

# Comune di Cortona



committente

**Manzano Sviluppo Srl**

Piazza Istria, 2 - 00198 Roma

progettazione

**Projecta S.R.L.**

Piazza Istria, 2 - 00198 Roma

Ing. Francesca Collecorvino

Arch. Mimino De Marco

Arch. Lorena Sartori

Arch. Tiziana Palumbo

direzione lavori

**Projecta S.R.L.**

Piazza Istria, 2 - 00198 Roma

Arch. Mimino De Marco

geologia - geotecnica  
idrologia - idraulica

**GEODELTA STUDIO ASSOCIATO**

Via Italo Scotoni, 14 - Camucia - Cortona - Arezzo

**Ing. Giuliano Monaldi - INGEGNERIA ARCHITETTURA INFRASTRUTTURE**

Via Antobnio Gramsci, 81 - Camucia - Cortona - Arezzo

Dott. Geol. Benedetta Chiodini

Dott. Ing. Giuliano Monaldi

## Piano Attuativo Progetto Golf Resort Manzano

elaborato grafico

**RELAZIONE IDRAULICA:**

ASSETTO IDROLOGICO E IDRAULICO - VALUTAZIONI E CALCOLI

.

scala  
data

fuori scala  
giugno 2009

file di riferimento: .

7		
6		
5		
4		
3		
2		
1	emissione	26/06/09
n°	descrizione	data

## 1. PREMESSA

Per incarico della società Manzano Sviluppo s.r.l. è stato realizzato uno studio geologico–tecnico ed idrologico di massima finalizzato alla valutazione della fattibilità delle opere comprese nell’impianto di irrigazione del campo golf previsto nel “Progetto Golf Resort Manzano” in località Manzano nel Comune di Cortona.

L’elaborato nel presente elaborato comprende anche le indicazioni preliminari relative alle opere di captazione delle acque di falda.

L’impianto sportivo in progetto interessa una superficie complessiva di circa 72 ha (circa 36 di area da gioco e 36 di area naturale), così suddivisa in base agli interventi:

<b>A</b> –Buche 10-18	<b>ha 29,65</b>
<b>B<sub>1</sub></b> – Club house	<b>ha 2</b>
<b>B<sub>2</sub></b> – Area manutenzioni	<b>ha 1,2</b>
<b>C</b> – Campo pratica	<b>ha 4,07</b>
<b>D</b> – Buche 1-9	<b>ha 35,79</b>

Nel dettaglio saranno realizzati i seguenti interventi:

- sistemazioni dell’attuale suolo agrario con scavi e riporti per rimodellare i versanti ed ottenere una morfologia che possa consentire la realizzazione dei percorsi del golf ed il loro inserimento all’interno del territorio.
- realizzazione di 6 invasi artificiali a servizio dell’impianto di irrigazione.
- previsione di realizzazione di 4 pozzi per lo sfruttamento di acque di falda.

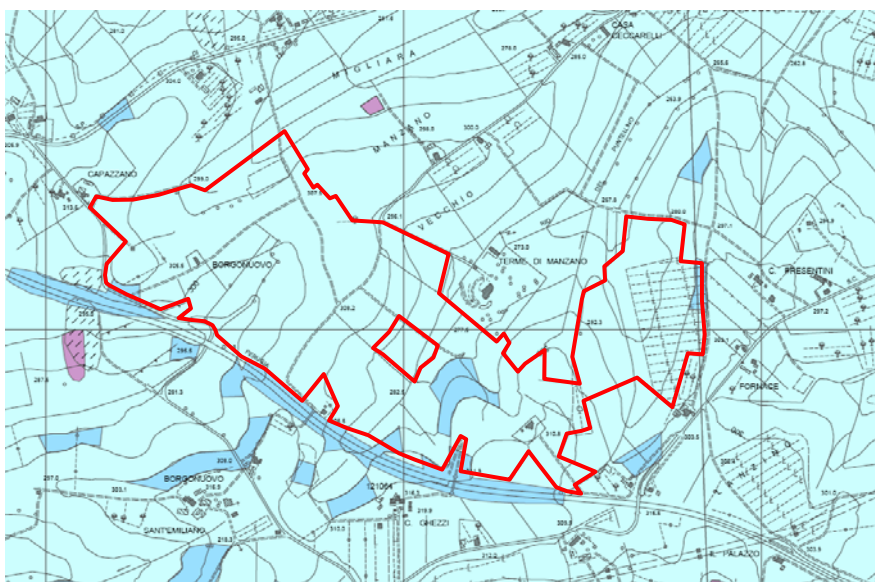
## 2. SINTESI DELLE CONOSCENZE

La zona di intervento è stata oggetto di studi geologico-tecnici a livello territoriale che hanno interessato il Comune di Cortona in occasione della stesura del Piano Strutturale e della redazione del Regolamento Urbanistico. Sono state applicate le direttive tecniche previste dal D.P.G.R. 27 aprile 2007 n 26/R e quindi è stata verificata la pericolosità del territorio relativamente alle caratteristiche geologico-geomorfologiche, idrauliche e per i possibili effetti di amplificazione sismica locale.

In particolare, per l'area dove ricade l'intervento oggetto del presente elaborato, è stato definito il livello di pericolosità geomorfologica ed il livello di pericolosità idraulica. Trattandosi di una superficie esterna ai perimetri individuati dal Comune per gli approfondimenti di studio e quindi per la redazione della Carta ZMPSL non è stata per l'area in oggetto attribuita la classe di Pericolosità Sismica.

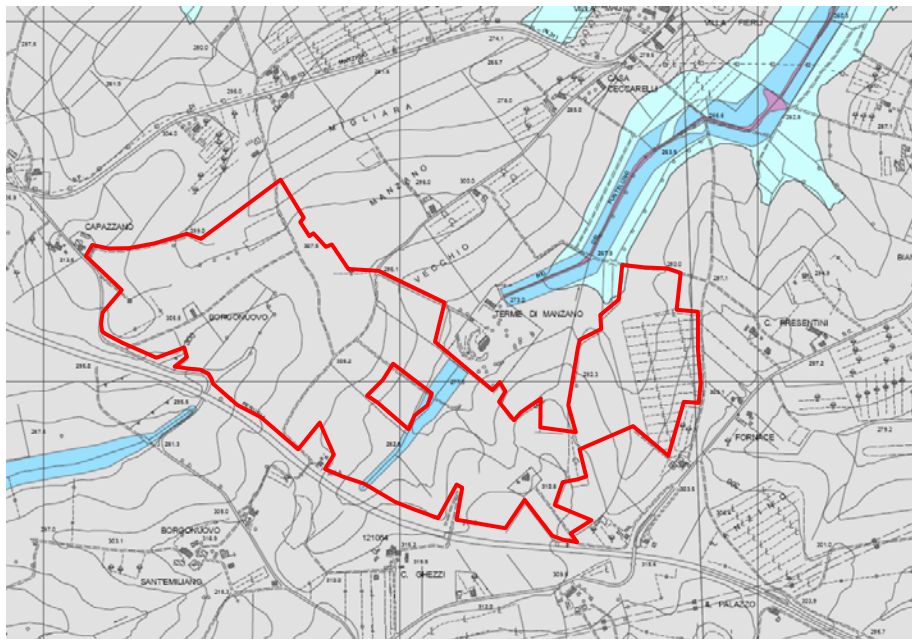
Si allegano in questo paragrafo gli stralci delle cartografie di R.U e di PAI utilizzate per la definizione della pericolosità e, in base alla tipologia dell'intervento previsto dal progetto, del livello di fattibilità.

### **Cartografia R.U. Pericolosità geomorfologica (TAV. J1b)**



**Pericolosità geomorfologica classe G.2 media**  
**classe G.3 elevata**

### Cartografia R.U. Pericolosità idraulica (TAV. J2b)



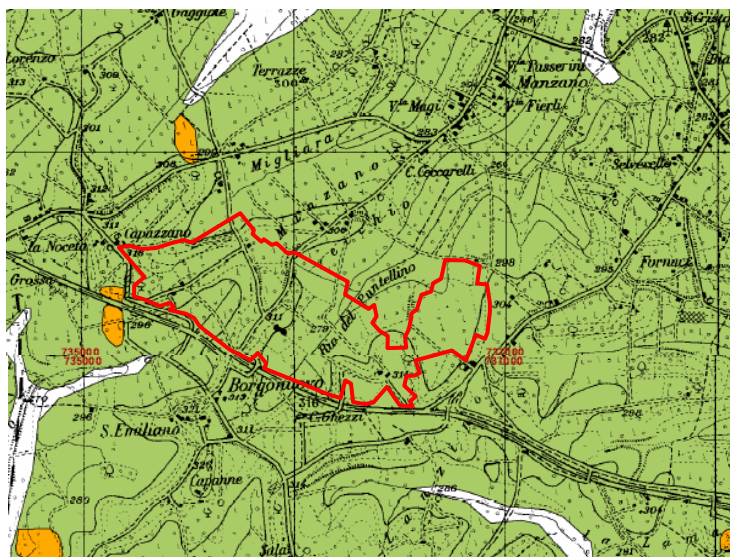
**Pericolosità idraulica**      **classe I.1 bassa**  
**classe I.3 elevata**

Per quanto riguarda la **pericolosità geomorfologica** la zona è stata classificata quasi totalmente in **Classe G.2 - media** con esclusione di una piccola fascia, limitata ad un localizzato aumento di pendenza, classificata in **Classe G.3 - elevata**. Tutti gli invasi e gli interventi di scavo di entità maggiore ricadono in zona a pericolosità media **G.2**.

Relativamente alla **pericolosità idraulica**, per le sue caratteristiche morfologiche la zona di intervento risulta classificata quasi totalmente in **Classe I.1 - bassa**, con esclusione di una piccola fascia di terreno classificata in **Classe I.3 - elevata** che borda il Rio del Puntellino.

