa. Recenti ricerche tuttavia stimano il tempo di accesso a mezzo del modello del condotto equivalente partendo da considerazioni che stimano il tempo di accesso come un deflusso superficiale che avviene all'interno di piccole canalizzazioni incognite che raccolgono le acque scolanti lungo le singole falde di strade e tetti

$$t_{ai} = \left( \frac{3600^{\frac{n-1}{4}} \cdot 120 \cdot S_i^{0.30}}{P_i^{0.375} \cdot (a \cdot \varphi_i)^{0.25}} \right)^{\frac{4}{n+3}} \quad [\text{Mambretti e Paoletti, 1997}]$$

Per verificare la compatibilità idraulica dell'intervento in progetto, si è scelto di semplificare lo studio su alcuni tratti della fognatura che raccolgono i principali bacini delle acque meteoriche afferenti in fognatura.

In particolare si calcola la portata e il dimensionamento dei collettori fognari delle acque bianche sui tratti terminali prima dell'immissione all'interno del reticolo fognario esistente.

### 3.1 CRITERI DI VERIFICA DELLA RETE FOGNARIA DELLE ACQUE BIANCHE

Il dimensionamento delle opere idrauliche viene sviluppato riferendosi alle formule che simulano l'andamento delle correnti idriche che percorrono i corsi d'acqua naturale (fiumi e torrenti) o i canali artificiali (di bonifica, di irrigazione, di fognatura, di navigazione interna). Queste correnti sono caratterizzate dall'avere una parte della loro superficie di contorno, e precisamente quella superiore, non a contatto con una parte solida, ma con un gas, che nella più grande generalità dei casi è l'atmosfera.

Presa ad esame la singola sezione idraulica potremo indicare con  $h$  l'altezza del pelo libero, misurata rispetto al punto più depresso del suo contorno e con  $A$  l'area della sezione trasversale occupata dal liquido: negli alvei considerati l'area sarà funzione solo dell'altezza della corrente idraulica. Il dimensionamento degli specchi avviene facendo riferimento alle condizioni di moto uniforme, e deflusso a pelo libero; verificando che la portata di progetto possa essere smaltita con riempimenti e velocità accettabili.

Per il calcolo si adotta la formula di Chezy, utilizzando la formulazione della scabrezza alla Gauckler-Strickler.

$$\begin{aligned} V &= \chi \cdot \sqrt{R \cdot i} \\ Q &= V \cdot A \\ \chi &= K_s \cdot R^{\frac{1}{6}} \\ R_{idr.} &= \frac{A_{bagnata}}{P_{cont.bagnato}} \end{aligned}$$

Per il parametro di scabrezza  $K_s$  si è assunto il valore di **70**  $m^{1/3}/s$  per le tubazioni in CLS, considerando la possibilità che a lungo termine il collettore possa presentare una superficie deteriorata e **80**  $m^{1/3}/s$  per i collettori in PVC.

Operativamente utilizzando la formula di Chezy è possibile costruire per ogni livello di riempimento di una tubazione di forma circolare la portata specifica e la velocità media specifica (scala di deflusso).

Avendo noto il valore di portata afferente in ogni nodo della rete; stimata con la formulazione esposta al paragrafo precedente, è possibile risalire al grado di riempimento e alla velocità media di scorrimento in condotta.

Il grado di riempimento risulta accettabile di norma se il riempimento della tubazione risulta compreso tra il 60-80% in modo da lasciare un margine di sicurezza sufficiente per prevenire eventuali disfunzioni idrauliche dovute a eventuali occlusioni parziali dovute a sedimenti. Per quanto riguarda le velocità valori superiori a 0.5 m/s garantiscono l'autopulizia delle reti fognarie e dovrebbero scongiurare fenomeni di sedimentazione. Valori al contrario superiori ai 4 m/s al secondo danno origine a fenomeni di abrasione del fondo delle fognature e quindi sono da evitare.

