

Fosso del prete: identificazione delle aree di interesse idraulico soggette a monitoraggio (rappresentazione non in scala estratta dal CTR)

Il monitoraggio, con frequenza almeno biennale e in ogni caso prima dei periodi di pioggia a di eventi annunciati calamitosi dalla Protezione Civile, prevede il controllo delle caratteristiche morfologiche dei due bacini di esondazione (quello a monte del viadotto stradale Orte - Civitavecchia e quello a ridosso del rilevato ferroviario). Infatti tali bacini a causa di possibili precipitazioni di rilevante entità potrebbero modificare le loro caratteristiche e, di conseguenza, non essere più in grado di concorrere alla laminazione dell'onda di piena. In tal caso dovrebbe essere elaborato (e progettato) lo studio di un'apposita "vasca di laminazione o esondazione": vale a dire una ri modellazione dei bacini tale da permettere i deflussi che oggi, nelle condizioni attuali possono realizzarsi.

Il monitoraggio prevederà anche il controllo di eventuali fenomeni erosivi lungo l'asta idrografica all'altezza dell'impianto che potrebbero creare problemi sia al letto del corso d'acqua

sia alle sponde. Qualora, da un accurato e corretto monitoraggio, risultassero evidenti problemi erosivi si dovrà procedere con la progettazione di interventi di protezione quali:

- opere di stabilità del fondo;
- opere di difesa spondale: radenti (opere longitudinali) e/o pennelli (opere sporgenti);
- apposite aree di deposito per il materiale solido trasportato a monte dell'impianto.

### 6.3 Rischio sismico

Secondo la classificazione sismica del territorio nazionale riportata nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20/03/03, il territorio ove ricade l'impianto oggetto della presente relazione (Comune di Civitavecchia) è classificato come zona 4 i cui valori sismici sono riportati nella tabella seguente.

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [ $a_g/g$ ]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [ $a_g/g$ ]
3B	< 0.05	0.05

La zona sismica alla quale appartiene l'area dell'impianto è quella con i valori sismici più bassi. Il territorio nel quale ricade l'impianto appartiene, dal punto di vista dell'acclività, alla classe variabile tra i valori 4% e 8%, corrispondente ad angoli di inclinazione tra 2,2° e 4,5°, che evidenzia la bassissima propensione al dissesto dell'area oggetto di studio.

I litotipi costituenti il basamento di imposta del piano delle celle, vale a dire marne scagliose e arenarie, hanno caratteristiche geotecniche su valori globalmente ottimali. In merito ai litotipi coesivi, costituiti da argille-marnose, essi sono presenti in alternanza agli strati rocciosi costituendo con questi ultimi una facies di flysch argilloso-calcareo caratterizzante l'area in esame. Facendo riferimento a questi ultimi, si ritiene che l'influenza della falda acquifera sulle caratteristiche strutturali dei terreni coesivi (fenomeno del softening o rammollimento) sia mitigata sia dalla quota di imposta delle fondazioni delle vasche (piano della ex cava ed in ogni caso sempre maggiore di 3 m dal piano campagna), che dal limitato carico delle vasche, che in ogni caso non sarà mai al di sopra del piano di campagna.

Le strutture realizzate sono costituite da vasche in cemento armato con platea di fondazione con rigidità strutturale uniforme e con elevata capacità di ripartizione dei carichi costituiti dall'ammasso dei rifiuti.

Complessivamente, visto il grado di accelerazione sismica orizzontale al suolo caratteristica della zona sede dell'impianto, il tipo di struttura in esame (vasche in cemento armato con platea di fondazione armata), il tipo di terreno e la quota di imposta delle fondazioni delle vasche, si ritiene che il complesso struttura-terreno abbia un elevato grado di sicurezza sismica. In ogni caso, vista la presenza di strati di terreni coesivi in concomitanza con una falda acquifera debole ma variabile con l'andamento stagionale, sarà predisposto un sistema di monitoraggio che consentirà di verificare la posizione relativa dei vari elementi dell'impianto. Nel particolare saranno realizzati dei caposaldi che potranno consentire il rilievo topografico delle posizioni relative delle vasche e, di conseguenza, evidenziare eventuali cedimenti e/o spostamenti degli elementi strutturali.