In ogni caso gli interventi previsti, ad esclusione di due invasi che interessano il Rio del Puntellino, ricadono nella zona a pericolosità idraulica bassa. Le problematiche connesse con il regime idraulico del Rio del Puntellino edella sua interazione con gli invasi fanno parte integrante della progettazione degli invasi.

### Cartografia PAI (Stralcio n° 154 e Stralcio n° 159)



Nella “Perimetrazione delle aree con pericolosità da fenomeni geomorfologici di versante” del **Piano di Bacino del Fiume Arno – Assetto idrogeologico** la zona è classificata come Area a **Pericolosità moderata P.F.1** ( *“aree apparentemente stabili ed interessate da litologie con caratteri favorevoli alla stabilità dei versanti che, talora, possono essere causa di rischio reale o potenziale, moderato”*).

In tutte le aree così contrassegnate nel PAI non risultano essere presenti fenomeni franosi attivi o diffuse aree instabili cartografabili; la natura dei terreni affioranti è comunque tale da richiedere attenzione per quanto riguarda gli interventi che prevedono modificazioni morfologiche e della regimazione delle acque.

Nel Piano di Bacino del fiume Arno “Assetto idrogeologico” (P.A.I.), nella “Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica livello di sintesi” la zona non è classificata e non risulta essere compresa nelle aree soggette a inondazioni sia ricorrenti che eccezionali e non è stata interessata da inondazioni durante gli eventi alluvionali degli anni 1991 – 1992 – 1993 come riportato nelle Carte Guida delle Aree allagate redatte sulla base degli eventi alluvionali significativi (1966-1999) comprese nel Piano di Bacini del Fiume Arno (Stralcio “Rischio Idrulico”).

### 3. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE

#### 3.1. *Inquadramento geomorfologico*

Il campo da golf in progetto è previsto in un appezzamento di terreno compreso tra le località di Manzano e Montecchio ed il raccordo autostradale Perugia – Bettole con quote che variano da massimi di 312 m s.l.m e minimi di 273 m s.l.m.

Il territorio è caratterizzato da morfologia tipica di bassa collina con rilievi di forma mammellonare interrotti da fasce vallive poco inclinate. I valori di pendenza dei versanti sono in gran parte del territorio di intervento inferiori al 15 % e solo in piccoli tratti superano i valori del 25%.

Nell'area di intervento i lineamenti morfologici originari sono stati modificati anche recentemente da interventi antropici legati all'attività agricola, alla regimazione delle acque e alla realizzazione delle principali vie di collegamento.

Non sono stati rilevati indizi morfologici che facciano presupporre l'esistenza di fenomeni di instabilità in atto o latenti tali da coinvolgere i versanti in profondità; limitati fenomeni di soliflusso sono stati osservati in porzioni di versante più acclivi e, al momento parzialmente incolte.

Gli interventi di rimodellamento dei versanti previsti portano ad una generale diminuzione delle pendenze con scavi a quote maggiori e riporti in prossimità dei fondovalle; i valori di pendenza risultano quindi, nella gran parte dei casi, con esclusione delle sponde degli invasi, ridotte 20-30 %.

Gli invasi saranno realizzati senza modificazioni morfologiche significative, in gran parte in scavo con riporti di altezza minima, dell'ordine del metro. Nei siti di collocazione di tali opere non sono presenti fenomeni attivi.

Per mantenere nel tempo sufficienti condizioni di stabilità tutti gli interventi di modellamento del versante dovranno essere realizzati nel rispetto dell'andamento del drenaggio superficiale evitando zone di accumulo delle acque superficiali e sub-superficiali; tutte le acque intercettate dovranno essere convogliate ad idoneo riceettore evitando infiltrazioni.

### **3.2. Inquadramento geolitologico e stratigrafico**

Nell'area in studio affiorano depositi continentali quaternari (Pleistocene inferiore), di colmamento del Bacino della Val di Chiana (fl nella Carta Geologica d'Italia foglio n°121 Montepulciano) coperti, nei fondovalle dai depositi fluviali più recenti.

Nella porzione di territorio interessata dagli interventi si rilevano quindi depositi di ambiente fluvio-lacustre, che si sono formati dopo la fase distensiva plio-pleistocenica. Si tratta di argille e argille limose, di colore grigio chiaro, con screziature ocracee o brune, con resti di frustoli di carbone alternate a sabbie quarzose, di colore variabile dal bruno giallastre e azzurre con limi sabbiosi e sabbie limose. È possibile che i depositi più fini presentino una stratificazione varvata. Nelle argille è molto frequente la presenza di concrezioni calcaree sparse e concentrate in livelli decimetrici.

Tali depositi di origine continentale poggiano, a profondità molto superiore a 30 m dal p.c., su di un sub-strato litoide rappresentato da litotipi di età oligo-miocenica (flysch della Serie Toscana) che affiorano nella fascia collinare che borda il lato orientale della Val di Chiana.

Dove si prevede la realizzazione degli invasi a tratti prevale in superficie la componente sabbiosa, mentre a tratti quella argillosa; in fase esecutiva sarà verificato puntualmente, con indagini geognostiche di dttaglio, il modello litotecnico e stratigrafico per ogni punto di intervento. Con tali indagini sarà verificata l'eventuale necessità di prevedere teli impermeabilizzanti per garantire la tenuta degli invasi.

I terreni che saranno attraversati con le perforazioni sono caratterizzati dall'alternanza di strati argillosi e sabbiosi. Generalmente prevalgono sabbie e limi con abbondante componente argillosa; gli intervalli a maggior granulometria, sabbiosi, sabbiosi grossolani, hanno spessori ridotti, sono disposti in intervalli non continui e si rinvengono a profondità variabile, generalmente entro i primi 40 metri. Al di sotto di questa profondità si rilevano terreni prevalentemente limo argillosi impermeabili con possibile presenza di acquiferi a profondità superiore a 50 metri.

Si prevede quindi con le opere in progetto di raggiungere profondità diverse dal p.c. sulla base della posizione nei versanti.

Dalla geologia circostante e dai risultati di precedenti perforazioni è possibile

ricostruita una successione stratigrafica tipo per le perforazioni:

0,00 - 1,00 m	<i>terreno agrario</i>
1,00 - 10,00 m	<i>alternanza di strati argillosi e limo sabbiosi con possibili livelli acquiferi</i>
10,00 - 25,00 m	<i>limi argillosi con livelli sabbiosi</i>
25,00 - 40,00 m	<i>possibile presenza di strati sabbiosi e sabbioso limosi produttivi con matrice sottile intercalati a strati argillosi</i>
40,00 - 60,00 m	<i>argille limose con strati sabbiosi</i>
69,00 - 90,00 m	<i>possibile presenza di strati sabbiosi e sabbioso limosi produttivi con matrice sottile intercalati da strati argillosi</i>
90,00 - 100,00 m	<i>argille limose con strati sabbiosi</i>

L'esatta successione stratigrafica puntuale per ogni perforazione sarà indicata negli elaborati di dettaglio che faranno parte integrante della richiesta di autorizzazione **alla ricerca e la concessione per derivazione d'acqua sotterranea** per ogni singola opera ai sensi del T.U. 11/12/1933 n. 1775 e successive modifiche ed integrazioni.

### **3.3. Inquadramento idrogeologico generale**

Nei terreni investigati, decisamente poco permeabili nel loro insieme perché caratterizzati da spessori notevoli di strati prevalentemente argillosi, i livelli acquiferi si rilevano in strati di modesto spessore e livelli sabbiosi, sabbioso limosi e ghiaioso sabbiosi. Gli intervalli ghiaiosi sono comunque rari e sempre associati ad un'alta percentuale di matrice sottile che tende a diminuirne la permeabilità.

In superficie, nell'area di intervento, i terreni sono prevalentemente sabbioso argillosi; i valori di permeabilità rilevati per i suoli sono risultati variabili da  $10 \exp^{-3}$  cm/sec a  $10 \exp^{-6}$  cm/sec.

Gli invasi la cui profondità prevista non supera i 4-5 metri dal livello campagna attuale interesseranno litologie di composizione mista limo sabbiosa e argillosa con possibile presenza di strati francamente sabbiosi. In fase di progettazione esecutiva saranno comunque realizzate indagini puntuali sia per verificare la presenza di livelli saturi superficiali sia il livello di impermeabilità a garanzia della loro tenuta.

I livelli acquiferi si rinvengono a profondità variabili dal p.c. in quanto non sono continui ed hanno, per le caratteristiche peculiari dei depositi affioranti, andamento

lenticolare; a tratti danno luogo ad emergenze sorgentizie sfruttate anche con vecchie opere di captazione.

Quelli sfruttabili sono posti a profondità variabile dal p.c. e, se molto superficiali sono captati da pozzi di vecchia realizzazione del tipo romano; i pozzi recenti, invece, raggiungono profondità superiori a 20 m dal p.c.

In gran parte delle perforazioni realizzate in aree limitrofe è stata evidenziata la scarsa continuità laterale dei livelli acquiferi che generalmente sono caratterizzati da spessore modesto e componente granulometrica appartenente al range della sabbie più o meno grossolane. La componente ghiaiosa è rara, mentre è generalmente presente una certa quantità di matrice sottile limosa nei livelli acquiferi sfruttabili. Il modello idrogeologico di riferimento è quindi quello di orizzonti acquiferi multi falda con alternanze di strati sabbiosi e sabbioso limosi più permeabili con intervalli argillosi impermeabili. La presenza di strati argillosi importanti e l'origine fluvio-lacustre dei depositi continentali comportano la possibilità di reperire acque con presenza di sostanze chimiche derivate dalla scarsa ossigenazione nel decadimento delle materia organica.

I valori di portata sono variabili; considerando che la granulometria dei vari strati acquiferi è tendenzialmente sottile, questi sono in parte condizionati dalle modalità costruttive dei pozzi che, in quelli di vecchia realizzazione, sono sempre inadeguate al tipo di acquifero captato. Dai dati in nostro possesso si stima che le nuove opera di captazione potranno avere una portata di circa 1,5 – 2,0 l/s.