Di seguito vengono riportati in forma tabellare i principali risultati del calcolo per il sistema di smaltimento delle acque bianche,

| Nodi rete di valle | Pendenza collettore<br>i % | Materiale  | Lunghezza<br>Li<br>[m] | Scabrezza<br>K <sub>s</sub><br>m1/3/s-1 | Diametro<br>Tubazione<br>Dint a<br>valle [mm] | Superficie<br>di bacino<br>Si<br>[mq] | Pendenza<br>di bacino<br>p‰ | $\varphi m_i$ | $\varphi_i$ | Area<br>bacini<br>ingresso<br>[mq] | t <sub>ai</sub><br>[sec] | t <sub>ri</sub><br>[sec] | t <sub>ci</sub><br>[sec] | t <sub>cmax-<br/>in</sub><br>[sec] | Q <sub>i</sub><br>[mcl/s] | V <sub>i</sub><br>[m/s] | h <sub>i</sub><br>[m] | Riempim.<br>% |
|--------------------|----------------------------|------------|------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|---------------|-------------|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|---------------|
| <b>A</b>           | 0,20                       | <b>CLS</b> | 250                    | 70                                      | 600                                           | 35 880                                | 0,040                       | 0,180         | 0,180       | 35 880                             | 190                      | 164                      | 354                      | 0                                  | 0,217                     | 1,016                   | 0,424                 | <b>70</b>     |
| <b>B</b>           | 0,30                       | <b>CLS</b> | 570                    | 70                                      | 600                                           | 44 318                                | 0,040                       | 0,200         | 0,200       | 44 318                             | 204                      | 315                      | 518                      | 0                                  | 0,255                     | 1,211                   | 0,418                 | <b>70</b>     |
| <b>C</b>           | 0,20                       | <b>PVC</b> | 145                    | 80                                      | 400                                           | 12 628                                | 0,040                       | 0,120         | 0,120       | 12 628                             | 134                      | 78                       | 212                      | 0                                  | 0,063                     | 1,247                   | 0,169                 | <b>42</b>     |
| <b>D</b>           | 0,80                       | <b>CLS</b> | 410                    | 70                                      | 600                                           | 34 181                                | 0,025                       | 0,370         | 0,370       | 34 181                             | 228                      | 138                      | 366                      | 0                                  | 0,420                     | 1,980                   | 0,421                 | <b>70</b>     |
| <b>E</b>           | 0,40                       | <b>CLS</b> | 275                    | 70                                      | 600                                           | 12 395                                | 0,015                       | 0,670         | 0,670       | 12 395                             | 201                      | 132                      | 332                      | 0                                  | 0,286                     | 1,391                   | 0,410                 | <b>68</b>     |
| <b>F</b>           | 0,30                       | <b>CLS</b> | 150                    | 70                                      | 600                                           | 26 214                                | 0,015                       | 0,240         | 0,240       | 26 214                             | 258                      | 101                      | 359                      | 0                                  | 0,210                     | 0,990                   | 0,422                 | <b>70</b>     |
| <b>G</b>           | 0,20                       | <b>CLS</b> | 250                    | 70                                      | 500                                           | 12 372                                | 0,015                       | 0,320         | 0,320       | 12 372                             | 201                      | 190                      | 391                      | 0                                  | 0,128                     | 0,875                   | 0,348                 | <b>70</b>     |
| <b>H</b>           | 0,20                       | <b>CLS</b> | 135                    | 70                                      | 600                                           | 12 710                                | 0,015                       | 0,450         | 0,450       | 12 710                             | 202                      | 91                       | 293                      | 0                                  | 0,208                     | 0,988                   | 0,418                 | <b>70</b>     |

### **3.2 STIMA DELL'IMPATTO DEL NUOVO SISTEMA DI RACCOLTA DELLE ACQUE METEORICHE IN PROGETTO E CONSIDERAZIONI SULL'INVARIANZA IDRAULICA DELL'AREA**

Il progetto della nuova rete di drenaggio meteorica dell'area interessata dalla realizzazione di Arena Eventi, prevede essenzialmente di riorganizzare e rifunzionalizzare la rete di raccolta delle acque bianche attuale, posta nella fascia nord-ovest prospiciente l'ingresso dell'area aeroportuale. E' prevista la realizzazione di nuovi rami di fognatura funzionali alla diversa ridefinizione delle superfici impermeabili in progetto all'interno dell'area, e alla realizzazione di un nuovo sistema di raccolta delle acque meteoriche per il nuovo svincolo stradale che si immetterà su via dell'Aeronautica. Per quanto concerne l' Arena Eventi, l'area che attualmente si configura come pianeggiante, verrà ridefinita con la formazione di scarpate e terrapieni che andranno a conformare i nuovi spazi in progetto con dislivelli rispetto al piano di campagna attuale compresi tra +5ml a -2ml. La nuova rete di drenaggio di questa zona, prevede una raccolta superficiale delle acque di ruscellamento che si generano per effetto delle azioni meteoriche sulle scarpate con pendenze più elevate.