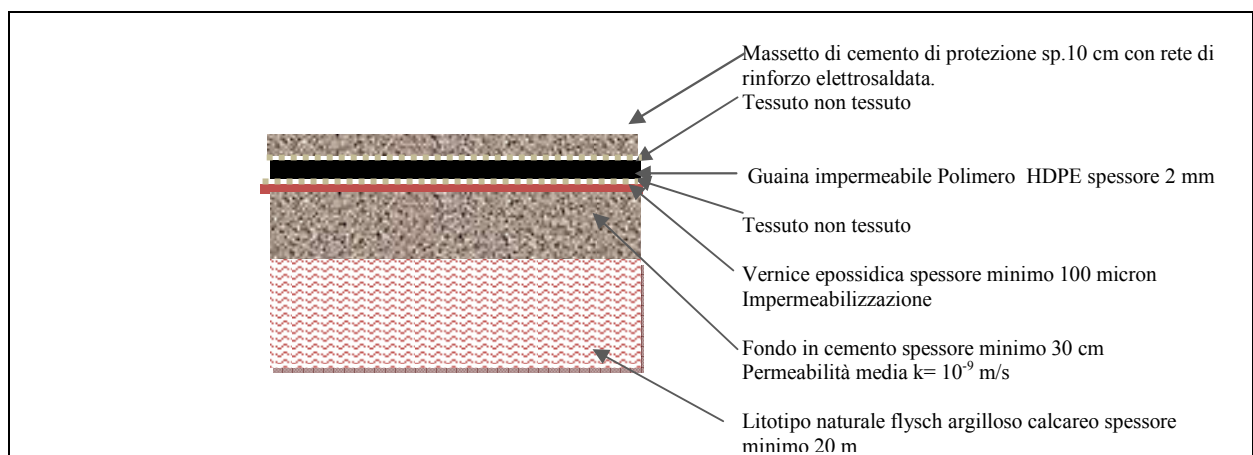
## 7 Barriera di confinamento

L'impianto è costituito da vasche in cemento armato realizzate su un'area di ex cava di pietra. Di seguito è riportata una tabella dei dati costruttivi principali delle vasche in cemento armato.

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DELLE VASCHE	
VEDI RELAZIONE TECNICA DI CALCOLO DELLE VASCHE IN C.A. A FIRMA DEL DOTT. ING. V. OROFINO	
PLATEA DI FONDO	Spessore minimo 30 cm
PARETI LATERALI	Spessore minimo 30 cm
CALCESTRUZZO	Classe di resistenza $R_{bk} = 350$
FERRI DI ARMATURA	Ad aderenza migliorata tipo FeB 44 K Tensione ammissibile 2.600 daN/cm <sup>2</sup> Tensione snervamento 4.400 “ Tensione a rottura 5.500 “ Modulo elastico 2.000.000 “ Allungamento $A_{0/00}$ 12
IMPERMEABILIZZAZIONE	NUOVA in adeguamento Guaina antiacido ad alta resistenza HDPE spessore 2 mm, saldata con pista a doppio binario. Collaudata in opera.
	Già presente sul cemento Tipo: VEREPOS A.S. s. 42.000 Descrizione. Rivestimento epossidico ad alto spessore bi-componente universale ad altissima temperatura Impiego: per immersione continua in miscele di solventi aromatici e che tonici, idrocarburi alifatici (ragia minerale, greggio, benzina, cherosene, olio combustibile, gasolio, soluzioni acide ed alcaline concentrate), acque marine, soluzioni alcaline diluite, saline, acqua demineralizzata e per esposizione esterna. Resistenza alla temperatura di esercizio: esterna secco = 100-200 °C Interna in immersione = variabile sino ad un max di 60 °C
Litotipo	Alternanza di livelli di marne argillose e scaglie prismatiche e di arenaria a cemento silico calcico. Permeabilità $k = 1,9 \times 10^{-6}$ m/sec con grado di permeabilità medio Basso La vasca insiste su un litotipo molto competente dalle ottime caratteristiche geomeccaniche e a bassa permeabilità, flysch della Tolfa

La vasca insiste su un litotipo molto competente dalle ottime caratteristiche geomeccaniche e a bassa permeabilità, flysch della Tolfa alternanza di livelli di marne argillose e livelli di arenaria a cemento silico calcico. Questa risulta sostenere una limitata falda pellicolare che si intercetta nel pozzo spia n° 1 posizionato all'ingresso della discarica. Da saggi eseguiti per le opere strutturali, fondazioni tettoie dei copertura non è stata rilevata la circolazione al disotto della vasca. Ciò

conferma la teoria che le pareti della discarica interferiscono con questa limitata circolazione e riescono a defluirla verso i perimetri esterni. Difatti nel pozzo spia n° 2 il livello idrico è presente a quote decisamente inferiori e prossime ai 15,30 m dal p.c. Il sito quindi insiste su di una barriera geologica a permeabilità  $k = 1,9 \times 10^{-6}$  m/sec con grado di permeabilità medio Basso . Di seguito è riportato uno schema riassuntivo delle tipologie di materiali e terreni di formazione della vasca e del sottofondo.