Con l'indagine geognostica realizzate nell'area "Resort" per la progettazione di strutture edilizi sono stati messi in opera piezometri del tipo a tubo aperto nei fori di alcune prove in sito e successivamente si è proceduto, per alcuni mesi, al controllo dei livelli freatici. Nella tabella ed in planimetria sono riportati i valori registrati in tre piezometri più significativi per l'attuale intervento.

Data	P1	P2	P3
21-02-08	7,60	5,70	5,30
29-02-08	7,60	5,60	4,50
15-03-08	6,90	5,60	4,40
10-04-08	6,00	5,60	4,30
16-05-08	5,00	5,70	4,20

Dove è prevista la realizzazione degli invasi ad esclusione di quelli lungo il corso del Rio del Puntellino **I3 a-b** non sono presenti livelli acquiferi superficiali da poter utilizzare per la loro alimentazione.

Gli invasi saranno in gran parte riempiti con le acque di falda captate con i pozzi previsti.

## 4. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE

### 4.1. Inquadramento

Le analisi e considerazioni di natura idrologica ed idraulica sono state effettuate in considerazione del riassetto generale dell'area caratterizzata non solo dai corsi d'acqua esistenti, in particolare il Rio Puntellino, ma anche degli invasi previsti nel progetto e la rete di drenaggi e l'impianto di irrigazione previsti in progetto.



**INDIVIDUAZIONE DEGLI INVASI**

## **4.2. Analisi statistica delle precipitazioni atmosferiche**

Con l'obiettivo di stabilire la volumetria di risorsa idrica da accumulare nei laghetti presenti nell'area destinata alla realizzazione del campo da golf in oggetto, è stata svolta un'analisi statistica delle piogge che interessano tale zona.

L'individuazione dei volumi di risorsa integrabili dalle sole piogge consente infatti, conoscendo la richiesta idrica delle specie erbacee che andranno a costituire il manto erboso, di fare un bilancio complessivo per l'intera area ed ottenere, per differenza, il volume di stoccaggio dei laghetti.

Per l'analisi è stata presa come riferimento la stazione pluviometrica di Foiano della Chiana, nella Provincia di Arezzo (UTM E728375 N4793180), in quanto risultata la maggiormente prossima all'area di intervento.

La stazione pluviometrica è inoltre sita ad una quota di 297,78 mslm e pertanto ottimale in quanto l'area di intervento si estende su una zona collinare compresa tra i 273 ed i 312 mslm. I dati sono stati estratti dagli annali idrologici disponibili sul sito [www.idropisa.it](http://www.idropisa.it).

Appurato in pre-analisi che il trend annuale dei volumi di acqua piovana da inizio secolo ad oggi è comunque in diminuzione (fattore che impone l'adozione di coefficienti di sicurezza che garantiscano la correttezza dei dimensionamenti per tutta vita utile della struttura in progetto), lo studio è stato svolto in modo accurato sull'ultimo decennio di dati disponibili, compreso tra il 1990 ed il 2000, ritenendo tale periodo significativo per l'accuratezza necessaria al dimensionamento dei laghetti.

Per il suddetto periodo temporale è stato calcolato il valor medio mensile in mm di pioggia preferendolo al valor minimo assoluto in quanto ritenuto eccessivamente cautelativo.

Le tabelle seguenti riportano tutti i valori estratti dagli annali per ciascun mese dell'anno ed in base ai quali è stato calcolato il sotto riportato valor medio mensile.

**GENNAIO**

giorno	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
01-gen	0,0	2,4	0,0	0,0	14,4	1,0	23,0	2,0	0,0	0,0	0,0
02-gen	0,0	5,2	0,0	0,0	1,8	2,0	0,2	0,6	0,0	1,6	0,0
03-gen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	6,6	2,0	0,0	0,0
04-gen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	0,0	0,0	0,0
05-gen	0,0	0,0	0,0	0,0	8,8	0,0	0,0	8,2	0,0	0,0	0,0
06-gen	1,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	0,6	0,0	0,0	0,0
07-gen	6,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,0	0,0	0,0	0,0
08-gen	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,6	0,0	0,0	0,0	0,0
09-gen	1,8	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	4,8	0,0	0,0	0,0
10-gen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2	0,0	0,0	0,0
11-gen	0,4	0,2	7,2	0,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12-gen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0	0,0
13-gen	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,4	0,0
14-gen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
15-gen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,6	5,8	0,0
16-gen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17-gen	0,0	0,0	0,0	0,0	8,4	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0
18-gen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19-gen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20-gen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	1,6	3,0	10,0	0,0	0,0
21-gen	0,0	0,0	4,0	0,0	8,4	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,6
22-gen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,8	0,8	0,0	0,0	0,0	0,6
23-gen	0,0	0,0	8,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,2
24-gen	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0
25-gen	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,4	13,4	0,0	0,0	0,0	0,0
26-gen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
27-gen	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	1,2	1,8	0,0	0,0	2,4	0,0
28-gen	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0
29-gen	0,4	0,0	0,0	0,0	1,4	0,4	0,8	0,0	0,0	0,8	4,2
30-gen	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
31-gen	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	2,6	1,0	0,0
<b>TOTALE</b>	<b>13,8</b>	<b>8,8</b>	<b>21,8</b>	<b>0,4</b>	<b>48,8</b>	<b>22,8</b>	<b>72,0</b>	<b>44,4</b>	<b>23,0</b>	<b>35,6</b>	<b>9,0</b>

**Altezza di pioggia media mensile [mm]: 27,3**

**FEBBRAIO**

giorno	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
01-feb	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0
02-feb	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0
03-feb	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,0	0,0	0,2	0,0	3,0
04-feb	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	11,8	0,0	0,0
05-feb	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	10,0	1,4	2,2	0,0	0,0
06-feb	0,0	0,0	0,0	0,0	6,8	0,0	1,2	4,4	0,0	0,0	0,0
07-feb	0,0	1,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
08-feb	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0
09-feb	0,6	3,2	0,0	0,0	7,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,2
10-feb	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	18,6	0,2
11-feb	0,0	17,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	5,2	0,0
12-feb	8,4	0,0	0,0	0,0	0,0	9,6	0,0	0,0	0,0	3,6	0,0
13-feb	1,0	1,6	0,0	0,0	0,0	1,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
14-feb	0,0	0,2	1,2	0,0	0,0	14,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15-feb	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0
16-feb	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	29,2	0,0	0,0	0,0
17-feb	0,0	9,0	1,2	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4
18-feb	0,0	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19-feb	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0	2,2	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0
20-feb	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,2	0,0	0,0	0,0	0,8
21-feb	0,0	0,0	0,0	0,0	7,2	0,0	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0
22-feb	0,0	0,0	0,0	6,8	1,4	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0
23-feb	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	15,6	5,4	0,0
24-feb	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,0	0,0	0,0	8,8	0,0	0,0
25-feb	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	4,6	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
26-feb	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,6	0,0	0,2	0,0
27-feb	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0
28-feb	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>TOTALE</b>	12,2	51,4	2,6	6,8	27,2	60,6	64,6	37,2	39,2	34,4	6,6

**Altezza di pioggia media mensile [mm]: 31,2**

**MARZO**

giorno	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
01-mar	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
02-mar	0,0	0,0	0,0	7,4	0,0	1,4	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0
03-mar	0,0	0,0	0,0	3,4	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
04-mar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
05-mar	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	6,2	0,0	0,0	0,0	11,0	0,0
06-mar	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0
07-mar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,4	0,0	0,0	0,0	5,0	0,0
08-mar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0
09-mar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	15,6	0,0	0,0	9,8	0,0	0,0
10-mar	6,6	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11-mar	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12-mar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0
13-mar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,2	0,0	0,0
14-mar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15-mar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16-mar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17-mar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	13,2	0,0	0,0	0,0	0,0
18-mar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19-mar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20-mar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	0,0	0,0	0,0
21-mar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8
22-mar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
23-mar	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0
24-mar	0,0	0,0	6,8	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	3,6	0,0	0,0
25-mar	0,0	9,8	38,6	2,8	0,0	0,0	0,0	12,0	12,6	0,0	0,0
26-mar	0,0	10,8	8,6	19,2	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,4	0,4
27-mar	0,4	2,2	18,8	0,0	1,2	0,0	9,6	0,0	0,0	7,2	4,6
28-mar	14,2	3,8	7,2	0,0	0,0	1,6	2,4	0,0	0,0	1,2	6,8
29-mar	0,4	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	6,8	0,0	0,0	7,4
30-mar	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0
31-mar	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,6
<b>TOTALE</b>	<b>21,6</b>	<b>39,2</b>	<b>82,6</b>	<b>33,6</b>	<b>1,2</b>	<b>51,6</b>	<b>32,8</b>	<b>29,6</b>	<b>44,2</b>	<b>31,0</b>	<b>28,6</b>