Il sistema in progetto prevede di raccogliere per gravità tutte le precipitazioni che insistono sull'area eventi attraverso un sistema integrato di fossi di guardia e reti di fognatura di nuova realizzazione realizzate con nuovi collettori di adeguato diametro in PVC e CLS e canalette grigliate superficiali, convogliando le portate di pioggia verso il reticolo fognario esistente.

La stessa concezione di raccolta delle acque meteoriche viene perpetrata per l'area terminale dell'arena e l'area di Backstage che verrà impermeabilizzata sia con aree asfaltate di nuova realizzazione, sia con la formazione di una pavimentazione in cls predisposta per i montaggi della zona palco. La suddetta zona è prevista ad una quota di progetto posta a -2ml dal piano campagna, pertanto, le portate meteoriche afferenti in questa zona saranno convogliate all'interno di un sistema di accumulo e rilancio in pressione dedicato, che immetterà le acque meteoriche all'interno del collettore fognario D=1200mm esistente nella parte centrale dell'area adiacente alla nuova arena.

Per quanto concerne il carico idraulico che l'intervento di realizzazione della nuova arena genera nella sezione di chiusura del bacino idraulico esistente, (indicata all'interno delle tavole del sistema fognario nel nodo OUT), si è effettuata un'analisi udometrica sull'intera area analizzando lo stato attuale e lo stato di progetto.

In base alla ridefinizione del nuovo assetto dell'area, si è analizzato l'impatto che le nuove scelte progettuali hanno generato sulla permeabilità del suolo. L'analisi è stata effettuata attraverso la stima del coefficiente di afflusso  $\varphi$ :

$\varphi$  = frazione impermeabile di suolo/sedime di suolo in studio

Il contributo impermeabile, a cui sono destinate le differenti aree in progetto, è stato valutato in base alle caratteristiche costruttive previste, Es., aree coperte, aree pavimentate in materiale filtrante, superfici in asfalto, aree verdi, ecc. secondo parametri comunemente riportati in bibliografia. I valori assunti sono i seguenti:

|                                        |                  |
|----------------------------------------|------------------|
| Strade asfaltate                       | $\varphi = 1.00$ |
| Aree Verdi                             | $\varphi = 0.10$ |
| Coperture                              | $\varphi = 0.90$ |
| Pavimentazioni drenanti                | $\varphi = 0.30$ |
| Aree inghiaiate con fondo non compatto | $\varphi = 0.30$ |

Una volta che si è stimata la componente di superficie impermeabile contenuta all'interno dell'area in studio, si è potuto stimare l'impatto delle portate meteoriche sulla rete esistente.

La frazione di suolo impermeabile che genera la porta meteorica di colmo alla sezione di chiusura del bacino in esame è attualmente pari a **81'220mq** su un estensione di bacino pari a 217'160mq con un indice di impermeabilità globale **Ip=0.37**.

A seguito degli interventi in progetto l'area di bacino afferente alla sezione di chiusura viene leggermente aumentata per effetto della realizzazione del nuovo svincolo su Via dell'aeronautica che viene convogliato nella rete di acque bianche in progetto.

Il nuovo intervento genera una frazione di suolo impermeabile pari a **80'422mq** su un estensione di bacino pari a 220'903mq con un indice di impermeabilità globale **Ip=0.36**.

Pertanto diminuendo la quota parte di aree impermeabili gravanti sulla rete di drenaggio esistente, l'intervento non genera portate meteoriche di picco superiori alle attuali, apportando anzi un lieve miglioramento sulla permeabilità globale dell'area.



Non generando un aggravio del carico idraulico meteorico sulla rete esistente, il criterio di invarianza idraulica viene pertanto rispettato dallo stato di progetto.

In allegato alla presente si include lo schema udometrico con il riepilogo dello stato di fatto e dello stato di progetto dell'area, e gli estratti cartografici di IRETI.