Sulla base delle indagini condotte e della tecnica di gestione adottata dall'impresa Guerrucci Mario S.a.s., è possibile affermare che:

- il substrato geologico è regolare ed omogeneo con potenza dello strato sondato fino a 20m;
- la struttura delle vasche in cemento armato, risulta inserita in una depressione generata dalla precedente attività estrattiva, a fossa. Pertanto non si rilevano problemi di instabilità e cedimenti;
- la gestione delle vasche è organizzata, in Celle separate, al fine di ottimizzare il conferimento;
- I rifiuti sono conferiti asciutti all'interno di sacchi impermeabili BIG-BAG;
- Le celle sono coperte da tettoia, al fine di ridurre o annullare la produzione di percolato;
- il battente idraulico del percolato, se rilevato, sarà prontamente aggettato e inviato a impianto di trattamento, al fine di annullarlo.

Complessivamente, è possibile affermare che l'insieme vasca-impermeabilizzazione-substrato geologico costituisca la Barriera equivalente capace di portare il grado di sicurezza idraulico così come previsto dal piano della Gestione Rifiuti della Regione Lazio, deliberazione n° 112 del Consiglio Regionale del 10/07/2002, al paragrafo 3.2. Garantendo un elevato potere attenuante nei confronti di un potenziale inquinamento dovuto alla dispersione di percolato.

## **8 Gestione del percolato e delle acque meteoriche**

Nella conduzione di una discarica la gestione del percolato riveste particolare importanza sia in termini di tecniche di gestione adottate per la riduzione della produzione che in termini di smaltimento dello stesso. Le modalità di smaltimento del percolato sono:

- ricircolo sui rifiuti con diminuzione progressiva del carico inquinante e idraulico e controllo del battente idraulico dello stesso;
- trasporto tramite autobotti/autospurghi ad impianti di trattamento per lo smaltimento definitivo.

La società Cuerruci ha scelto una nuova forma di conferimento e gestione delle Celle; ogni rifiuto conferito all'impianto sarà collocato in una determinata Cella Unitaria ubicata all'interno della Vasca 6/7. Le Celle individuate precedentemente per destinazione, geometrie e cubature avranno una tettoia di copertura che limiterà al minimo il contatto con le acque meteoriche. Il conferimento del rifiuto avverrà in contenitori impermeabili BIG-BAG.

Nella gestione la società Guerrucci Mario S.a.s., adotterà tecniche di coltivazione finalizzate alla riduzione della produzione del percolato, con il fine di ottimizzare i costi di gestione operativa e post operativa.

Tale sistema di gestione del conferimento evita il formarsi di un battente idrostatico del percolato che possa insistere sulla barriera impermeabile del fondo della discarica con conseguente diminuzione del rischio di inquinamento.

Nei paragrafi successivi è affrontata analiticamente la gestione del percolato per la vasca a gestione normale **nelle peggiori condizioni, prive della copertura** in fase di gestione operativa.

### **8.1 Bilancio idrologico e produzione del percolato**

Ogni rifiuto conferito all'impianto ha la stessa modalità di conferimento. Questo sarà collocato in una determinata Cella all'interno di contenitori impermeabili da 1 m<sup>3</sup> tipo BIG-BAG. Tale metodologia di conferimento razionale e moderna, permette di controllare il ciclo del rifiuto sin dalla presa in carico. La coltivazione all'interno delle celle sarà per sormonto, del contenitore, l'uno sull'altro al fine di realizzare concii finiti. Ciò è possibile visto le limitate cubature destinate al conferimento, in relazione alla superficie destinata, sviluppando in altezza tre o quattro ordini di BIG-BAG.

**Di seguito si analizza il bilancio idrologico del percolato nelle peggiori condizioni con un metodo di coltivazione classico.**

I principali fattori che governano il percolato sono:

- disponibilità idriche tra cui la piovosità, presenza di falde, acqua contenuta nei rifiuti, ricircolo di percolato, irrigazione della superficie di copertura, ecc..
- caratteristiche della superficie di copertura come il tipo di terreno e di vegetazione, presenza o meno dello strato di copertura, sigillatura dei rifiuti, pendenze e configurazioni topografica.

Caratteristiche dei rifiuti densità, pezzatura, capacità di adsorbire acqua, grado di umidità al momento dello smaltimento.

Modalità di impermeabilizzazione del fondo e delle pareti della discarica.

L'effetto della compattazione dei rifiuti è essenziale per la riduzione del percolato, ma ancora più importante è la conformazione delle pendenze, dello spessore dello strato di copertura.