**Altezza di pioggia media mensile [mm]: 36,0**

**APRILE**

giorno	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
01-apr	0,0	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
02-apr	0,0	0,0	10,6	0,0	5,0	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0	9,4
03-apr	3,6	0,0	0,0	7,0	4,0	0,0	13,2	0,0	2,2	0,0	1,6
04-apr	1,0	3,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
05-apr	0,0	0,8	0,0	6,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
06-apr	1,0	8,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	4,8
07-apr	11,0	0,0	7,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	0,4
08-apr	8,2	0,0	4,2	0,0	8,6	0,0	0,0	0,0	0,0	9,8	0,0
09-apr	0,0	0,0	14,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	14,8	0,2	0,0
10-apr	0,0	0,0	0,0	0,0	7,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0
11-apr	0,0	0,0	0,0	15,4	0,4	0,0	0,2	0,0	5,0	0,0	7,8
12-apr	0,0	1,6	0,0	3,4	0,0	0,0	0,2	0,0	2,0	0,0	10,6
13-apr	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	8,0	0,2	3,0	0,0	8,6
14-apr	0,0	0,0	0,0	4,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	1,0
15-apr	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	14,8	0,0	0,4	0,0	0,0
16-apr	4,2	0,0	6,8	6,6	0,0	0,0	1,6	1,4	11,6	4,6	0,0
17-apr	1,0	0,0	0,0	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0	3,2	0,0	0,0
18-apr	7,0	14,8	0,0	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	3,4	10,6	0,2
19-apr	12,4	3,8	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,2	1,2	0,0
20-apr	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0
21-apr	9,8	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,8	0,0	0,0	0,0
22-apr	0,0	3,8	0,0	0,0	10,4	0,4	0,0	13,8	0,0	0,0	0,0
23-apr	2,6	1,2	0,0	0,0	0,0	2,8	0,4	0,0	0,0	6,8	0,0
24-apr	0,2	2,6	0,0	0,0	0,2	3,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0
25-apr	6,8	0,0	0,0	0,0	4,0	14,8	0,2	0,0	0,0	0,0	1,8
26-apr	1,2	0,0	0,0	1,8	2,2	4,8	1,2	0,0	0,0	0,0	9,0
27-apr	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	9,6	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
28-apr	0,0	6,2	0,0	0,0	0,0	9,6	0,0	17,8	10,2	0,0	0,0
29-apr	0,0	0,0	0,0	4,4	0,0	0,0	5,4	0,0	3,8	0,0	0,0
30-apr	0,0	0,0	11,2	0,8	0,0	0,0	10,6	0,0	0,0	0,0	0,4
<b>TOTALE</b>	71,6	49,2	59,4	51,2	53,2	47,2	74,8	63,6	63,8	37,4	56,0

**Altezza di pioggia media mensile [mm]: 57,0**

### MAGGIO

giorno	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
01-mag	0,0	0,0	21,4	1,2	0,0	0,4	1,4	0,0	9,0	0,0	7,6
02-mag	0,0	4,2	0,0	0,0	6,6	0,0	10,6	0,0	5,6	0,0	0,0
03-mag	0,0	2,2	0,0	0,2	0,0	0,0	8,0	0,0	0,0	0,0	6,4
04-mag	0,0	29,4	0,0	0,0	0,0	0,0	7,6	0,0	6,2	0,0	0,0
05-mag	0,0	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,8	0,4	0,0
06-mag	0,0	8,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,2	0,0
07-mag	0,0	22,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0
08-mag	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,6	0,4	5,0	0,0
09-mag	0,0	4,2	0,0	0,6	0,6	0,0	0,0	1,4	0,0	3,4	3,0
10-mag	0,0	4,4	0,0	13,2	18,2	0,0	1,2	0,0	0,0	2,2	0,0
11-mag	0,0	8,4	0,0	0,0	0,0	3,8	0,2	0,0	0,0	0,0	6,0
12-mag	0,0	2,4	0,0	0,2	0,0	1,8	7,2	0,0	0,0	0,0	0,4
13-mag	0,0	4,8	0,0	0,2	8,0	15,6	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14-mag	6,0	0,0	0,0	0,4	0,6	3,8	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15-mag	0,0	0,0	0,0	8,2	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16-mag	0,0	17,8	0,0	4,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	2,0
17-mag	0,0	1,8	0,0	4,8	0,0	4,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18-mag	0,0	0,4	0,0	0,0	1,8	4,8	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0
19-mag	0,0	0,0	15,4	0,0	21,6	4,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20-mag	0,0	0,0	0,0	0,0	10,4	1,4	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
21-mag	0,6	3,2	1,6	0,0	0,0	0,0	7,6	0,0	0,0	1,0	0,0
22-mag	29,6	0,0	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	5,5	0,0	0,4	0,0
23-mag	0,0	0,0	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24-mag	0,0	0,0	3,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0
25-mag	0,0	0,0	16,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0
26-mag	13,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,6	0,0	0,0
27-mag	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
28-mag	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
29-mag	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	16,6	0,0	0,0
30-mag	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0
31-mag	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>TOTALE</b>	<b>51,8</b>	<b>122,2</b>	<b>72,2</b>	<b>33,0</b>	<b>67,8</b>	<b>57,2</b>	<b>53,4</b>	<b>24,3</b>	<b>53,4</b>	<b>13,2</b>	<b>25,4</b>

**Altezza di pioggia media mensile [mm]: 52,2**

**GIUGNO**

giorno	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
01-giu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,6	0,0
02-giu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	63,6	0,0	0,0	0,0
03-giu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	41,4	0,0	0,0	0,0
04-giu	0,0	0,0	0,0	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
05-giu	0,0	0,0	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
06-giu	11,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	7,4	0,0	0,0	0,0
07-giu	3,0	3,2	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
08-giu	2,4	16,4	7,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	24,0	6,0	3,6
09-giu	0,2	2,6	5,4	0,0	0,0	6,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4
10-giu	0,2	0,0	2,2	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11-giu	0,0	0,0	11,6	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0
12-giu	0,0	2,0	18,2	4,8	20,2	2,2	0,0	0,0	8,2	12,4	0,0
13-giu	0,0	0,0	20,0	0,0	5,8	12,8	0,0	0,0	4,4	0,0	8,6
14-giu	0,0	0,0	7,6	0,0	0,6	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	12,0
15-giu	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16-giu	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,4	1,4	0,0
17-giu	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,8	19,6	22,0
18-giu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19-giu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20-giu	0,0	0,0	7,2	0,0	0,0	0,0	0,0	25,0	0,0	2,4	0,0
21-giu	0,0	0,0	12,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,4	0,0
22-giu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0
23-giu	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	5,4	2,4	0,0	0,0	0,0
24-giu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	30,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
25-giu	0,0	0,0	2,2	4,6	0,0	0,0	2,2	5,2	0,0	0,0	0,0
26-giu	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0
27-giu	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0
28-giu	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	0,0	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0
29-giu	0,4	0,0	0,0	0,2	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30-giu	0,0	2,2	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>TOTALE</b>	<b>21,8</b>	<b>26,4</b>	<b>98,8</b>	<b>24,0</b>	<b>44,4</b>	<b>54,0</b>	<b>10,6</b>	<b>149,2</b>	<b>51,4</b>	<b>51,8</b>	<b>47,6</b>

**Altezza di pioggia media mensile [mm]: 52,7**

### LUGLIO

giorno	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
01-lug	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
02-lug	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2
03-lug	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0
04-lug	0,6	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0
05-lug	0,0	1,2	1,6	0,0	0,0	10,4	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0
06-lug	0,0	0,0	13,8	0,0	0,0	9,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
07-lug	0,0	0,0	0,0	4,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
08-lug	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
09-lug	0,0	0,0	3,4	0,0	0,0	0,0	10,8	0,0	0,0	0,0	0,0
10-lug	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11-lug	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0
12-lug	2,8	0,0	4,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,2
13-lug	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8
14-lug	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4
15-lug	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16-lug	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8
17-lug	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,8
18-lug	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	0,0	0,0	0,0
19-lug	7,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20-lug	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0
21-lug	0,0	0,0	0,4	0,0	10,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
22-lug	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
23-lug	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24-lug	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
25-lug	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0
26-lug	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
27-lug	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
28-lug	0,0	0,8	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0
29-lug	0,0	0,0	0,0	0,0	15,6	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0
30-lug	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8	0,0	7,4	0,0
31-lug	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>TOTALE</b>	10,4	10,6	29,0	4,8	30,4	19,8	19,6	16,8	0,2	9,0	28,4

**Altezza di pioggia media mensile [mm]: 16,3**

### AGOSTO

giorno	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
01-ago	0,0	10,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
02-ago	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0
03-ago	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
04-ago	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
05-ago	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
06-ago	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8
07-ago	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	12,0
08-ago	31,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
09-ago	11,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10-ago	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	7,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11-ago	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0
12-ago	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	32,4	0,0	0,0	0,0	0,0
13-ago	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0
14-ago	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15-ago	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16-ago	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0
17-ago	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
18-ago	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,6	0,0	0,0
19-ago	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20-ago	0,0	26,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0
21-ago	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	13,0	10,6	0,0	0,0
22-ago	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,8	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
23-ago	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	27,2	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0
24-ago	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	7,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
25-ago	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
26-ago	0,0	0,0	0,0	0,2	2,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
27-ago	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,4	0,0	0,0	0,0
28-ago	2,4	0,0	0,0	13,8	0,0	0,0	16,0	0,4	0,0	9,0	0,0
29-ago	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	15,6	5,2	0,0	0,0
30-ago	0,0	0,0	15,8	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,8	0,0
31-ago	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	1,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>TOTALE</b>	45,2	38,4	19,6	19,2	3,6	81,6	55,6	39,0	18,0	21,6	12,8

**Altezza di pioggia media mensile [mm]: 32,2**

**SETTEMBRE**

giorno	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
01-set	0,2	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	35,6	0,0	0,0	0,0	0,0
02-set	5,8	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	23,4
03-set	5,4	0,0	0,0	0,0	54,8	0,0	15,0	0,0	0,0	0,0	0,0
04-set	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0
05-set	0,0	0,0	0,8	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0
06-set	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	4,0	0,0	0,0
07-set	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
08-set	0,0	0,0	0,0	8,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
09-set	0,0	0,0	0,0	0,0	35,2	7,6	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8
10-set	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11-set	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12-set	0,0	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	1,4	0,0	24,0	0,0	0,0
13-set	0,0	25,6	0,0	0,0	0,0	5,6	28,8	0,0	12,0	0,0	0,0
14-set	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	18,8	1,6	0,8	6,0	0,0	0,0
15-set	0,0	1,4	0,0	2,4	20,0	1,8	0,0	20,4	2,0	0,0	0,0
16-set	0,4	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,2	0,0
17-set	0,2	0,0	0,0	0,0	8,6	2,6	0,0	0,0	0,0	1,8	0,0
18-set	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	10,0	0,0	0,0	0,4	0,0
19-set	1,6	0,0	0,4	0,0	16,2	18,6	0,2	0,0	0,0	3,2	0,0
20-set	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0
21-set	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	35,0	3,0	0,0	0,0	10,4	0,0
22-set	0,0	0,0	0,0	0,0	13,0	2,2	13,8	0,0	0,0	0,0	11,8
23-set	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	16,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24-set	8,4	1,2	14,6	0,0	0,0	0,0	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0
25-set	8,6	0,0	0,0	24,4	0,0	0,0	6,2	0,0	12,0	0,0	0,0
26-set	0,4	0,0	0,0	20,2	0,0	0,0	0,2	0,0	7,0	0,0	0,0
27-set	10,2	2,8	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0
28-set	0,0	1,4	33,0	14,6	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0	0,0	0,0
29-set	0,0	12,0	3,2	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30-set	0,0	0,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>TOTALE</b>	<b>44,6</b>	<b>48,2</b>	<b>53,0</b>	<b>85,2</b>	<b>157,8</b>	<b>100,4</b>	<b>151,2</b>	<b>21,2</b>	<b>73,0</b>	<b>22,2</b>	<b>38,0</b>