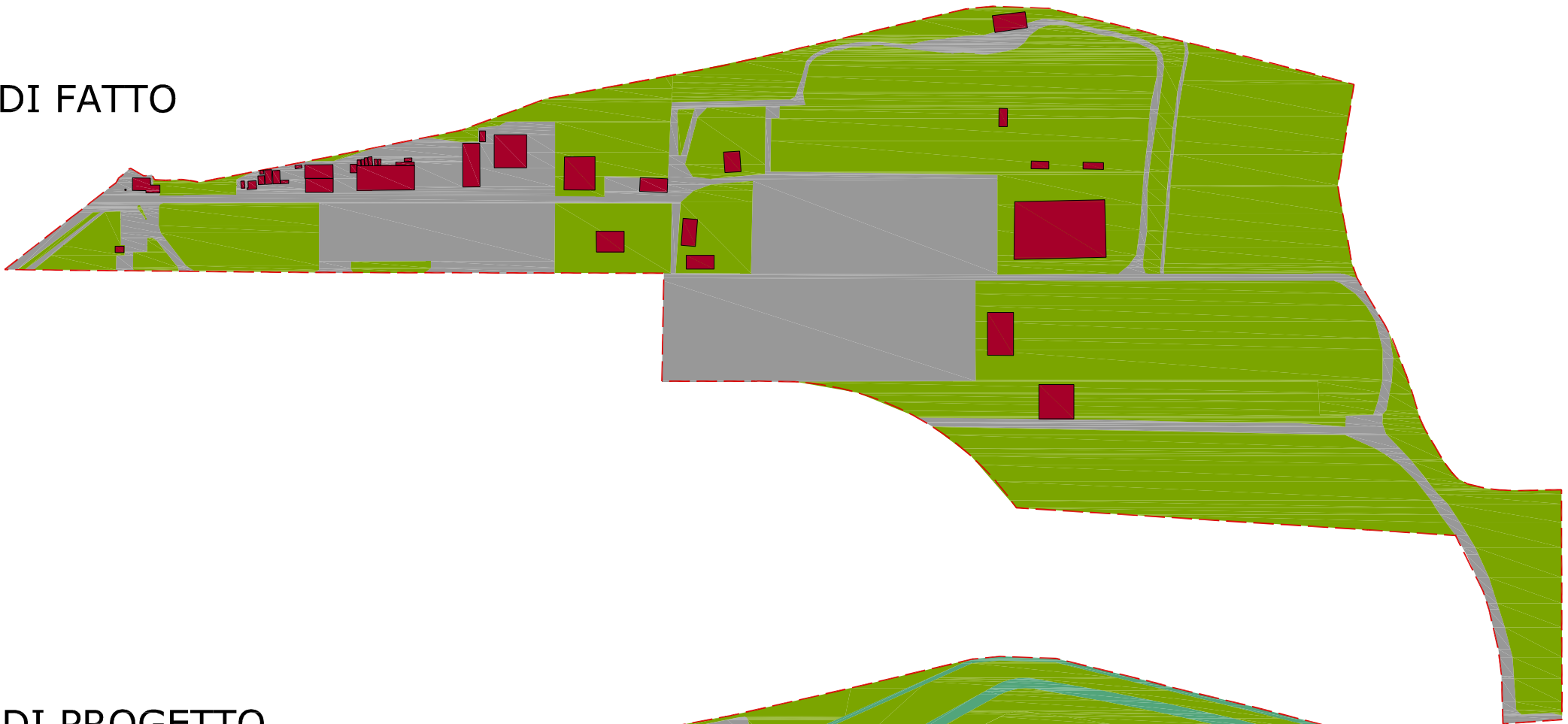
## **Allegati**

ARENA EVENTI CAMPOVOLO

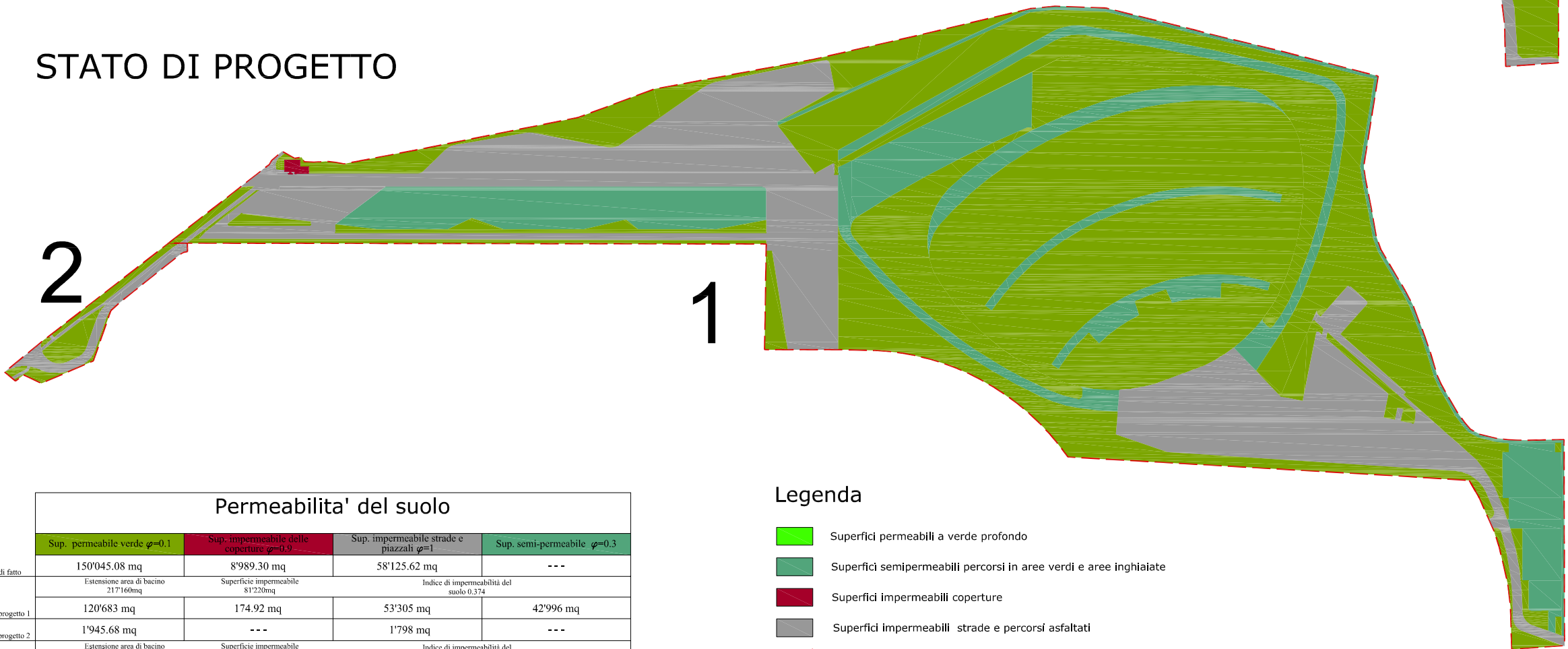
INTERVENTO SULL'AREA NON OPERATIVA IN CONCESSIONE A AEROPORTO DI REGGIO EMILIA S.P.A.

ANALISI UDOMETRICA DELL'AREA

STATO DI FATTO



STATO DI PROGETTO



| Permeabilita' del suolo                   |                                                 |                                                 |                                    |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|------------------------------------|
| Sup. permeabile verde $\varphi=0.1$       | Sup. impermeabile delle coperture $\varphi=0.9$ | Sup. impermeabile strade e piazzali $\varphi=1$ | Sup. semi-permeabile $\varphi=0.3$ |
| 150'045.08 mq                             | 8'989.30 mq                                     | 58'125.62 mq                                    | ---                                |
| Estensione area di bacino<br>217'160mq    | Superficie impermeabile<br>81'220mq             | Indice di impermeabilit  del<br>suolo 0.374     |                                    |
| 120'683 mq                                | 174.92 mq                                       | 53'305 mq                                       | 42'996 mq                          |
| 1'945.68 mq                               | ---                                             | 1'798 mq                                        | ---                                |
| Estensione area di bacino<br>220'903.17mq | Superficie impermeabile<br>80'422mq             | Indice di impermeabilit  del<br>suolo 0.364     |                                    |

Legenda

- Superfici permeabili a verde profondo
- Superfici semipermeabili percorsi in aree verdi e aree inghiaiate
- Superfici impermeabili coperture
- Superfici impermeabili strade e percorsi asfaltati
- Limite area di intervento

# ARENA EVENTI CAMPOVOLO

INTERVENTO SULL'AREA NON OPERATIVA IN CONCESSIONE A AEROPORTO DI REGGIO EMILIA S.P.A.