Il contributo meteorico rappresenta sempre l'apporto in ingresso più cospicuo del bilancio.

In presenza di una discarica coperta con terreno ai fini del calcolo del bilancio idrico le piogge meno intense ma di lunga durata hanno il ruolo di maggior importanza perché a loro differenza le piogge da eventi temporaleschi, brevi ma intense causano la saturazione dello strato superficiale di terreno e provocano intensi fenomeni di ruscellamento.

Quindi per un calcolo adeguato bisogna considerare tutte le precipitazioni, depurandole poi del ruscellamento superficiale.

Altro fattore importantissimo è la particolare realizzazione costruttiva di questa discarica, che è realizzata in vasche in calcestruzzo completamente impermeabili e che costituiscono dei veri e propri “bacini”.

L’analisi del bilancio idrologico sarà condotta in due fasi differenti:

gestione operativa: vasche non coperte;

gestione post operativa: vasche chiuse con la copertura finale.

### 8.1.1 Gestione operativa

La gestione del percolato in fase operativa come descritto in precedenza assume un carattere del tutto particolare in quanto le acque meteoriche sono utilizzate completamente per l’umidificazione della massa dei rifiuti.

Le ipotesi alla base di questa trattazione per la vasca n° 1 divisa nei settori a e b sono:

ruscellamento nullo sia in ingresso che in uscita dalle singole vasche;

perdita di acqua per la sola evaporazione dovuta all’irraggiamento solare;

evapotraspirazione nulla (si considera nulla la presenza di copertura vegetale sui rifiuti abbancati);

rifiuti saturi di acqua al momento della messa a dimora;

strati dei rifiuti fortemente compattati;

ricircolo completo del percolato.

L’equazione di bilancio:

$$W+B+P+S = E+ET+G+PE+V$$

dove:

W = contenuto originario di acqua dei rifiuti;

B = acqua prodotta da processi biochimici;

P = precipitazioni meteoriche;

S = acqua di infiltrazione;

E = evaporazione;

ET = evapotraspirazione;

PE = quantità di percolato;

G = vapore acqueo dei gas;

V = acqua di ruscellamento dall'esterno della discarica

L'espressione applicata al caso specifico, in considerazione alla tipologia di rifiuti e realizzazione delle vasche, si riduce alla seguente:

$$W+P = E+PE$$

I contributi eliminati sono considerati trascurabili per i seguenti motivi:

(B) e (G): la natura del rifiuto è a bassissimo o nullo contenuto di matrice biodegradabile di conseguenza la produzione di acqua dovuta a processi biochimici e di massificazione sono trascurabili;

(S) e (V): la tipologia delle vasche, nonché l'impermeabilizzazione sul fondo e sulle pareti fanno escludere la possibilità di contributi dovuti alle acque di infiltrazione così come sono nulli i contributi dovuti al ruscellamento proveniente dall'esterno della discarica..

ET è trascurato data la mancanza di copertura vegetale della discarica.

Per la determinazione dei vari contributi si è fatto riferimento a dati meteorologici dell'area di Civitavecchia, ove è in funzione una stazione termopluviometrica ed a quelli disponibili presso l'impianto.

Di seguito sono riportati i dati meteorologici in un arco di 25 anni caratteristici dell'area di interesse.