**Altezza di pioggia media mensile [mm]: 72,3**

**OTTOBRE**

<b>giorno</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>
01-ott	2,4	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,0	10,0	0,4
02-ott	2,2	0,0	0,0	19,4	1,6	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0	9,4
03-ott	1,4	0,0	0,0	11,4	14,8	0,0	12,8	0,0	1,2	0,0	12,6
04-ott	12,4	0,0	48,0	1,2	7,6	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,2
05-ott	3,2	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0
06-ott	15,4	0,0	18,8	0,0	0,0	9,0	0,4	0,0	5,8	0,2	0,0
07-ott	0,0	0,0	10,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,8	12,4	0,0	0,0
08-ott	7,0	15,4	0,2	1,8	0,0	0,0	17,4	4,4	3,2	0,0	7,2
09-ott	1,6	0,6	0,8	19,4	0,0	0,0	0,0	13,8	0,0	0,0	0,0
10-ott	0,0	0,0	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0
11-ott	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12-ott	0,4	11,0	14,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4	0,0	26,4
13-ott	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0
14-ott	0,0	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	2,0	0,0	0,0	0,0
15-ott	0,0	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0
16-ott	0,0	0,4	11,0	4,8	0,0	0,0	9,8	0,0	0,0	14,0	0,0
17-ott	8,0	0,2	10,4	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	18,0
18-ott	1,4	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	7,6	0,0	0,0	0,0	3,0
19-ott	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	9,6	12,0	3,0
20-ott	1,0	5,4	4,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4	0,0	0,0
21-ott	0,0	2,6	9,0	21,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	4,8	0,0
22-ott	0,0	0,0	7,0	15,8	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	12,6	0,0
23-ott	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
24-ott	4,2	0,0	4,0	6,0	23,8	0,0	0,0	22,4	1,4	7,2	0,0
25-ott	0,0	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0
26-ott	32,4	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0
27-ott	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
28-ott	6,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	3,0	0,0	0,0	7,2
29-ott	0,0	7,2	0,0	0,0	7,6	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30-ott	0,2	0,0	1,4	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
31-ott	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
<b>TOTALE</b>	<b>99,4</b>	<b>59,6</b>	<b>157,8</b>	<b>104,4</b>	<b>57,2</b>	<b>11,2</b>	<b>51,2</b>	<b>50,6</b>	<b>52,4</b>	<b>61,4</b>	<b>87,4</b>

**Altezza di pioggia media mensile [mm]: 72,1**

**NOVEMBRE**

<b>giorno</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>
01-nov	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6
02-nov	5,4	0,0	1,0	11,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	18,8
03-nov	6,4	2,6	15,8	13,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,4	0,2
04-nov	6,0	0,4	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	19,6	9,8
05-nov	4,2	16,2	0,0	1,8	0,0	0,4	0,0	0,0	2,2	2,0	18,0
06-nov	0,0	2,2	0,0	6,4	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	11,2
07-nov	0,0	0,0	0,0	8,6	25,6	0,0	0,0	7,4	0,0	17,0	2,2
08-nov	0,0	0,0	0,0	3,8	10,2	0,0	0,0	37,6	0,0	0,6	28,6
09-nov	0,0	0,0	0,0	1,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,4
10-nov	0,0	4,4	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	2,6	0,0	0,0	9,8
11-nov	0,0	0,0	1,6	0,0	13,6	0,0	0,0	0,0	19,6	1,6	0,4
12-nov	2,4	0,0	0,8	0,6	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	4,4	0,8
13-nov	0,0	0,0	0,0	17,4	0,0	0,0	0,0	11,0	0,0	0,0	0,0
14-nov	0,0	0,8	15,8	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	2,6	0,0
15-nov	0,0	10,6	0,0	0,0	0,0	3,2	0,0	0,0	2,0	3,0	0,0
16-nov	0,0	17,2	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,4	1,0
17-nov	0,0	29,8	15,4	0,0	2,8	0,0	24,8	0,0	1,4	7,0	20,0
18-nov	0,0	0,0	8,0	0,0	0,8	0,0	38,6	0,0	0,0	13,4	3,4
19-nov	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	6,8	0,4	0,0	14,0	0,4
20-nov	0,0	15,2	0,0	0,2	0,0	0,0	4,2	6,2	0,0	0,0	0,0
21-nov	0,0	14,8	0,0	0,2	0,0	0,0	4,6	0,0	0,0	2,6	4,8
22-nov	0,0	13,0	0,0	3,4	0,0	0,0	1,2	3,0	0,0	4,6	6,2
23-nov	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	57,8	0,0	0,0	21,2
24-nov	9,0	2,2	0,0	0,2	0,0	0,0	2,8	0,6	2,0	0,0	0,0
25-nov	0,0	24,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,2
26-nov	16,6	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,2	2,2	0,0	0,0	6,2
27-nov	19,4	0,4	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	2,4	0,0	0,0	1,4
28-nov	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,0	0,6	3,2	0,0	4,0
29-nov	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	12,8	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0
30-nov	0,4	0,0	0,0	2,8	0,0	0,8	0,0	34,4	0,0	0,0	0,0
<b>TOTALE</b>	<b>75,8</b>	<b>156,4</b>	<b>59,8</b>	<b>75,6</b>	<b>60,0</b>	<b>19,6</b>	<b>96,4</b>	<b>167,2</b>	<b>30,4</b>	<b>115,2</b>	<b>173,6</b>

**Altezza di pioggia media mensile [mm]: 93,6**

**DICEMBRE**

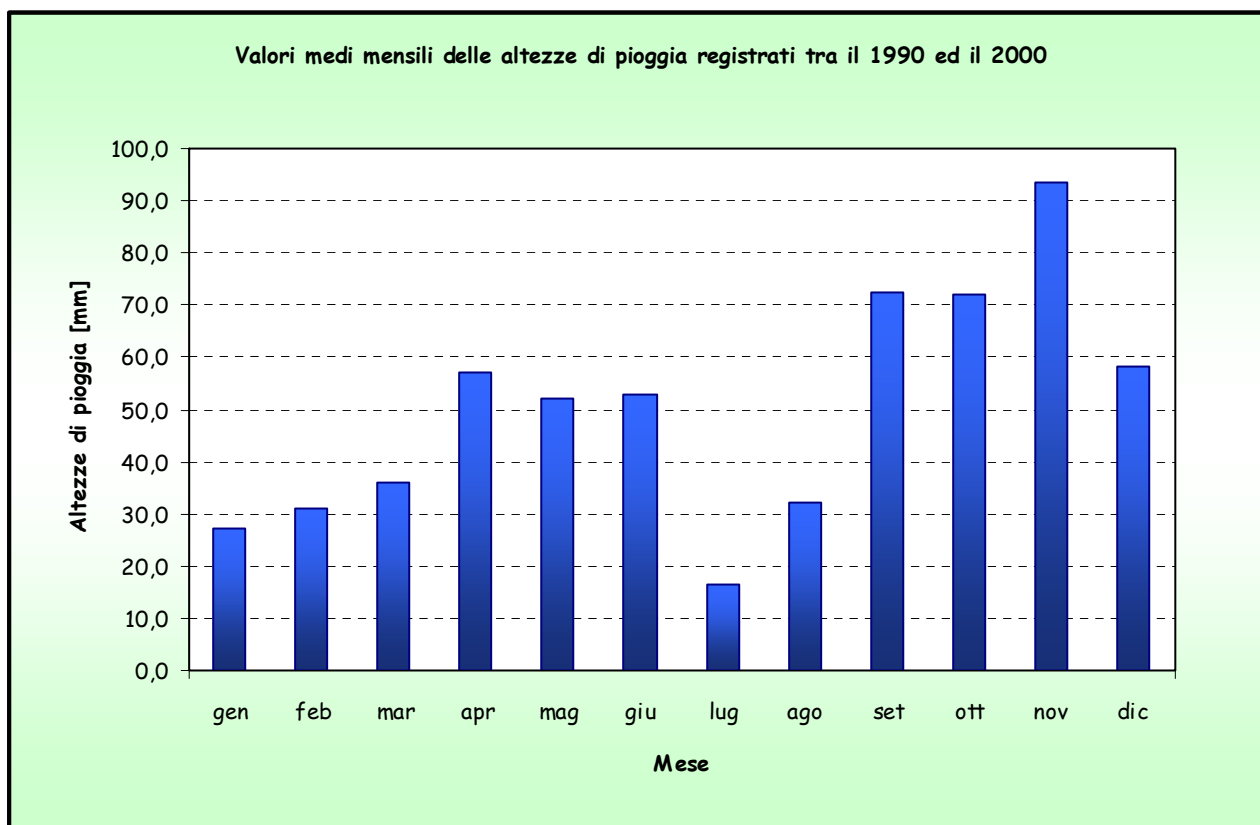
<b>giorno</b>	<b>1990</b>	<b>1991</b>	<b>1992</b>	<b>1993</b>	<b>1994</b>	<b>1995</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>	<b>1999</b>	<b>2000</b>
01-dic	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	11,2	11,4	8,8	0,0	0,0
02-dic	0,0	0,0	2,6	8,0	0,0	0,0	0,0	4,2	0,0	0,0	0,0
03-dic	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2	0,4	0,0	0,0
04-dic	0,2	0,0	5,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	5,8	0,0	0,0
05-dic	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,2	0,6	0,8
06-dic	0,0	0,0	25,4	0,2	3,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
07-dic	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
08-dic	0,0	0,0	20,2	12,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
09-dic	4,2	0,0	4,2	0,0	3,6	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
10-dic	38,4	0,0	0,0	0,0	2,8	0,0	12,2	0,0	0,0	0,4	0,0
11-dic	13,8	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,6	0,0	1,0	11,8	2,4
12-dic	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,8	0,0	0,0
13-dic	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	6,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14-dic	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	22,0	19,0	0,0	0,0	0,0	0,4
15-dic	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	3,0	11,6	0,0	0,0	5,8	0,0
16-dic	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	7,0	0,0
17-dic	0,0	0,0	0,4	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	1,6
18-dic	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19-dic	0,0	2,8	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6
20-dic	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	0,0	7,2	7,6	0,0	0,2	0,0
21-dic	0,0	3,4	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	1,4	22,0	5,8	0,4
22-dic	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	5,6	1,4	0,0	2,0
23-dic	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
24-dic	0,0	0,0	0,0	4,2	0,0	1,2	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0
25-dic	7,0	0,0	4,2	3,6	2,4	1,2	19,0	0,0	0,0	0,4	0,0
26-dic	1,4	0,0	0,0	6,2	0,0	1,6	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2
27-dic	0,2	0,0	0,0	1,0	0,0	7,0	0,0	15,0	0,0	0,0	39,0
28-dic	3,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	5,4	21,0
29-dic	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	25,0
30-dic	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	6,0
31-dic	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	34,4	11,4	3,6	0,0	0,0	7,0
<b>TOTALE</b>	<b>69,8</b>	<b>6,2</b>	<b>65,4</b>	<b>41,2</b>	<b>16,0</b>	<b>79,0</b>	<b>104,0</b>	<b>54,8</b>	<b>54,4</b>	<b>38,6</b>	<b>111,8</b>