STAZIONE 214 CIVITAVECCHIA

medie mensili periodo 65 - 90

	Tx1d	Tx2d	Tx3d	Tx-m	Tn1d	Tn2d	Tn3d	Tn-m	Tx>S	Tn<I	OT>S	OT<I
gennaio	12,3	12,6	13,4	12,8	6,4	7,0	7,8	7,1	0,0	0,6	0,0	0,1
febbraio	13,4	12,7	13,3	13,1	7,9	7,0	7,5	7,4	0,0	0,2	0,0	0,0
marzo	13,8	14,4	15,5	14,6	7,6	8,3	9,6	8,5	0,0	0,3	0,0	0,0
aprile	16,1	16,5	17,4	16,7	10,5	10,1	11,4	10,6	0,0	0,0	0,0	0,0
maggio	18,9	20,5	21,4	20,3	12,9	14,5	15,4	14,3	1,2	0,0	0,1	0,0
giugno	22,5	23,5	24,8	23,6	16,6	17,5	18,4	17,5	8,4	0,0	1,1	0,0
luglio	26,0	26,4	27,2	26,5	19,9	20,3	20,7	20,3	25,5	0,0	6,5	0,0
agosto	27,5	27,4	26,2	27,0	21,1	20,8	19,8	20,5	27,5	0,0	8,1	0,0
settembre	25,5	24,8	24,0	24,9	19,1	18,6	17,4	18,5	15,2	0,0	2,5	0,0
ottobre	22,8	21,6	19,9	21,4	16,7	15,5	13,5	15,2	1,7	0,0	0,1	0,0
novembre	18,6	17,0	15,4	17,0	12,8	11,2	9,3	11,1	0,0	0,0	0,0	0,0
dicembre	14,2	14,0	13,4	13,9	8,5	8,1	7,7	8,1	0,0	0,2	0,0	0,0
	UR%	Rtot	R>R1	R>R2	Rmin	Q1	Q2	Q3	Q4	Rmax	P(mbar)	
gennaio	72	94,1	8,6	3,1	0,7	17,0	73,6	118,4	146,3	188,1	1022,3	
febbraio	72	70,7	7,7	2,8	3,4	30,2	48,3	85,4	107,7	148,6	1014,2	
marzo	72	50,1	7,2	1,5	5,3	13,6	38,5	49,0	77,1	126,2	1012,2	
aprile	74	53,1	6,4	1,8	9,8	21,5	28,7	44,8	85,3	179,2	1014,6	
maggio	74	41,8	3,8	1,1	0,0	11,0	20,8	39,4	77,4	101,5	1010,5	
giugno	74	18,9	2,6	0,5	0,8	2,3	12,2	19,6	31,6	63,0	1011,7	
luglio	72	9,1	1,2	0,3	0,0	0,1	0,2	5,0	18,6	60,6	1009,3	
agosto	73	25,8	2,4	1,0	0,0	0,3	11,9	20,8	45,1	82,8	1008,9	
settembre	72	55,8	3,6	1,7	0,0	4,8	17,1	63,3	93,2	213,5	1010,0	
ottobre	74	83,0	6,2	2,7	1,0	28,5	52,8	89,3	132,6	186,5	1010,5	
novembre	73	89,0	8,4	3,0	6,2	24,9	55,1	86,9	144,3	251,4	1012,2	
dicembre	72	71,4	7,7	2,4	4,0	37,8	60,3	79,6	102,2	136,6	1013,6	

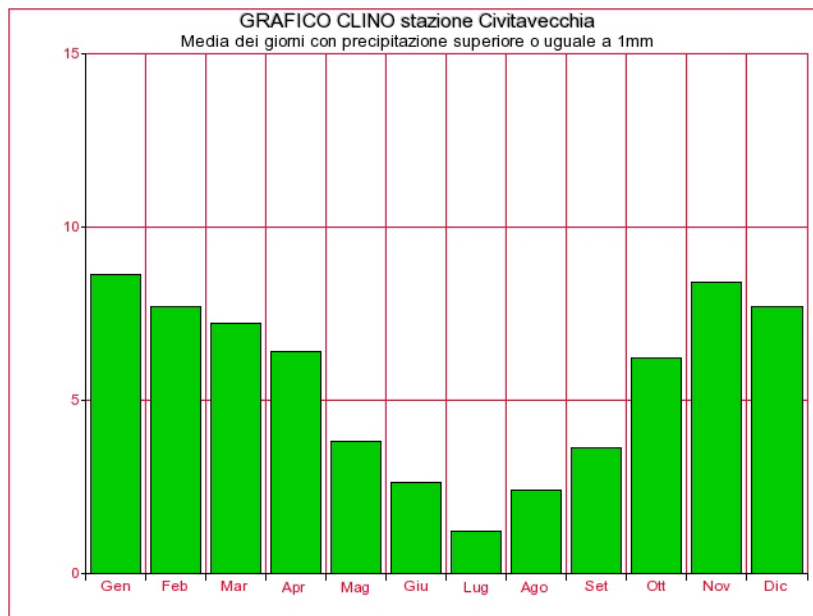
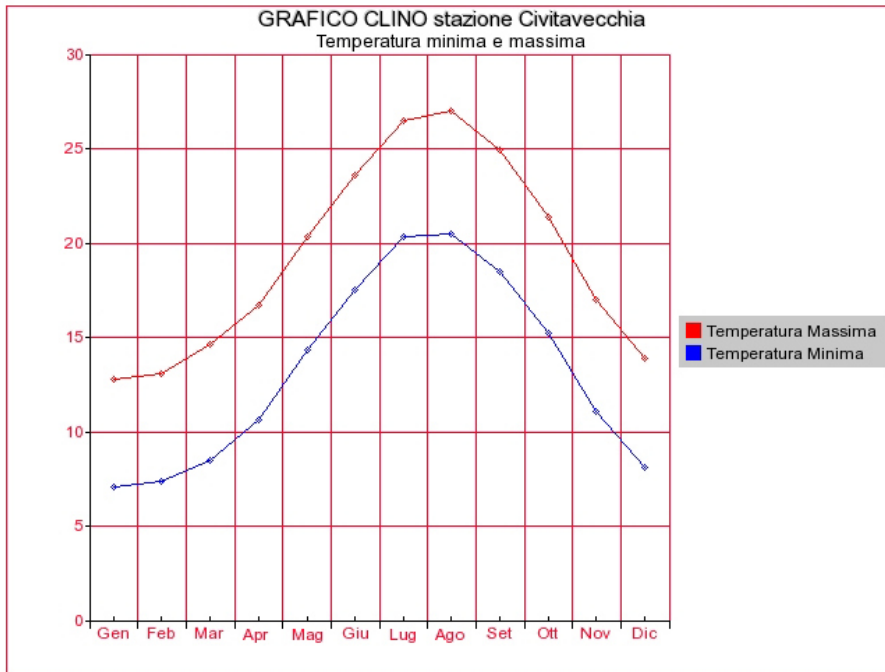
## LEGENDA

- mm = mese
  - Tx1d = media della temperatura massima della prima decade....(gradi °C)
  - Tx2d = media della temperatura massima della seconda decade..( " )
  - Tx3d = media della temperatura massima della terza decade....( " )
  - Tx-m = media della temperatura massima dell'intero mese.....( " )
  - Tn1d = media della temperatura minima della prima decade.....( " )
  - Tn2d = media della temperatura minima della seconda decade...( " )
  - Tn3d = media della temperatura minima della terza decade.....( " )
  - Tn-m = media della temperatura minima dell'intero mese.....( " )
  - Tx>S = numero medio di giorni al mese con temperatura massima superiore o uguale a S °C.....(conteggio)
  - Tn<I = numero medio di giorni al mese con temperatura minima inferiore o uguale a I °C.....(conteggio)
  - OT>S = numero medio di ore al giorno con temperatura superiore o uguale a S °C.....(in ore)
  - OT<I = numero medio di ore al giorno con temperatura inferiore o uguale a I °C.....(in ore)
- Il valore di S e' pari a 25 °C e quello di I e' pari a 0 °C.  
Eventuali valori diversi sono segnalati in calce alle tabelle.
- mm = mese
  - Ur% = media dell'umidità' relativa.....(percentuale)
  - Rtot = media della quantità di precipitazione cumulata mensile.....(mm)
  - R>R1 = numero medio di giorni al mese con precipitazione superiore o uguale a 1 mm.....(conteggio)
  - R>R2 = numero medio di giorni al mese con precipitazione superiore o uguale a 10 mm.....(conteggio)
  - Rmin = minimo della precipitazione cumulata mensile.....(mm)
  - Q1 = primo quintile della precipitazione cumulata mensile.....(mm)
  - Q2 = secondo quintile della precipitazione cumulata mensile.....(mm)
  - Q3 = terzo quintile della precipitazione cumulata mensile.....(mm)
  - Q4 = quarto quintile della precipitazione cumulata mensile.....(mm)
  - Rmax = massimo della precipitazione cumulata mensile.....(mm)
  - Sol = media della durata giornaliera del soleggiamento.....(ore)
  - Rdz = media della radiazione globale .....(in decimi di MJ/mq)

I dati di soleggiamento e della radiazione sono relativi alle stazioni della rete piranometrica.

Si precisa che i valori Q1, Q2, Q3 e Q4 indicano i valori di precipitazione cumulata mensile che non viene superata, rispettivamente, nel 20%, 40%, 60% e 80% dei casi.

Di seguito sono riportati due grafici indicativi dell'andamento annuale delle temperature e delle piogge.



Si riportano di seguito i significati dei grafici sopra evidenziati.