**Altezza di pioggia media mensile [mm]: 58,3**

Con i valori medi mensili delle altezze di pioggia è stato ricostruito un appropriato trend annuale caratteristico dell'area di interesse.

Il mese maggiormente piovoso risulta essere novembre mentre quello in cui gli eventi meteorologici scarseggiano è il mese di luglio.

Si nota comunque una sufficiente omogeneità stagionale che consente di definire con buona accuratezza le necessità idriche del sistema.



Per la determinazione dei volumi di invaso si considerano i seguenti valori:

- ✓ Superficie utile da irrigare **369.000 mq**: tale superficie coincide con quella del campo da gioco mentre non contempla le aree perimetrali ai percorsi rinaturalizzate e le aree superficiali dei laghetti, operando pertanto a favore di sicurezza.
- ✓ Giorni di deficit idrico per i quali è necessario l'apporto dell'irrigazione artificiale **100 gg**: tale valore è assunto convenzionalmente e si considera come esteso all'intero periodo estivo. In particolare, considerando il massiccio incremento delle piogge riscontrato statisticamente nel mese di settembre, i suddetti 100 gg sono stati considerati come 8 nel mese di maggio, 30 in giugno e 31 in luglio ed agosto.
- ✓ Fabbisogno idrico giornaliero per l'intera area **1000 mc/g**: valore convenzionalmente assunto per l'irrigazione di un campo da 18 buche come quello in oggetto.

Sfruttando i dati sopra riportati è stata effettuata la stima del deficit quotidiano per ciascun mese estesa alla stagione estiva suddivisa come indicato sopra applicando la seguente formula di bilancio:

$$V_{DEF}(m) = 1000 - \frac{H_{Mm} \cdot S}{gg}$$

dove:

$V_{DEF}(m)$  è il volume di deficit giornaliero del mese in oggetto in mc/g

$H_{Mm}$  è l'altezza di pioggia media mensile in m

$S$  è la superficie utile da irrigare in mq

$gg$  è il numero di giorni totale del mese in oggetto

Moltiplicando tale volume di deficit per il numero di giorni di interesse relativi alla suddivisione precedentemente espletata si ottiene pertanto:

<i>Mese</i>	<i><math>V_{DEF}(m)</math> [mc]</i>	<i>gg di deficit mensile</i>	<i>Volume di deficit totale mensile [mc]</i>
Maggio	380	8	3.040
Giugno	350	30	10.500
Luglio	805	31	24.955
Agosto	615	31	19.065
<b><math>V_{DEF}</math> Volume Totale di Deficit Stagionale [mc]</b>			<b>57.560</b>

### **Osservazioni -1-**

1. L'analisi svolta ha determinato che i laghetti devono avere un volume complessivo di circa 60.000 mc per sopperire al fabbisogno idrico della struttura nei mesi estivi.
2. I calcoli sono stati effettuati a favore di sicurezza in quanto sono state trascurate le superfici dei laghetti nel computo dell'area utile e non è stato considerato il reintegro dei laghetti stessi ottenibile mediante il sistema di drenaggio/raccolta acque ottenibile con quella che sarà la stratificazione artificiale dei campi da gioco (U.S.G.A. System).
3. Il volume deve essere comunque corretto di un ulteriore accumulo che permetta di evitare l'eccessivo svuotamento dei laghetti, fattore che renderebbe gli stessi poco gradevoli dal punto di vista estetico.
4. Il calcolo trascura la possibilità di reintegrare i laghetti di risorsa prelevata attraverso il sistema di pozzi che verrà creato all'interno del parco da gioco.

Il volume stimato di 60.000 mc deve essere pertanto incrementato di una ulteriore quantità che impedisca ai laghetti di vuotarsi eccessivamente e raggiungere dei livelli minimi non gradevoli dal punto di vista estetico.

Tale volume può essere stimato ipotizzando che la sezione sia rettangolare nella parte superiore vicina al pelo libero dell'acqua e stabilendo quello che si desidera essere l'abbassamento massimo del livello, sapendo che i laghetti avranno una profondità di circa 5 m ciascuno.

Considerando che la superficie totale dei laghetti 1, 2, 4 e 5 sarà di circa 18.000 mq e richiedendo che il livello dei laghetti non scenda mai al di sotto di 1,5 m si ottiene che il volume totale dei bacini deve essere incrementato di ulteriori 27.000 mc proporzionalmente ripartiti tra i laghetti.

### **Osservazioni -2-**

1. Il volume complessivo dei laghetti, dato dalla somma della quantità di risorsa necessaria per l'irrigazione del parco per l'intero periodo estivo ed in assenza di ulteriori fonti di approvvigionamento e dal volume residuo indispensabile per evitare l'antiestetico svuotamento dei laghetti stessi, è pari a 90.000 mc.
2. Il calcolo trascura, come accennato al punto 4 delle Osservazioni -1-, la quantità di risorsa emungibile dai pozzi che verranno realizzati in adiacenza ai laghetti.
3. Dal calcolo sono stati volutamente esclusi i laghetti 3a e 3b in quanto realizzati come sbarramenti del Rio Puntellino e pertanto vincolati dal regime idraulico dello stesso.

Per i laghetti 3a e 3b infatti dovrà essere prestata particolare attenzione in fase di progettazione dell'impianto idraulico in quanto una diminuzione del livello del pelo libero, determinata ad esempio da un prelievo massiccio di risorsa senza reintegro della stessa, impedirà il superamento dello sfioro interrompendo il naturale scorrere delle acque.

La volumetria reintegrabile dai pozzi è stata volutamente trascurata in sede di dimensionamento in quanto non è un parametro definibile con esattezza a priori e potrebbe altresì non essere sfruttabile in caso di stagione particolarmente arida.

### ***4.3. Stima del volume di trasporto solido e valutazione del rischio di interrimento***

I laghetti 3a e 3b saranno realizzati come sbarramenti del Rio Puntellino, breve corso d'acqua il cui bacino è interamente compreso all'interno dell'area nella quale sarà realizzato il campo da golf.

Si tratta di un corso d'acqua brevissimo, che ha origine ai piedi della scarpata dove l'are oggetto di intervento confina con il raccordo Bettole – Perugia.

Il corso d'acqua, dall'origine sino all'immissione nel laghetto 3a, ha una lunghezza di 80 m ed il bacino sottende un'area di circa 3000 mq.

Per la stima del volume di trasporto solido è necessario stimare la portata critica  $Q_{crit}$ , cioè quella portata liquida in corrispondenza della quale ha inizio il trasporto al fondo dei sedimenti e al di sotto del quale tale trasporto non si verifica.

La portata critica è funzione della granulometria caratteristica del torrente, della larghezza e della pendenza dell'alveo: per il caso in oggetto è stato stimato il valore  $Q_{crit} = 0,005$  mc/sec.

Parallelamente è stata calcolata la curva di durata la quale esprime, per ogni valore della portata arbitrariamente scelto, il periodo di tempo (espresso in giorni) in cui la portata è maggiore o uguale al valore fissato.

A partire dai dati di pioggia registrati nella stazione pluviometrica di riferimento si ha che:

Altezza di pioggia media annua..... **$h_m = 709,26 \text{ mm}$**

Media giorni di pioggia..... **$g_m = 113,34 \text{ gg}$**

Si definisce la probabilità di non superamento di un'altezza di pioggia  $h$  e si assume la seguente distribuzione probabilistica esponenziale:

$$P_0(h) = 1 - \frac{\alpha}{\beta} \cdot e^{-\alpha \cdot h}$$

dove i vari parametri vengono calcolati tramite:

$$\alpha = \frac{f_{np}}{h_g}$$

$$\beta = \frac{\alpha}{f_p}$$

$$f_p = \frac{g_m}{365} \quad \text{frequenza di pioggia} \quad (f_{np} = 1 - f_p \text{ frequenza di non pioggia})$$

$$h_g = \frac{h_m}{365} \quad \text{altezza media di pioggia giornaliera}$$

<b><math>h_m</math> [mm]</b>	709,26
<b><math>g_m</math> [gg]</b>	113,34
<b><math>f_p</math></b>	0,31
<b><math>f_{np}</math></b>	0,69
<b><math>h_g</math> [mm]</b>	1,94
<b><math>\alpha</math></b>	0,36
<b><math>\beta</math></b>	1,16

Partendo dalla funzione che esprime la probabilità di non superamento  $P_0(h)$  o di superamento  $1-P_0(h)$  di evento di pioggia qualsiasi, la probabilità che un'altezza di pioggia  $h$  arbitrariamente fissata sia superata o meno per  $t$  giorni dell'anno è data da:

$$P(h) = 1 - P_0(h) = f_p \cdot e^{-\alpha h}$$

$$P(h) = \frac{t}{365}$$

L'altezza di pioggia in funzione della durata è pertanto:

$$h = -\frac{1}{\alpha} \cdot \ln\left(\frac{t}{365} \cdot \frac{\beta}{\alpha}\right)$$

Stabiliti intervalli di tempo significativi per il Rio Puntellino dell'ordine di grandezza delle 24 ore si costruisce per punti la curva di durata.

Dalle altezze di pioggia  $h$  superata per ciascun intervallo di tempo si definisce l'intensità di pioggia relativa a ciascuna altezza dividendo questa stessa altezza per il tempo medio di percorrenza del bacino, ipotizzato pari a 30 minuti.

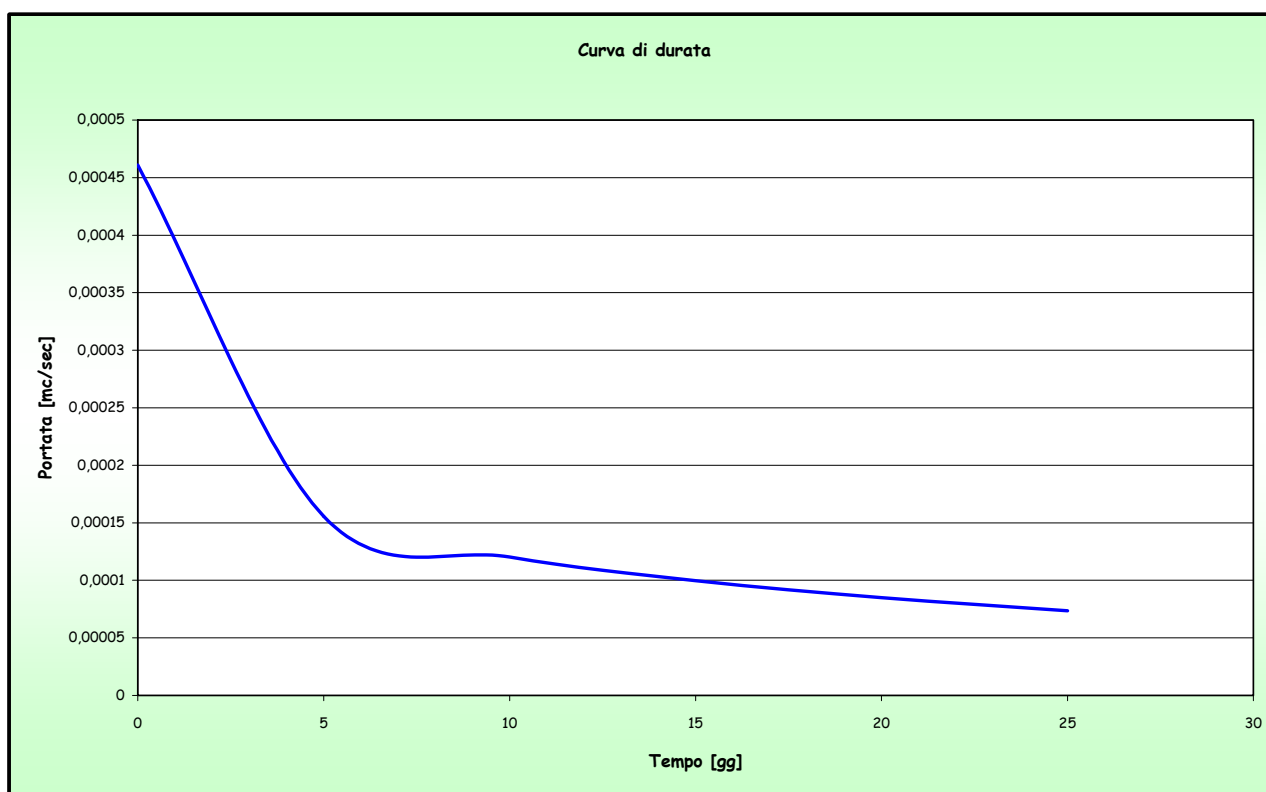
Dall'intensità di pioggia si ricava la portata meteorologica:

$$Q_{met} = I \cdot A = \frac{h}{6} \cdot A$$

La portata effettiva si ottiene come differenza tra quella meteorica e quella infiltrata:

$$Q = Q_{met} - Q_{inf} = Q_{met} - K_s \cdot A$$

dove  $K_s$  è il coefficiente di infiltrazione assunto pari a  $10^{-9}$  m/sec a favore di sicurezza



t [min]	t [gg]	h [mm]	I [mm/h]	I [mm/sec]	Q <sub>met</sub>	Q <sub>inf</sub>	Q [mc/sec]
10	0,006944	26,94344	53,88689	0,000149686	0,000493963	0,000033	0,000461
20	0,013889	25,01803	50,03607	0,000138989	0,000458664	0,0000033	0,000455
30	0,020833	23,89174	47,78348	0,000132732	0,000438015	0,0000033	0,000435
40	0,027778	23,09263	46,18525	0,000128292	0,000423365	0,0000033	0,00042
50	0,034722	22,47278	44,94556	0,000124849	0,000412001	0,0000033	0,000409
60	0,041667	21,96633	43,93267	0,000122035	0,000402716	0,0000033	0,000399
120	0,083333	20,04092	40,08185	0,000111338	0,000367417	0,0000033	0,000364
180	0,125	18,91463	37,82926	0,000105081	0,000346768	0,0000033	0,000343
240	0,166667	18,11552	36,23103	0,000100642	0,000332118	0,0000033	0,000329
300	0,208333	17,49567	34,99134	9,71982E-05	0,000320754	0,0000033	0,000317
360	0,25	16,98922	33,97845	9,43846E-05	0,000311469	0,0000033	0,000308
720	0,5	15,06381	30,12763	8,36879E-05	0,00027617	0,0000033	0,000273
1080	0,75	13,93752	27,87505	7,74307E-05	0,000255521	0,0000033	0,000252
1440	1	13,13841	26,27681	7,29911E-05	0,000240871	0,0000033	0,000238
2880	2	11,213	22,42599	6,22944E-05	0,000205572	0,0000033	0,000202
4320	3	10,08671	20,17341	5,60373E-05	0,000184923	0,0000033	0,000182
5760	4	9,287588	18,57518	5,15977E-05	0,000170272	0,0000033	0,000167
7200	5	8,667745	17,33549	4,81541E-05	0,000158909	0,0000033	0,000156
8640	6	8,161296	16,32259	4,53405E-05	0,000149624	0,0000033	0,000146
10080	7	7,7331	15,4662	4,29617E-05	0,000141773	0,0000033	0,000138
11520	8	7,362179	14,72436	4,0901E-05	0,000134973	0,0000033	0,000132
12960	9	7,035004	14,07001	3,90834E-05	0,000128975	0,0000033	0,000126
14400	10	6,742336	13,48467	3,74574E-05	0,000123609	0,0000033	0,00012
15840	11	6,477586	12,95517	3,59866E-05	0,000118756	0,0000033	0,000115
17280	12	6,235887	12,47177	3,46438E-05	0,000114325	0,0000033	0,000111

Come si nota i valori della curva di durata risultano tutti ampiamente inferiori alla portata critica precedentemente calcolata e pertanto è lecito affermare che il trasporto solido può essere considerato nullo ed il rischio di interrimento non presente.

D'altro canto il bacino del Rio Puntellino e la sua estensione a monte della confluenza nel laghetto sono talmente modeste che è evidente come non costituisca un rischio per l'ambiente circostante.

## 5. INDICAZIONI PROGETTUALI

### 5.1. *Caratterizzazione geotecnica di massima*

Per dare una prima valutazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni affioranti nella porzione di territorio interessata dagli interventi si è tenuto conto dei risultati delle indagini geognostiche puntuali realizzate nell'area del Golf Resort (sondaggi geognostici, sito prove in sito, CPT e NSPT in foro di sondaggio).

Con le indagini svolte è stata evidenziata una variabilità laterale legata anche all'assetto morfologico; nel fondovalle ed in particolare nella porzione più depressa lungo il corso del Rio Puntellino, prevalgono terreni a comportamento coesivo caratterizzati, fino a circa 3-4 metri di profondità, da valori di resistenza molto bassi, inferiori a 20 Kg/cm<sup>2</sup>.

Nei versanti collinari che saranno interessati dagli interventi di rimodellamento previsti dal progetto del campo da golf e dallo scavo, sotto un primo strato di terreno vegetale aerato, sabbioso argilloso, soggetto a variazioni stagionali del contenuto d'acqua, si rilevano a tratti sabbie e limi sabbiosi a comportamento prevalentemente attritivo e a tratti limi argillosi e argillo sabbiosi a comportamento prevalentemente coesivo. Entrambe i litotipi sono caratterizzati da valori di resistenza medio alti, generalmente superiori a 30 Kg/cm<sup>2</sup>.

In prima approssimazione sulla base delle valutazioni di massima effettuate, per lo spessore dei terreni interessati dagli interventi, escludendo lo strato superficiale corrispondente al suolo agrario, non caratterizzabile geotecnicamente, potranno essere assunti i seguenti valori dei parametri geotecnici che sono comunque da considerarsi cautelativi:

#### *Terreni a comportamento prevalentemente attritivo*

$\gamma$  - peso di volume – può essere assunto pari a 1,9 t/m<sup>3</sup>.

$\phi'$  - angolo di attrito efficace del terreno – può essere considerato variabile da 29° a 33°.

#### *Terreni a comportamento prevalentemente coesivo*

$\gamma$  - peso di volume – può essere assunto pari a 1,9 t/m<sup>3</sup>.

Cu – coesione non drenata – può essere considerata variabile da 1,0 e 2,0 Kg/cm<sup>2</sup>.

In fase di progettazione esecutiva per il dimensionamento dei sistemi di fondazione, per la valutazione delle condizioni di stabilità dei versanti e per la corretta definizione della geometria delle sponde degli invasi a garantire tenuta e stabilità globale, dovranno essere realizzate indagini puntuali.

## **5.2. Indicazioni sulle caratteristiche costruttive degli invasi**

Gli invasi la cui profondità prevista non supera i 4-5 metri dal livello campagna attuale interesseranno litologie di composizione mista limo sabbiosa e argillosa con possibile presenza di strati francamente sabbiosi. In fase di progettazione esecutiva saranno comunque realizzate indagini puntuali sia per verificare la presenza di livelli saturi superficiali sia il livello di impermeabilità a garanzia della loro tenuta.

Visti i litotipi affioranti e la tipologia degli interventi previsti, per dare una valutazione di massima della fattibilità degli stessi si è tenuto conto oltre che della caratterizzazione geotecnica, dell'esperienza personale acquisita nella zona, dei rilievi di campagna e di notizie bibliografiche.

In particolare si prevedono;

- scavi per rimodellamento dei versanti con una mobilitazione di 180.000 mc di terreno
- riporti per rimodellamento dei versanti con riposizionamento dei 180.000 mc di terreno scavati.
- realizzazione di 4 invasi di cubatura variabile che raggiungeranno la profondità massima di 4 metri.

Per quanto riguarda il trattamento delle terre e rocce da scavo si fa presente che: *in fase di progettazione esecutiva il "produttore" ovvero il Titolare della Concessione, dovrà attivare la procedura per il trattamento delle terre e rocce di scavo al di fuori del regime dei rifiuti in quanto, in questa fase è necessario dimostrarne preventivamente il rispetto dei requisiti di cui all'art. 186, comma 1 del D.Lgs. 152/2006 e di quanto disposto dal nuovo art. 7 bis apportato con l'Art. 8-Ter dalla L. n° 13 del 27/02/2009.*

Gli interventi sono tali da non modificare le condizioni geostatiche esistenti in quanto gran parte degli scavi sono previsti nella fasce più rilevate mentre i riporti nelle zone più a valle con generale aumento delle condizioni di stabilità.

Per quanto riguarda gli invasi le locali condizioni di stabilità saranno valutate in fase di progettazione esecutiva.

Si tenuto conto di una componente sismica orizzontale pari a 0,07 g (sulla base della normativa ancora in vigore il territorio del comune di Cortona è classificato sismico in zona corrispondente alla 2<sup>a</sup> categoria (S=9) e quindi con coefficiente di intensità sismica pari a 0,07) e sono state analizzate le seguenti condizioni:

- Stato attuale
- Stato modificato

In ogni caso dovranno essere previsti, in corso d'opera interventi di drenaggio delle acque, superficiali e sub-superficiali.

Al termine dei lavori la generale stabilità sarà garantita anche dalla copertura vegetale che sarà comunque ripristinata in tempi brevi.

### **5.3. Indicazioni sulle caratteristiche costruttive dei pozzi**

Sulla base delle valutazioni di massima è stata al momento prevista la realizzazione di quattro pozzi posizionati come in planimetria allegata per i quali sarà attivata richiesta di autorizzazione **alla ricerca e la concessione per derivazione d'acqua sotterranea** ai sensi del T.U. 11/12/1933 n. 1775 e successive modifiche ed integrazioni.

Al momento i pozzi sono stati così posizionati tenendo conto di valutazioni logistiche che potranno comunque subire variazioni in quanto dipendenti da eventuali variazioni progettuali:

**P1** (Foglio Catastale n° 281 Particella n° 146)

**P2** (Foglio Catastale n° 281 Particella n° 13)

**P3** (Foglio Catastale n° 251 Particelle n° 59-60-63)

**P4** (Foglio Catastale n° 281 Particella n° 52)

Sulla base delle posizioni altimetriche e delle conoscenze acquisite con le indagini svolte si prevede, per il pozzo P1 una profondità massima di 50 metri, per il pozzo P2 una

profondità compresa tra 50 e 100 metri mentre per P3 e P4 si prevede di raggiungere almeno 100 metri.

Vista comunque la variabilità laterale dei terreni affioranti le profondità indicate potranno subire variazioni.

Sulla base delle conoscenze acquisite si ipotizza una portata per ogni singola opera, correttamente realizzata di almeno 1,5 l/s

Considerato la tipologia dei sedimenti affioranti, caratterizzati da acquiferi in strati poveri di granulometrie grossolane con costante presenza di matrice sottile, e la modesta profondità di scavo prevista si prevede una tecnica di perforazione che consenta la realizzazione di grandi diametri (es circolazione inversa per i pozzi più profondi percussione a grande diametro per il pozzo più superficiale)

I filtri, da collocare in corrispondenza della strati acquiferi da captare dovranno essere tipo Johnson o microfessurati.

Nell'intercapedine tubo-perforo, a partire da fondo foro e fino ad almeno 3 m circa sopra i tratti filtranti, sarà quindi posto un dreno costituito da ghiaietto siliceo calibrato del Ticino

Per valutare le singole portate di esercizio dopo le operazioni di sviluppo verranno eseguite prove di portata e precisamente:

- una prova a portata variabile, crescente, a gradini per definire la curva caratteristica del pozzo, verificare il corretto sviluppo e completamento del pozzo e valutare una portata ottimale dell'opera realizzata;
- una prova a portata costante di lunga durata per verificare nel tempo la portata individuata con la curva caratteristica.

*Riassumendo, le caratteristiche costruttive dei pozzi dovranno essere le seguenti:*

- *tecnica di perforazione: circolazione inversa o percussione di grande diametro;*
- *profondità prevista delle perforazioni: variabile da 50 a 100 m;*
- *diametro di perforazione almeno 700 mm;*
- *colonna di rivestimento da definire : Ø minimo 200 mm;*
- *filtri a spirale tipo Johnson o microfessurati*

- *dreno calibrato del ticino esterno nel tratto di pozzo filtrato da decidere in fase di completamento;*
- *cementazione minima : da 0.00 m a - 9.00 m;*
- *tampone in argilla compactonite da -9.00 m a -10.00 m sopra il tratto con drenaggio;*
- *Inerte di cava nel tratto di pozzo non filtrato*

*Si fa comunque presente che gli schemi proposti potranno subire delle variazioni in relazione ai risultati stratigrafici delle perforazioni.*

## **6. CONCLUSIONI**

Viste le caratteristiche morfologiche , litologiche ed idrogeologiche rilevate non esistono impedimenti alla realizzazione di quanto previsto dal progetto.

Il rimodellamento dei versanti, come ipotizzato negli elaborati progettuali non modifica negativamente le condizioni geostatiche esistenti.

Dovranno in ogni caso essere previsti interventi di drenaggio delle acque superficiali per evitare sia fenomeni di infiltrazione che ruscellamento diffuso.

Nella realizzazione dei movimenti terra, nel progetto esecutivo, si dovrà tenere conto degli obblighi previsti dalla vigente normativa relativa al trattamento delle “terre e rocce di scavo”.

Secondo la normativa ancora in vigore il territorio del comune di Cortona è classificato sismico in zona corrispondente alla 2<sup>a</sup> categoria (S=9) e quindi con coefficiente di intensità sismica pari a 0,07

Giugno 2009

I TECNICI

Dott. Geol. Benedetta Chiodini

Dott. Ing. Giuliano Monaldi



## 8. INDICE

1.	PREMESSA .....	1
2.	SINTESI DELLE CONOSCENZE.....	2
3.	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE .....	5
3.1.	Inquadramento geomorfologico .....	5
3.2.	Inquadramento geolitologico e stratigrafico .....	6
3.3.	Inquadramento idrogeologico generale .....	7
4.	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE .....	10
4.1.	Inquadramento .....	10
4.2.	Analisi statistica delle precipitazioni atmosferiche .....	11
4.3.	Stima del volume di trasporto solido e valutazione del rischio di interrimento .....	26
5.	INDICAZIONI PROGETTUALI .....	30
5.1.	Caratterizzazione geotecnica di massima .....	30
5.2.	Indicazioni sulle caratteristiche costruttive degli invasi .....	31
5.3.	Indicazioni sulle caratteristiche costruttive dei pozzi.....	32
6.	CONCLUSIONI .....	34

## COMUNE DI CORTONA

Provincia di Arezzo

# RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA DI FATTIBILITÀ PER LA REALIZZAZIONE DI UN CAMPO DA GOLF COMPRESO NEL PROGETTO GOLF RESORT MANZANO

## RELAZIONE IDRAULICA

### ASSETTO IDROLOGICO E IDRAULICO - VALUTAZIONI E CALCOLI

committente: MANZANO SVILUPPO S.R.L.

località: MANZANO

IL GEOLOGO

Dott. Benedetta Chiodini

STUDI IDROLOGICI - IDRAULICI

Ing. Giuliano Monaldi

26 Giugno 2009