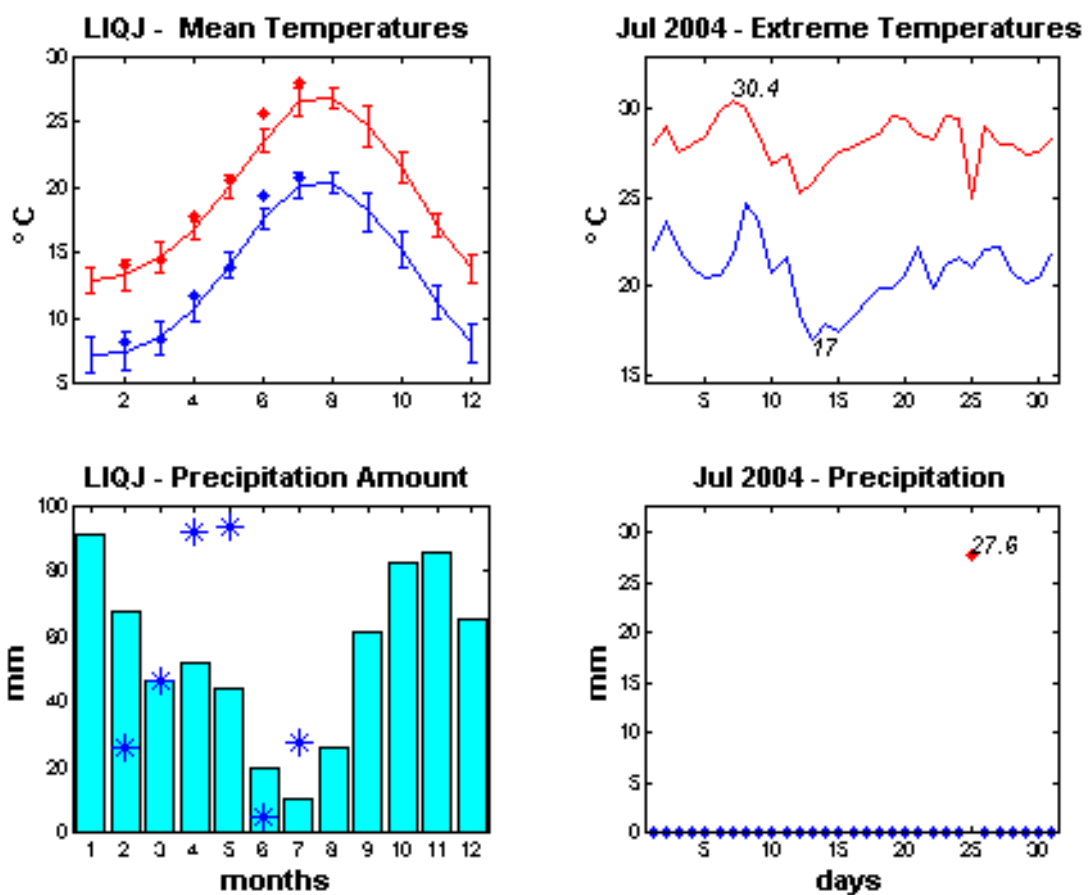


Grafico su base mensile per la stazione di Civitavecchia

*GRAFICO "MEAN TEMPERATURES".*

La linea continua in **rosso/blu** rappresenta l'andamento delle **temperature massime/minime** (medie mensili) in °C calcolate su un campione statistico di 30 anni di osservazione. Il periodo di riferimento è 1961-1990, stabilito per convenzione dall'Organizzazione Mondiale per la Meteorologia (WMO). Per ogni mese è riportata la deviazione standard del parametro.

Prima del titolo viene riportato l'indicativo ICAO della stazione meteorologica.

*GRAFICO "EXTREME TEMPERATURES".*

La linea continua in rosso/blu rappresenta le temperature estreme massime/minime registrate durante il mese. Viene inoltre riportato il valore in ° C della più alta e della più bassa temperatura registrata.

*GRAFICO "PRECIPITATION AMOUNT".*

L'istogramma in azzurro rappresenta in millimetri la media delle precipitazioni mensili cumulate per il periodo di riferimento standard W.M.O. 1961-1990. Il simbolo \* indica le precipitazioni cumulate durante i mesi dell'anno in corso.

*GRAFICO "PRECIPITATION"*

Il simbolo \* rappresenta in millimetri la quantità di precipitazione giornaliera registrata dallo strumento. Il simbolo \* rappresenta i giorni con assenza di precipitazioni. Il simbolo \* indica la non disponibilità del dato. Viene inoltre riportato il valore in ° C della più alta e della più bassa temperatura registrata.

*VENTI*

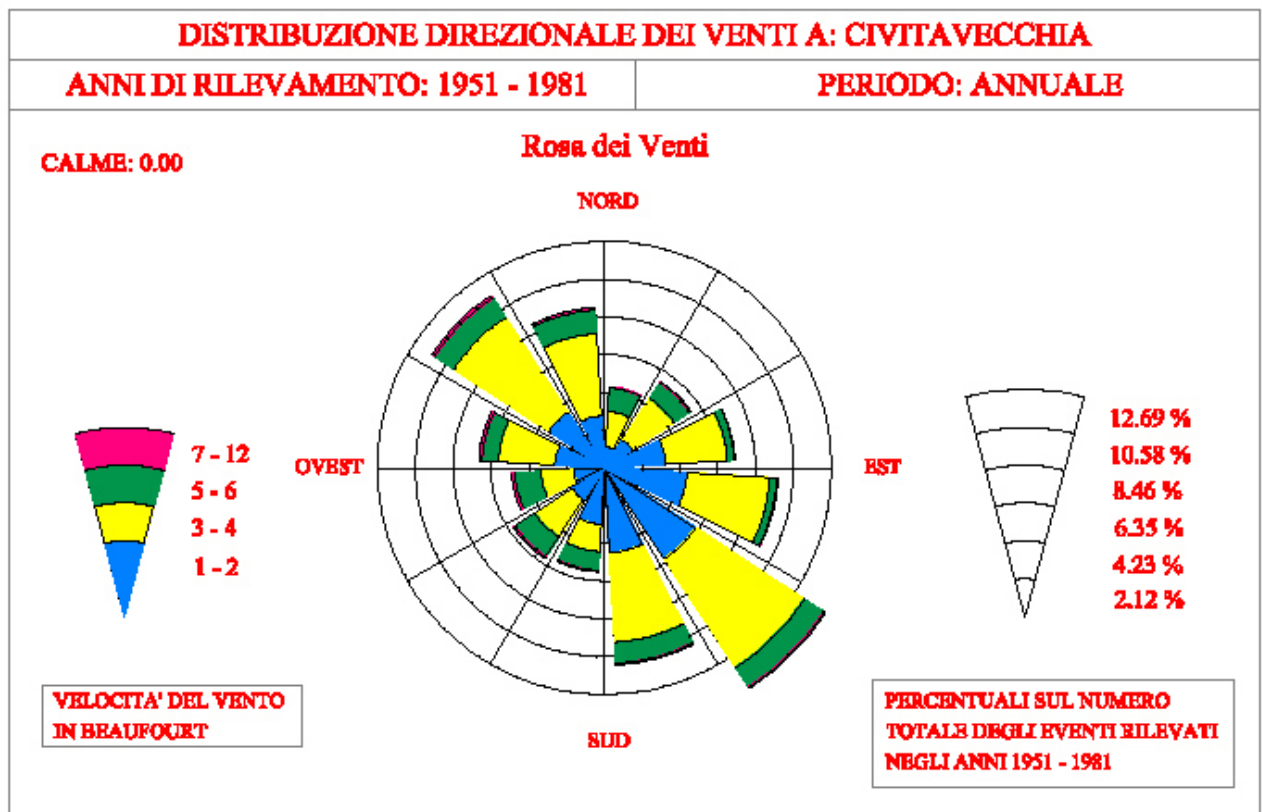
Da un punto di vista generale il bacino tirrenico è dominato da un regime climatico di tipo marittimo sede, in inverno, di un nucleo di bassa pressione, mentre in estate è interessato da alte pressioni indotte dall'anticiclone delle Azzorre.

Peraltro localmente lo stato del tempo climatico, e così il vento che accompagna l'afflusso di masse d'aria, sono sensibilmente influenzati dalle caratteristiche orografiche e dalle discontinuità termiche tra suolo e mare.

Per quanto riguarda le informazioni anemologiche relative a stazioni meteorologiche, più significative per il sito in esame, si dispone dei dati rilevati nella stazione meteorologica di Capo Linaro gestita dall'Aeronautica Militare.

I dati anemometrici raccolti hanno fornito le seguenti indicazioni sul regime anemologico:

- frequenze molto basse (1,3%) delle osservazioni in cui la velocità sia risultata superiore a 33 nodi (50 km/h) quindi limitato accadimento di stati di vento estremi (superiori al 7° grado della forza Beaufort).
- prevalenza dei venti con intensità compresa tra 7 e 16 nodi (35,6%).
- i venti prevalenti sono quelli provenienti da scirocco (SE) (oltre il 20,0% degli stati di vento provengono dal settore di 115-165 ° Nord) e maestrale (NW) (circa il 16% degli stati di vento provengono dal settore 285-345 ° Nord)
- in particolare considerando il settore geografico di generazione del moto ondoso (compreso tra 110 e 310 ° Nord) i venti prevalenti sono quelli provenienti da scirocco (SE), mezzogiorno (S) e ponente (W)



In letteratura non si trovano facilmente trattazioni dell'evaporazione da terreni senza vegetazione e soprattutto da abbancamenti di rifiuti costituiti nella maggior parte da ceneri e polveri provenienti da centrali termoelettriche.

Per terreni saturi di acqua, quali quelli dopo la pioggia si propone di impiegare i valori di evaporazione calcolati per bacini idrici poco profondi.

Per un calcolo più accurato si è utilizzata l'equazione di Turc per terreni senza copertura vegetale: