Fondo europeo di sviluppo regionale

UNIONE EUROPEA | REGIONE BASILICATA

Investiamo sul nostro futuro

fesr Basilicata 2007|2013

REGIONE BASILICATA

DIPARTIMENTO INFRASTRUTTURE OO. PP. E MOBILITA'
UFFICIO DIFESA DEL SUOLO DI POTENZA

COMUNE DI MELFI

OPCM n. 3984 del 25/11/2011 - Ordinanza n. 5 del 16/02/2012 - Piano interventi per il superamento dell'emergenza - 1° stralcio
RIPRISTINO OFFICIOSITA' E INTERVENTI SU ARGINI FIUME OFANTO

PROGETTO ESECUTIVO

importo complessivo €. 700.000,00

CUP G65D11000140002

Intervento di: Sistemazione idrogeologica

intervento: Gruppo 2-06 Ofanto

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

Ing. Pasquale ALBERTI

Ing. Angelo LA NOTTE

Geom. Laviero LAURINO

Geom. Vincenzo CAVALLO

Geol. Gerardo COLANGELO

COORDINATORE SICUREZZA:

Ing. Pasquale ALBERTI

L'IMPRESA ESECUTRICE:

-

DIREZIONE LAVORI:

DIRETTORE OPERATIVO:

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

ing. Gerardo Calvello

REGIONE BASILICATA - DIPARTIMENTO INFRASTRUTTURE OPERE PUBBLICHE E MOBILITA' - UFFICIO DIFESA DEL SUOLO - POTENZA -

Tav.N 02

ELABORATO: RELAZIONE IDRAULICA

Prot.:	Data:	Scala:	File:MELFI	Aggiornamenti:
185527	13 NOV. 2013	-		

RLAZIONE IDRAULICA

La presente Relazione Idraulica accompagna, per farne parte integrante, il progetto Esecutivo di "Ripristino della Officiosità Idraulica e Interventi sugli argini" del Fiume Ofanto, nelle aree a monte del ponte sulla SS 655 Bradanica al km 39.

Le altre Relazioni che accompagnano il progetto illustrano le problematiche e le criticità per cui è necessario intervenire in tale area.

L'area oggetto di studio e degli interventi è situata a monte del già più volte citato ponte al km 39 della SS 655 Bradanica,

la situazione dell'alveo del fiume Ofanto, nelle sezioni d'interesse del progetto esecutivo, è caratterizzata da depositi di trasporto solido con formazione di isolotti vegetati.

Oltre ai depositi di trasporto solido, l'inestricabile vegetazione sviluppatasi negli anni, rappresenta la maggiore causa di ostruzione e di impedimento al corretto deflusso delle portate fluviali.

In prossimità delle sponde hanno trovato insediamento alcune attività produttive quali: Gecar S.r.l., Cal . Sooc. Coop., Sigma Energy S.r.l., Tekno Sigma S.r.l., che hanno più volte subito inondazioni e rilevanti danni, ed hanno segnalato agli Uffici Regionali i pericoli a cui esse sono esposte, la estrema vulnerabilità dei siti ed hanno formulato più volte la conseguente richiesta di interventi urgenti.

Inoltre, la presenza di un importante ponte sulla SS 655 Bradanica, anch'esso esposto a tracimazione, impone particolare attenzione sull'area descritta.

Il presente progetto esecutivo di "Ripristino della Officiosità Idraulica e Interventi sugli argini" del Fiume Ofanto, offre la possibilità di risolvere i problemi idraulici sopra descritti, di mitigare il rischio idraulico sino ad una riduzione sufficiente a conferire sicurezza agli insediamenti ed alle infrastrutture presenti nell'area di intervento.

Il presente elaborato tende a studiare l'idraulica del fiume Ofanto in tali sezioni, giungere a calcolare le portate con tempo di ritorno T = 30 anni, T = 100 anni, T = 500 anni e dimensionare le opere da eseguirsi.

E' stata effettuata una perimetrazione del bacino sulla base delle carte I.G.M. in scala 1:100.000 S.Angelo dei Lombardi, Cerignola, Melfi.

Le sezioni di intervento sottendono una estensione del bacino pari a circa 1.340 Kmq, la lunghezza del corso d'acqua dalle sorgenti alle aree di intervento è di circa 80 km, la piovosità è stata valutata dalla consultazione dei tabulati della stazione idrometrica di Melfi pubblicati dall'Istituto Idrografico delle Stato con osservazioni registrate dal 1932 al 1996.

3 CARATTERRISTICHE DEL BACINO IDROGRAFICO

Il bacino idrografico del fiume Ofanto si estende per oltre 2.700 Km², interessa tre regioni: Campania, Basilicata e Puglia; quattro provincie Avellino, Potenza, Foggia e Bari.

Il fiume Ofanto, presenta una lunghezza pari a 170 km, così come si evince dalla delibera di Giunta della Regione Puglia n° 6151, del 26/10/1990 istitutiva del bacino interregionale del fiume Ofanto dove sono anche approvati gli schemi previsionali e programmatici.

Il fiume in esame nasce presso Nusco in Irpinia e dopo 165 Km si versa nell'Adriatico a Nord di Barletta.

Come tutti i corsi d'acqua che attraversano il Tavoliere delle Puglie l'Ofanto ha un andamento subparallelo con direzione da Sud-Ovest a Nord-Est ed presentano un tracciato irregolare: in particolare, nella media e nella bassa esso valle l'Ofanto, assume, per alcuni tratti, un andamento a meandri.

Dal punto di vista geografico il bacino dell'Ofanto si sviluppa in massima parte nel complesso e tormentato ambiente geologico, morfologico e morfostrutturale dell'Appennino lucano, in quanto la valle dell'Ofanto segna grosso modo il confine tra le due unità morfologico - strutturali dell'altopiano della Murgia e del bassopiano del Tavoliere di Foggia.

La lunghezza dell'asta principale è di circa 170 Km, l'altezza di pioggia media annua è di circa 720 mm; la temperatura media annua è di poco superiore a 14 °C.

I corsi d'acqua del fiume Ofanto si sviluppano in un ambiente geologico e morfostrutturale chiaramente appenninico.

Il fiume Ofanto dopo un lungo e tortuoso peregrinare, tra le province di Avellino, Potenza, Foggia e Bari, dopo aver raccolto le acque da un bacino di circa 2.800 Km² e attraversato il territorio di tre regioni, sfocia in Puglia, in prossimità del golfo di Manfredonia tra i centri di Barletta e di Margherita di Savoia. Il suo ampio bacino interessa una popolazione di circa 400.000 abitanti.

Il fiume Ofanto ha un bacino che interessa il territorio di tre regioni, Campania, Basilicata e Puglia ed ha forma pressocché trepezoidale, superficie di 2790 Kmq.

L'area del bacino in esame si colloca nella porzione settentrionale del territorio pugliese, in cui rientrano i bacini idrografici dei corsi d'acqua aventi lo sbocco nel mare Adriatico.

Mentre nel resto del territorio pugliese il reticolo idrografico superficiale è scarsamente sviluppato, a causa della natura fondamentalmente calcarea dei terreni, nella zona in cui scorre

l'Ofanto ossia quella pedegarganica e del Tavoliere, a causa della minore permeabilità, si sono formati diversi corsi d'acqua, che sono caratterizzati da regime torrentizio.

Essi hanno origine nella parte nord-occidentale della regione ai confini con il Molise, la Campania e la Basilicata, e sviluppano il loro corso prevalentemente nel Tavoliere.

La prevalente appartenenza dei bacini suddetti all'unica area idrogeologica del Tavoliere non impedisce tuttavia una netta differenziazione delle loro configurazioni idrografiche: mentre il bacino dell'Ofanto si sviluppa in massima parte nel complesso e tormentato ambiente geologico e morfologico dell'Appennino lucano degli altri bacini solo le parti più montane, e per brevi tratti, sono incise nelle unità del bordo orientale esterno alla catena appenninica.

La valle dell'Ofanto segna grosso modo il confine tra le due unità morfologico strutturali dell'altopiano della Murgia e del bassopiano del Tavoliere di Foggia.

Il bacino idrografico del fiume Ofanto risulta poco esteso, ma molto ampio e si sviluppa all'interno di tre Regioni, la Campania che ospita la sorgente con una superficie complessiva pari al 20 % del territorio, segue la Regione Basilicata con il maggiore sviluppo del bacino pari al 45 % ed infine la Regione Puglia che ospita la foce con circa il 35 % del territorio.

L'area del bacino idrografico del fiume Ofanto che raccoglie le acque di precipitazione meteorica topograficamente compresa nei fogli 186 S. Angelo dei lombardi, dove è presente la sorgente, 174 Ariano Irpino, 175 Cerignola, 187 Melfi, 188 Gravina in Puglia, 176 Barletta, e 165 Trinitapoli, dove è presente la foce, della Carta Topografica d'Italia, in scala 1:100.000.

Il fiume Ofanto, è ricordato da poeti latini, quali Livio, Orazio e Virgilio, con l'antico nome di Aufidus flumen; è ricordato da poeti medioevali, con vari nomi tra i quali ricorrono i termini di Offidi, Aufidi, Aufentum ed infine con il termine più noto, Ofanto.

Il fiume Ofanto, nasce dalle falde delle colline di Nusco, nei pressi di Torella dei Lombardi, in Campania, dirigendosi verso nord - est lungo il margine settentrionale dell'altipiano delle Murge pugliesi.

Il bacino del fiume Ofanto non presenta una sola sorgente con elevata portata ma bensì è alimentato da un nutrito gruppo con portate superiore a 1,0 l/s e da un gruppo considerevole di altre, con portate minori sparse all'interno del bacino idrogeologico. La sorgente di riferimento, come gia prima accennato, da cui nasce il fiume Ofanto è posta in prossimità dell'abitato di Torella dei Lombardi, in località "Fontana che bolle", (Coordinate 40°55'12" lat. Nord, 2°41'32" long. E, quota s.l.m.: 650 m) in destra della S.S.7 al Km.349.1. Le altre principali sorgenti che alimentano il corso d'acqua sono l'Incoronata (Coordinate: 40° 55' 12" lat. N 02° 41' 32" long.E, quota s.l.m.: 700 m), ubicata Km 360,2 della S. S. per S. Angelo dei Lombardi e Lago Saetta (Coordinate: 40° 49' 38" lat.N, 02° 54'30" long. E, quota s.l.m.820m.) ubicata al Km 398,0 della S.S. 7.

Tra gli affluenti degni di qualche rilievo si possono citare per il versante sinistro il Torrente Isca, il Torrente Sarda, il Torrente Orata, il Torrente Osento, che scorrono nella Campania; la Marana di Capaciotti che scorre in territorio pugliese e per il versante destro il Torrente Guana, il Torrente Ficocchia, la Fiumara di Atella, la Fiumara di Venosa, il Torrente Olivento (Rendina) che scorrono nel territorio della Regione Basilicata e il Torrente Locone che scorre nel territorio della Puglia.

Gli affluenti, pur essendo di scarsa consistenza, come portata, rivestono comunque un ruolo determinante, essi infatti assicurano il mantenimento di un delicato equilibrio idrografico e idrogeologico all'interno del fiume, attraverso il costante apporto solido e liquido, in grado di assicurare per l'intero anno la presenza di acqua nell'alveo, grazie al loro assetto stagionale con carattere torrentizio, cosa molto importante per la vita del fiume.

Lo spartiacque che delimita il bacino idrografico del fiume Ofanto è delimitato a nord - ovest, lungo la dorsale dei Monti Carpinelli a quota 505 metri, sale poi per il Monte Forcuso a quota 899 m, piega ad ovest, prosegue verso sud e tocca il Monte Prusco posto a quota 1.453 m, successivamente passa in corrispondenza del Monte Caruso a 1.236 m e della Sierra Carriera a 1.041, presso i centri di Nusco e Avigliano; verso sud-est il bacino prosegue con la Murgia di Lamacupa a quota 595 m in prossimità di Minervino Murge e del monte Grosso a quota 403 m, scende verso Canosa di Puglia, infine il bacino tende a chiudersi nel mare Adriatico in prossimità di Barletta, dove sfocia.

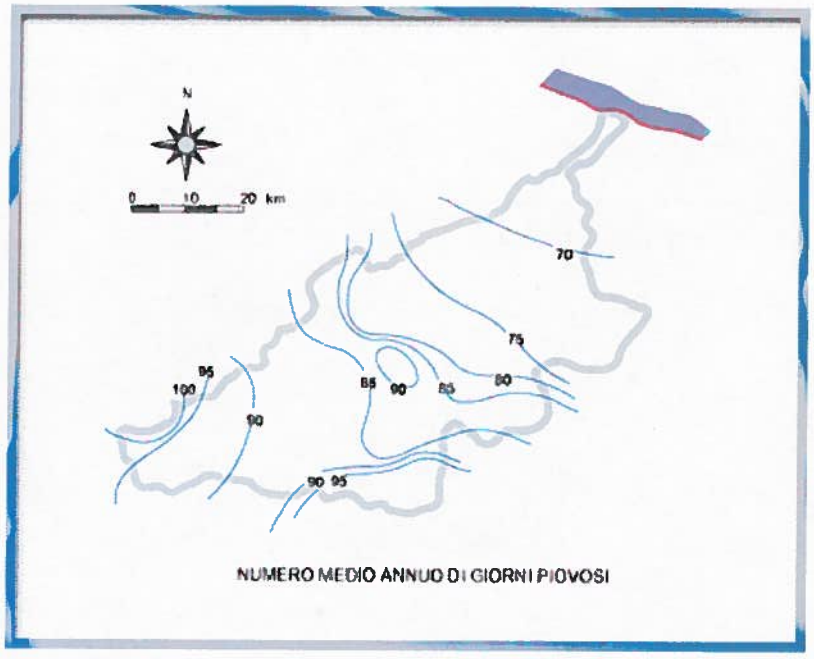
4 CARATTERISTICHE IDROLOGICHE DEL BACINO

Le precipitazioni medie annue ricadenti all'interno di tutto il bacino risultano di notevole entità se confrontate alle medie ricadenti in tutta la Regione Puglia.

Infatti, all'interno del bacino è stata registrata una piovosità media di 782,8 mm considerando una serie pluviometrica che si riferisce ad un periodo compreso tra il 1921 ed il 1973 con un massimo di 1.102 mm (anno 1929) ed un minimo di 523 mm (anno 1932).

Notevole interesse risulta poi il confronto tra le precipitazioni ricadenti nell'intero bacino idrografico della Puglia e con le precipitazioni ricadenti nella zona della Capitanata, posta a nord del bacino del fiume Ofanto, le quali evidenziano come le precipitazioni dell'alto e medio bacino risultano essere, mediamente, doppie di quelle esistenti su tutto il territorio pugliese.

In generale si può concludere che l'andamento idrografico è caratterizzato in prevalenza dall'affioramento di rocce impermeabili sottoposto, per le abbondanti piogge, ad una marcata azione di dilavamento superficiale e che il suo reticolo idrografico è ancora poco sviluppato e quindi, a condizione che il futuro clima non si evolva in senso arido, esso è soggetto ad ampliarsi.



BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME OFANTO

ampiezza del bacino = 2.764 Km²

lunghezza del fiume = 170 Km

quota sorgente s.l.m. = 715 m

tipo di foce = originariamente a delta, in rapido arretramento verso un estuario

pendenza media del fiume = 0,533 %

Regioni interessate = CAMPANIA, BASILICATA, PUGLIA

Province interessate = AVELLINO, BARI, FOGGIA, POTENZA

Comune ove è ubicata la sorgente : TORELLA DEI LOMBARDI (AVELLINO)

Centro abitato più vicino alla foce : BARLETTA (BA)

affluenti più importanti :

in destra = Torrente FICOCCHIA, Fiumara di ATELLA, Torrente OLIVENTO, Torrente LOCONE

in sinistra = Torrente ISCA, Torrente SARDA, Torrente ORATA, Torrente OSENTO, Marana CAPACIOTTI.

4.CARATTERI GEOLITOLOGICI DEL BACINO

Il bacino dell'Ofanto presenta una forma grossolanamente definita di tipo fusoide ed uno sviluppo maggiore sul versante destro del suo bacino, in territorio campano, a causa di una maggiore erodibilità del territorio attraversato, costituito in gran prevalenza da depositi sedimentari sciolti, in corrispondenza della parte protesa verso sud.

Dal punto di vista morfologico-orografico nell'area considerata si riconoscono differenti configurazioni. Infatti alle configurazioni morfologiche blande o addirittura subpianeggianti si accompagnano i rilievi collinari della fascia pedeappenninica e della Murgia e quelli più spiccatamente montuosi del Gargano
e del settore orientale dell'Appennino propriamente detto.

I litotipi appartenenti alle unità formazionali costituenti l'impalcatura della Catena Sudappenninica occupano in affioramento la gran parte al bacino imbrifero del F. Ofanto, compreso fra l'abitato di Candela a sud e la testata del corso d'acqua a nord, in prossimità dell'abitato di Nusco dove, tramite una dorsale morfologica sviluppata in direzione antiappenninica, lo stesso bacino del F. Ofanto resta disgiunto da quello del F.Calore.

Una propaggine di tale settore di Catena si allunga poi in direzione NO-SE, in corrispodenza con il Subappennino Dauno. Da un punto di vista esclusivamente litologico, la media valle del F. Ofanto, compresa fra l'abitato di Candela e la stazione ferroviaria di Aquilonia è caratterizzata dalla presenza in affioramento di terreni appartenenti in prevalenza all'Unità delle Argille Varicolori. Più precisamente tali terreni affiorano estesamente in un'area limitata a nord dalla faglia di importanza regionale che si sviluppa lungo il T. Calaggio, a sud dalla congiungente l'abitato di Morra De Santis con il M. Cervaro, a NO dalla congiungente T. Calaggio-S. Angelo de' Lombardi e, infine, a SE dal medio e basso versante destro del F. Ofanto. I litotipi più diffusi sono rappresentati da argille argille marnose policrome con intercalazioni di calcari marnosi, calcareniti, brecciole calcaree ed arenarie fortemente ricristallizzate.

Al di sopra dell'Unità delle Argille Varicolori, sempre nel settore in parola, si rinvengono lembi più o meno estesi e disarticolati di altre formazioni a carattere tipicamente flyscioide (prevalentemente Flysch Numidico) o di depositi marini pliocenici. La rimanente porzione valliva del F. Ofanto e buona parte della valle della Fiumara di Atella, suo affluente di destra, sono caratterizzate dalla presenza in affioramento di terreni clastici del ciclo Pliocene inferiore-medio, ripiegatia sinclinale, costituiti da sabbie, argille e conglomerati, poggianti su un substrato di rocce flyscioidi appartenenti a varie unità tettoniche.

La continuità in affioramento dei terreni flyscioidi della Catena Sudappenninica è poi interrotta dall'apparato vulcanico del M. Vulture i cui prodotti sono per la gran parte di tipo piroclastico.

La struttura a falde di ricoprimento della Catena Sudappenninica prosegue poi, a nord della Valle del F. Ofanto, in direzione NO-SE, portandosi così al margine nord-occidentale dell'area studiata.

In affioramento continuano ad essere presenti terreni flyscioidi ascrivibili o all'Unità delle Argille Varicolori o a formazioni altomioceniche, quali il Flysch di Faeto, costituito da un'alternanza di calcari, calcari marnosi, marne argillose e argille subordinate.

La storia geologica, del bacino idrografico del fiume Ofanto, incomincia durante il Cretaceo, cioè circa 135 milioni di anni fa, quando la penisola italiana non era ancora accennata neanche nelle sue linee essenziali.

In questo periodo geologico incominciò a formarsi alle nostre latitudini un grande bacino marino, rimasuglio dell'antica Tetide, cioè del grande bacino derivato dalla separazione dei due grandi continenti Pangea e Gondwana.

Nel grande bacino marino che si andava a formare molto lentamente, si accumularono delle potenti stratificazioni di sedimenti con una notevole abbondanze di particelle costituite da carbonato di calcio, che si andarono a depositare in corrispondenza della piattaforma continentale e lungo i margini di quelle che all'inizio della nostra storia erano le scogliere delle terre emerse, affacciate sul grande bacino marino in via di formazione.

E' durante l'ultimo periodo geologico dell'era terziaria (Pliocene), che l'iniziale grande bacino sedimentario risulta ormai colmo e quello che un tempo era una grande area di deposizione marina, in questo periodo, si trova ad essere una grande zona riempita di sedimenti accumulati spesso in maniera caotica.

Il mare e la linea di costa hanno ormai raggiunto una configurazione prossima a quella attuale.

Sempre nello stesso periodo e nella stessa zona, si forma un'ampia area depressa creata dai continui sollevamenti e abbassamenti delle masse crostali che continuano, nel frattempo sempre a muoversi.

La depressione risultò molto estesa, ed i suoi limiti all'incirca risultavano compresi tra l'area dell'attuale litorale di Termoli ed il golfo di Taranto. All'interno della depressione, si sollevarono dal basamento, incuneandosi nella dorsale appenninica, gli antichi sedimenti carbonatici del periodo Cretaceo .

Questi sedimenti carbonatici costituirono i rilievi calcarei del Gargano e l'altopiano delle Murge, e con essi si generò anche tutto l'apparato di faglie all'interno del blocco carbonatico in lento movimento.

Le strutture orogenetiche createsi sono osservabili ancora oggi.

5.UNITA' IDROGEOLOGICHE E PERMEABILITA' DEL BACINO

La distribuzione delle litofacies descritte, unitamente ai caratteri strutturali primari e secondari dei terreni affioranti, permette di assegnare agli stessi differenziati caratteri di permeabilità in funzione della classe di appartenenza loro assegnata.

Nell'ambito del bacino in esame quindi si riconoscono:

- depositi superficiali incoerenti a granulometria da media a fine, con permeabilità primaria da media a bassa: a questa classe appartengono i depositi delle piane alluvionali recenti, affioranti estesamente in corrispondenza delle piane costiere comprese tra gli abitati di Barletta e Manfredonia, nonchè i depositi recenti ed attuali presenti lungo i fondovalle dei principali corsi d'acqua (F. Ofanto, T.Carapelle, T. Cervaro, T. Candelaro, Fiumara di Atella, Fiumara di Venosa, Fiumara dell'Arcidiaconata, ecc.);

- depositi superficiali incoerenti a granulometria da grossolana a media, con permeabilità primaria da elevata a media: in tale gruppo sono compresi tutti i depositi terrazzati dei principali corsi d'acqua che solcano il Tavoliere, i depositi marini terrazzati, nonchè le più consistenti fasce detritiche presenti lungo il bordo settentrionale della Murgia e lungo il bordo meridionale, occidentale e settentrionale del Gargano.

Nell'assieme i depositi appartenenti a questo gruppo caratterizzano una ampia fascia territoriale, orientata in direzione NO-SE, definita dalla Catena Sudappenninica a SO, dal Gargano a NE e dalla Murgia a SE;

-rocce a permeabilità primaria da media ad elevata, permeabilità secondaria elevata per fratturazione e soluzione: rientrano in tale gruppo tutti i depositi calcarenitico-sabbiosi sia miocenici (Calcareniti di Apricena) che plio-pleistocenici (Calcareniti di Gravina, Calcareniti di M. Castiglione, Tufi delle Murge, Sabbie di M. Marano), affioranti in lembi di estensione variabile sia lungo i bordi garganici che murgiani; vi appartengono inoltre le facies conglomeratiche plioceniche (Conglomerati di Ruvo del Monte, Conglomerati di Bisaccia) affioranti più estesamente in sinistra idraulica della fiumara di Atella, nonchè i conglomerati pleistocenici (Conglomerato di Irsina) affioranti diffusamente sui versanti della Fiumara di Venosa. Infine, rientrano nel gruppo in parola i depositi piroclastici del M. Vulture. Per quel che riguarda i prodotti del M. Vulture, non è stato possibile, per esigenze grafiche evidenziare i corpi lavici del vulcano che in tal modo risultano compresi nell'area di affioramento delle piroclastiti;

-rocce a permeabilità primaria nulla o bassa, permeabilità secondaria da bassa a media per fratturazione, quando prevale la componente lapidea: vi appartengono tutti gli affioramenti ascrivibili a formazioni flyscioidi mioceniche quali Flysch della Daunia, Formazione di Stigliano,

Formazione di Serra Palazzo, ecc. In affioramento, tali rocce sono distribuite, sia pure in maniera discontinua, lungo un asse a direzione appenninica (NO-SE) che dai monti della Daunia si porta a sud dell'apparato vulcanico del M. Vulture, in corrispondenza del bordo esterno della Catena Sudappenninica;

-rocce a permeabilità primaria nulla o bassa: si estendono in affioramento su una vasta area posta nel settore sudoccidentale della zona di studio e, in parte, al margine settentrionale. Trattasi di limi argillosi a carattere lacustre o palustre (Laghi di Lesina e Varano) e limnovulcanico (paleolaghi di Lioni, Venosa e Atella) o anche di argille e argillemarnose di età plio-pleistocenica (Argille Subappenniniche) o oligo-miocenica (Unità delle Argille Varicolori).

6.CARATTERI IDROGEOLOGICI DEL BACINO

I terreni costituenti il bacino in esame sono divenuti nel corso degli anni i fortemente instabili, con forti eterogeneità tra i singoli strati, sono emersi, dai fondali marini, raggiungendo anche quote di rilevante entità, andando a formare in tal modo la dorsale appenninica così come la vediamo oggi.

La costituzione geologica di tali masse, composte prevalentemente da argille e argille scagliose con l'inclusione di grandi blocchi di natura calcarea alternati a strati di sabbie e livelli di arenarie, conferisce ai sedimenti una estrema caoticità e vulnerabilità, predisponendo il territorio ad una fragilità geologica molto spinta, con conseguenti fenomeni di dissesto idrogeologico.

Si salva parzialmente, dal dissesto idrogeologico, la parte del medio bacino compreso nella zona delle province di Avellino e Potenza, esso si presenta generalmente più stabile, per la presenza di sedimenti più omogenei, costituiti dai sedimenti piroclastici prodotti dall'edificio vulcanico del Monte Vulture (1.326 m) e dalla presenza meno accentuata delle pendenze dei versanti collinari circostanti.

Nella parte del basso bacino, il fiume scorre disegnando ampie anse tra le province di Foggia e Bari rivestendo un ruolo geografico importante poiché funge da confine naturale, in una regione dove mancano elementi geografici certi, il suo territorio pur non essendo molto alto è comunque interessato da una forte instabilità geologica a causa della presenza di sedimenti sciolti costituiti prevalentemente da argille e sabbie sciolte depositate tra i 7 e i 2 milioni di anni, l'assenza alla base di rocce coerenti, più antiche, pone queste aree ad alto rischio idrogeologico anche se l'acclività dei suoi versanti è relativamente molto modesta.

7.I SEDIMENTI DEL BACINO IDROGRAFICO

Le caratteristiche sedimentologiche dei terreni attraversati dal fiume sono molteplici data la eterogeneità dei depositi sedimentari attraversati.

I depositi litologici dell'alto bacino sono costituiti in gran prevalenza da sedimenti sciolti quali argille varicolori scagliose inglobanti blocchi arenacei e strati di notevoli dimensioni disposti secondo una giacitura caotica e priva della normale successione stratigrafica degli ambienti sedimentari.

La situazione morfologica dell'alto bacino, data la presenza dei depositi esistenti e considerata una notevole presenza di aree incolte (65-70 %), è tale da conferire al paesaggio un aspetto morbido ed in alcuni casi mosso con sporadiche zone ricche di vegetazione boschiva soprattutto in corrispondenza dei comuni di S. Angelo dei Lombardi, Lioni e Cairano.

La mancanza di vegetazione, la presenza di terreni impermeabili sciolti, le elevate precipitazioni e l'andamento irregolare del letto conferiscono al fiume, nella zona dell'alto bacino ed in parte nel medio, un'azione erosiva molto intensa con andamento impetuoso a carattere torrentizio.

Tra l'alta valle e la media valle si erge il complesso vulcanico del Monte Vulture, che costringe il fiume Ofanto a deviare verso nord ed a descrivere un'ampia ansa, trasformando il suo reticolo idrografico da dentritico in centrifugo, producendo in tal modo un'azione erosiva molto intensa proprio sulle pendici dell'edificio vulcanico.

I sedimenti trasportati dal fiume Ofanto trovano il loro naturale epilogo nella formazione di una costa bassa e sabbiosa, tipica dei fiumi adriatici e mediterranei in generale, contribuendo al colmamento del golfo di Manfredonia. L'abitato di Barletta, in parte sotto il profilo geologico, insiste proprio sui depositi di spiaggia attuali formatesi durante gli ultimi 2.000 anni.

La zona di deposito costiero, nel golfo di Manfredonia costituisce praticamente l'unica ampia area con caratteristica d'arenile e quindi con spiccata vocazione turistica, presente nel basso adriatico.

Sono sufficienti circa 1.000 m² d'arenile, per dare lavoro e quindi assicurare reddito ad una famiglia per un intero anno, nell'ambito di una stagione turistica. Il litorale sabbioso che si estende tra Manfredonia a Barletta risulta in gran prevalenza costituita da sabbie monogranulari quarzose, provenienti dalla erosione dei sedimenti arenacei appenninici, in grado di conferire sotto particolari condizioni di luce un aspetto brillante, mentre risultano abbondanti anche notevoli quantità di materiali femici, (miche e feldspati), erosi dal complesso vulcanico del Monte Vulture, che conferiscono alle sabbie una colorazione scura, ferrosa.

8 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

Gli interventi devono tendere a ripristinare il corretto deflusso delle acque, liberando le sezioni idrauliche e tenendo presente che, come calcolato nella Relazione Idraulica, le portate nelle sezioni di interesse con tempo di ritorno T = 30 anni, T = 100 anni, T = 500 anni sono pari, come illustrato nel seguito a:

$$Q3_0 = KT * \mu(X) = 2 * Q = 305*2 = 610 \text{ mc/s}$$

$$Q_{100} = KT * \mu(X) = 2 * Q = 305*2.5 = 760 \text{ mc/s}$$

$$Q5_{00} = KT * \mu(X) = 2 * Q = 305*3,1 = 945 \text{ mc/s}$$

La corretta officiosità delle sezioni si può ripristinare studiando le dimensioni delle stesse e eliminare prima la vegetazione di poco pregio presente in alveo e poi dragando il fondo del fiume per disegnarvi all'interno delle sponde la geometria sufficiente al deflusso dell'acqua.

8.1 OPERE DI RIEQUILIBRIO AMBIENTALE

Al fine di ripristinare le corrette sezioni di deflusso si prevedono le seguenti lavorazioni:

- abbattimento di alberi e estirpamento delle ceppaie presenti in alveo del diametro di circa cm.15 – 25, taglio degli alberi per sfoltimento nelle zone ostruite tra le sezioni indicate nelle planimetrie e negli altri elaborati Sez, 1 a e Sez. 29;
- taglio raso terra di bassa macchia palustre, paglie, rovi, canne, tamerici, salici ed altri arbusti legnosi tra le Sezioni 1 e 29;
- esecuzione di savanella mediante sbancamento a larga sezione per apertura di nuovi canali, allargamento ed approfondimento dei canali esistenti tra le Sezioni 1 e 29, per una profondità media calcolata dal fondo delle vene esistenti di circa m. 0,50.

8.2 OPERE DI COSTRUZIONE DELL'ARGINE IN DESTRA E SINISTRA IDRAULICA

Al fine di proteggere le zone coltivate e le aree occupate dagli insediamenti produttivi, per un tratto di lunghezza pari circa a 800 m. viene prevista la costruzione di un argine trapezoidale con fondazione ampia m.10,00, e profonda m. 0,50, da eseguirsi sia in destra che in sinistra idraulica, secondo lo sviluppo indicato nella "Planimetria di Progetto" e secondo le sezioni di progetto.

Gli argini avranno sezione trapezoidale con base maggiore m. 10,00, base minore m. 2,00 e altezza m. 4,00.

Le lavorazioni previste sono:

- scavo a sezione obbligata eseguito con mezzo meccanico e sistemazione delle aree limitrofe tra le Sezioni 1 e 29;
- Formazione del rilevato arginale mediante messa in opera di materiale arido di dimensioni non superiori a 15 cm del diametro, commisto ad una percentuale del 10% di terrno vegetale, posto in opera a strati non superiori a 30 cm e rullatura con mezzo meccanico di ciascun strato;
- Contemporaneamente all'innalzamento degli strati del rilevato arginale formazione del nucleo centrale di argilla co base di m. 3,00 altezza di m.3,00 e base minore in alto di m. 1,00.
- Compattazione degli strati arginali e del nucleo con idoneo mezzo meccanico in modo da ottenere una densità pari circa all'85% della densità massima risultante dalle prove Proctor, la compattazione va eseguita per ogni strato di 30 cm;
- Messa in opera di uno strato di terreno vegetale dello spessore di 25 cm, scevro da radici infestanti, ciottoli e detriti;

Gli argini così progettati avranno anche la funzione di proteggere le gabbionate esistenti che già furono eseguite in tempi non recenti e che si estendono a monte del ponte sulla SS 655 Bradanica; essi assumeranno le funzioni di prima difesa idraulica e consentiranno una ulteriore possibilità di espansione delle piene che, in caso di tracimazione saranno contenute dal secondo argine esistente in gabbioni.

Tale accorgimento consentirà di avere una doppia protezione idraulica nella zona ormai storicamente più colpita dalle esondazioni, con discendente maggiore protezione degli insediamenti produttivi ubicati nelle aree limitrofe.

9 ASPETTI AMBIENTALI E AUTORIZZATIVI

Le opere previste nel presente progetto sono sostanzialmente riconducibili a asportazione di vegetazione arbustiva dall'alveo, asportazione di alberi, anche sradicati e caduti, dall'alveo, scavi eseguiti al fine di asportare il trasporto solido in esubero e riformare una sezione idraulica idonea allo smaltimento delle piene.

Esse rientrano negli interventi di ripristino della officiosità dei corsi d'acqua e sono assimilabili a manutenzioni straordinarie.

Pertanto, rientrano tra le opere non soggette ad autorizzazioni ambientali ai sensi delle seguenti norme e delibere di Giunta Regionale:

- ~~art. 149, comma 1, lettera a del D.Lgs 22 gennaio 2004 n. 42, Codice dei Beni Culturali e del~~ Paesaggio;
- D.G.R. n. 1674 del 15 nov 2011;
- D.G.R. n. 442 del 16 apr. 2012.

10.METODI UTILIZZATI PER LA VALUTAZIONE DELLE PIENE

Nella presente relazione viene effettuata la verifica idraulica delle opere di sistemazione e rinaturazione del tratto lucano del fiume Ofanto mediante rimodellamento dell'alveo e protezione delle sponde a partire da circa 800 m. a monte del ponte della SS 655 Bradanica e per circa 80 m. a valle di detto ponte.

Per effettuare tale verifica è indispensabile la conoscenza approfondita del fenomeno di piena di tale fiume mediante la determinazione della portata di piena e la stima del rischio del suo superamento in base al periodo di ritorno.

La valutazione delle piene è basata, esclusivamente su modelli statistico-probabilistici, poiché risultano coerenti i dati e le osservazioni di piena nelle sezioni di interesse del reticolo idrografico, per cui occorre soventemente ricorrere all'analisi di frequenza di precipitazioni e portate di piena relative ad un'estesa regione, allo scopo di pervenire alla stima del periodo di ritorno da attribuire ad uno specifico valore assunto dalla portata o dal volume di piena in un sito del reticolo. L'insieme delle procedure, adatte a trasferire l'informazione idrologica proveniente dai dati registrati in un qualunque sito ad un altro, va sotto il nome di analisi regionale;

Il progetto speciale VAPI (VAlutazione PIene) del Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del CNR, patrocinato dal Ministero della Protezione Civile, si propone di fornire una guida tecnica sulla valutazione delle piene, destinata a tutti gli operatori del settore dell'Ingegneria idraulica e della difesa del suolo, basata su moderne ed affidabili metodologie di analisi regionale.

Per la determinazione delle grandezze connesse al fenomeno di piena nella presente relazione viene utilizzato il metodo ed i parametri riportati nella pubblicazione intitolata ***Valutazione delle piene nella Regione Puglia " a cura di V.A.Copertino e M.Fiorentino svolto dall'Unità Operativa 1.21 (G.N.D.C.I. LINEA 1), del Dipartimento di Ingegneria e Fisica dell'Ambiente (DIFA) dell'Università della Basilicata (USB) nel periodo 1988-1991.***

Nell'impostare l'indagine sulle piene, sono state definite le grandezze ideologiche di interesse, ossia la massima precipitazione di assegnata durata e il massimo valore annuale della portata in una sezione del fiume oggetto dell'intervento.

Detta X la variabile casuale che fornisce i valori assunti dalla grandezza idrologica di interesse e tenuto conto che valore x di X possa essere superato, . La stima xT del valore di x, corrispondente ad un assegnato periodo di ritorno T, può essere effettuata, in base ai dati disponibili, mediante una stima *puntuale*, oppure ricorrendo all'analisi regionale, che utilizza le serie storiche presenti all'interno della regione in cui il sito ricade. Nel primo caso si ha una stima puntuale, nel secondo una stima *regionale*.

Gli stimatori puntuali sono utilizzabili da soli soltanto nel caso in cui la serie storica delle osservazioni della grandezza idrologica di interesse è sufficientemente lunga (generalmente 30-40 anni di osservazione) ed affidabile, per poter ritenere che gli errori di campionatura, dovuti alla limitatezza della serie, siano accettabili. Nella presente relazione è stata utilizzata quale modello di calcolo quello denominato "teoria degli eventi estremi, nota in idrologia grazie a Gumbel (1958) ed in particolare il modello probabilistico a due parametri, che vanno sotto il nome di legge di Gumbel.

L'approfondimento degli studi idrologici negli ultimi venti anni ha però messo in evidenza i limiti di questi modelli.

Se non si dispone di dati direttamente osservati nel sito di interesse per il caso in esame, è necessario ricorrere a tecniche di analisi regionale dell'informazione idrologica.

Nella presente relazione, ai fini della valutazione delle piene, sono stati utilizzati le formule ed i parametri determinati nel citato studio e, tramite l'analisi regionale, e quindi la legge di dipendenza dei parametri del modello probabilistico (e.g. TCEV) dai parametri della distribuzione di probabilità delle piogge (e.g. Gumbel o TCEV) di durata pari al tempo critico del bacino idrografico sotteso dalla sezione di interesse.

La metodologia di analisi regionale adottata nel citato studio utilizza come modello probabilistico la distribuzione dei valori estremi a doppia componente (TCEV), che si è verificato capace di spiegare alcune piene straordinariamente elevate osservate nel passato, particolarmente in quelle serie di dati aventi un'elevata asimmetria, non spiegata dalla distribuzione del valore estremo del primo tipo la legge di Gumbel.

Si riporta la metodologia di analisi riportata nel citato studio:

"La procedura seguita è riconducibile a quella classica della piena indice, modificata secondo un approccio di tipo gerarchico (Fiorentino *et al.*, 1987), che utilizza tre differenti livelli di scala spaziale per la stima dei diversi parametri del modello probabilistico: ad ogni livello gerarchico si considerano contemporaneamente tutte le serie storiche ricadenti nella zona in esame, per la stima del parametro caratteristico di quel determinato livello. L'impiego di una tale tecnica di

gerarchizzazione permette di volta in volta la stima di un numero ridotto di parametri da un numero elevato di dati, rendendo i risultati più affidabili. In particolare si definiscono tre livelli di regionalizzazione: i parametri di forma della distribuzione di probabilità sono stimati su base interregionale; il parametro di scala è stimato su base regionale e conduce alla stima del coefficiente di variazione delle piene annuali; il parametro di locazione è stimato su scala di bacino e conduce alla stima della piena indice, cioè la media delle piene annuali.

La metodologia descritta è stata applicata prima di tutto all'analisi regionale delle piogge giornaliere, poi a quella delle piogge orarie (1, 3, 6, 12, 24). I risultati dell'analisi pluviometrica, che pur conservano dignità autonoma ai fini della valutazione degli eventi estremi, sono stati presi successivamente a riferimento per l'analisi regionale delle portate di piena".

Nella valutazione dei deflussi di piena è necessario considerare la risposta idrologica del bacino ad un evento di pioggia: in particolare tale parametro è condizionato dai caratteri geomorfologici dei bacini e dei relativi reticoli idrografici.

Tali caratteri geomorfologici determinano il tempo di ritardo, definito come distanza tra i baricentri dell'idrogramma di piena dovuto ad una precipitazione e del solido di precipitazione efficace che ha provocato detta piena.

Nella presente relazione viene determinato tale parametro mediante l'utilizzo delle formule riportate nel citato studio.

9.CALCOLO DELLA MEDIA DELLA DISTRIBUZIONE DEI MASSIMI ANNUALI DELLA PORTATA DI PIENA (METODO VAPI)

Il calcolo delle portate è riferito alle sezioni iniziali e finali del tratto del Fiume Ofanto, oggetto dell'intervento in progetto.

In considerazione dell'entità dei parametri fisografici ed ideologici caratteristici del bacino idrografico pertinente la sezione di studio, per la stima della portata di massima annuale al colmo di piena, è stata utilizzato un semplice modello di regionalizzazione basato su una formula di tipo razionale, la cui descrizione è riportata nel testo citato nella introduzione.

Esso esprime un legame correlativo tra la piena indice x , la superficie del bacino e il valore medio, I(tr), dei massimi annuali delle intensità di pioggia puntuali di durata pari al tempo di ritardo caratteristico del bacino. Questo modello, empiricamente proposto da Rossi e Versace [1982], ha anche trovato successivamente i supporti teorici che ne rendono più affidabile l'applicazione [Fiorentino *et al.*, 1987; Villani].

La formula razionale viene generalmente scritta come:

$$Q = I(tr)\, A^* \, C^* / 3.6 \quad (1)$$

in cui x è espressa in m^3/s, I(tr) in mm/h, A in Km^2, tr in ore. C* è un coefficiente, detto *probabilistico di piena*, che porta in conto, oltre all'effetto naturale di laminazione del picco di piena rispetto al picco di pioggia, l'effetto di riduzione areale delle piogge e le perdite idrologiche nel bilancio di piena, dovute principalmente al fenomeno dell'infiltrazione nel suolo ed a quello dell'intercettazione da parte della vegetazione. Per l'applicazione della (10.19) è richiesta pertanto la conoscenza del tempo di ritardo tr, delle curve di probabilità pluviometrica e delle modalità con cui l'eventuale variabilità di C* dipende dalle dimensioni del bacino idrografico e dalle sue caratteristiche morfologiche, geolitologiche e d'uso del suolo.

Per la valutazione del tempo di ritardo di un evento di piena, che si intende la distanza temporale tra i baricentri dell'idrogramma di piena superficiale e dello ietogramma efficace che lo ha generato e che, per tempo di ritardo caratteristico, tr, del bacino idrografico, si intende il valore medio a cui questo tende all'aumentare del periodo di ritorno della portata al colmo dell'idrogramma. Per i bacini pugliesi si è inoltre ricavato

$$tr = 0.344\, A^{0.5} \quad (2)$$

Nel caso in esame, poiché risulta essere A= 1340 Kmq (vedi Fig.2.1, 2.2, 2.3 in allegato) si ottiene che **tr=12.6 ore.**

Per quanto riguarda le curve di probabilità pluviometrica del bacino idrografico in esame, nello studio richiamato nella introduzione, l'analisi regionale dei massimi delle precipitazioni di diversa durata, ivi comprese le giornaliere, è stata condotta attraverso la preventiva suddivisione dell'area di studio in zone e sottozone omogenee ed effettuata in base all'analisi delle massime precipitazioni giornaliere, per le quali si dispone del maggior numero di serie uniformemente distribuite nella regione. L'estensione della validità di tale suddivisione anche all'interpretazione delle piogge di durata inferiore a quella giornaliera, è stata poi condotta e verificata sulla scorta delle informazioni fornite dai dati delle precipitazioni di durata inferiore al giorno, registrate alle stazioni pluviografiche, che sono di norma in numero più limitato.

ha portato all'espressione r

Seguendo la procedura proposta, le aree omogenee individuate e parzializzate al terzo livello di regionalizzazione, nel quale si analizza la variabilità spaziale del parametro di posizione (media, moda o mediana) delle serie storiche in relazione a fattori locali.

A tal fine i bacini di interesse della Regione Puglia, sono state suddivise in quattro zone pluviometriche omogenee, la cui delimitazione grafica è riportata nella Figura 1.

In analogia ai risultati classici della statistica idrologica (Viparelli, 1964), per ogni sito è possibile legare il valore medio xt dei massimi annuali della precipitazione media di diversa durata t alle durate stesse, attraverso la ben nota relazione:

$$h(t)= a^* t^n$$

essendo a ed n due parametri variabili da sito a sito. Ad essa si dà il nome di curva di probabilità pluviometrica.

Per la Zona 4, così come individuata attraverso l'analisi regionale, l'espressione della curva di probabilità pluviometrica risulta essere la seguente:

$$h(t) = 24.70\ t^{0.256}$$

Da cui essendo tr= 12.6 ore

Si ottiene che

$$h(tr)= 24.70\ tr^{0.256}=$$

Pertanto

$$I(tr)= h(tr)/tr=24.70\ tr^{0.256-1}=24.7*12.6^{0.256-1}=24.7*0.161=4\ \mathbf{mm/h}$$

Al fine di pervenire alla stima della piena indice in una sezione fluviale nella quale non si dispone di osservazioni dirette di portata resta ancora da analizzare la variabilità del coefficiente probabilistico di piena C* nell'area di studio.

L'esperienza suggerisce che C* è generalmente piuttosto stabile in una regione, con valori che tendono a ridursi solo per la presenza nel bacino di aree a permeabilità secondaria molto elevata (v. cap. 3) oppure per la presenza di estese superfici boschive.

Nello studio richiamato nell'introduzione è stato determinato un valore di C* medio regionale pari a 0.205.

Pertanto sostituendo nella formula razionale i dati misurati o calcolati si ottiene per la sezione di verifica:

$$Q = I(tr)^* A^* C^* / 3.6= 4*1340*0.205/3.6=305 \text{ mc/s}$$

10.CALCOLO DELLA PORTATA MASSIM AL COLMO DI PIENA (METODO VAPI)

L'analisi idrologica dei valori estremi delle precipitazioni e delle piene in Puglia è stata effettuata nel Rapporto Campania attraverso una metodologia di analisi regionale di tipo gerarchico,

basata sull'uso della distribuzione di probabilità del valore estremo a doppia componente (o, con un acronimo inglese, TCEV, Two-Component Extreme Value). Tale procedura si basa sulla considerazione che esistono zone geografiche via via più ampie che possono considerarsi omogenee nei confronti dei parametri statistici della distribuzione, man mano che il loro ordine aumenta.

Indicando con X il massimo annuale di una delle grandezze idrologiche di interesse, come le portate di piena al colmo Q con XT il valore massimo o di X corrispondente ad un prefissato periodo di ritorno T in anni, si può porre:

$$XT = KT * \mu(X)$$

ove:

KT = fattore probabilistico di crescita, costante su ampie aree omogenee;

$\mu(Q)$= media della distribuzione dei massimi annuali della variabile Q

In particolare, per la specificazione della legge di variazione di KT con il periodo di ritorno T, si farà riferimento alla espressione della distribuzione di probabilità del valore estremo a doppia componente (TCEV), che nel passato si è dimostrata particolarmente adatta all'interpretazione statistica dell'occorrenza e della magnitudine degli eventi estremi eccezionali.

La valutazione del valore xT della variabile X (massimo annuale della precipitazione giornaliera), di ssegnato

Per semplificare la valutazione del fattore di crescita vengono riportati, nella tabella che segue, i KT relativi ai valori del periodo di ritorno più comunemente adottati nella pratica progettuale.

Fissato un tempo di ritorno Tr=100 anni si ottiene che KT= 2.5

Tr(anni)	5	10	20	30	40	50	100	500	1000
KT	1.3	1.5	1.8	2	2.1	2.2	2.5	3.1	3.4

$$Q3_0 = KT * \mu(X) = 2 * Q = 305*2 = 610 \text{ mc/s}$$

$$Q_{100} = KT * \mu(X) = 2 * Q = 305*2.5 = 760 \text{ mc/s}$$

$$Q5_{00} = KT * \mu(X) = 2 * Q = 305*3,1 = 945 \text{ mc/s}$$

11.DETERMINAZIONE DEGLI AFFLUSSI CON STIMATORE PUNTUALE (LEGGE DI GUMBEL)

Per quanto attiene l'area occupata dal bacino idrografico in esame sono stati presi in esame, vista la vicinanza e la sostanziale omogeneità delle condizioni microclimatiche i dati relativi alla Stazione Pluviometrica di Melfi registrati dal Servizio Idrografico Italiano a partire dagli anni 1932 e pubblicati fino al 1974.

TOTALE OSSERVAZIONI N.=55

PRECIPITAZIONI BREVE ED INTENSE SUPERIORI ALL'ORA

"Località= Melfi "quota m=531 "Bacino="OFANTO

ANNI	t=1 ora	T=3 ore	t=6 ore	t=12 ore	t=24 ore
1932	10.8	11.2	15	19.4	22.2
1933	17.4	26.2	31.2	46.4	52
1935	19.4	20.4	23.4	34	47.8
1936	29	44.6	44.6	44.6	50.8
1938	28.2	35.4	45	86	146
1939	25.4	51.2	62.8	63	63
1940	28	28	42.6	52	72.8
1941	14	29.6	38.4	61	80.8
1942	14.6	14.6	20.6	37.6	54
1946	25.2	33	35	43.2	76.8
1947	37.4	42.4	42.6	42.6	58
1948	28	34.6	34.6	34.8	61.6
1950	10	18.6	26	41.4	55.6
1952	24.8	25	32.6	50	68.8
1953	18.4	28.2	32.2	40.4	58
1954	20	23.8	36.2	44	58.8
1955	29.8	35.2	61.8	97.4	123
1956	14	18.4	29.4	51.4	79.8
1957	18	30.4	45.8	56.6	82.8
1958	17.4	20	26.2	43.4	51
1959	28.4	47.8	58.8	72.6	83.6
1960	16	24.4	29.2	34.8	50
1961	12.6	21.2	27.2	30.4	46.2
1963	61	83	87.2	92.4	94.6
1964	26.4	29.4	29.4	41.4	41.6
1966	22.8	30.2	32	36.2	53.6
1967	23.4	28.8	28.8	28.8	38.6
1968	20.4	22	26.2	26.2	41.6
1969	32.2	35.6	35.6	46	58.8
1970	14.6	21.4	36.2	55	73.2
1971	14.6	29.4	52	95.4	168.4

1972	41.6	58.6	58.8	58.8	58.8
1973	39	74	91.6	117	118.4
1974	26.4	40.4	53.6	53.6	53.6

PRECIPITAZIONI BREVE ED INTENSE SUPERIORI ALL'ORA

"Località= Melfi "quota m=531 "Bacino="OFANTO

1975	33.4	50.6	70.0	70.0	94.4
1976	29.6	64.0	73.8	85.7	104.8
1977	36.0	87.0	87.0	87.0	87.0
1978	25.8	37.8	44.2	44.2	44.8
1980	14.0	29.2	32.4	37.8	42.4
1981	20.8	24.4	25.6	25.6	40.6
1982	12.8	20.4	37.8	46.0	50.0
1983	17.4	34.0	38.0	55.2	90.0
1984	10.8	17.6	34.2		
1985	12.2	20.0	38.0	63.0	110.2
1986	14.8	19.2	21.8	25.4	28.0
1987	14.2	19.0			
1988		33.4	55.0	67.6	90.8
1989	35.4	54.0	87.4	57.4	73.0
1990	28.2	34.8	42.0	67.6	94.6
1991	20.0	45.0	71.4	97.0	109.8
1992	20.0	35.2	45.4	73.6	110.2
1993	20.6	31.0	37.4	45.6	49.8
1994	50.0	85.2	85.4	92.0	119.6
1995	61.4	65.0	65.0	65.2	71.4
1996	10.8	20.0			

Per quanto attiene l'area occupata dal bacino idrografico in esame sono stati presi in esame, vista la vicinanza e la sostanziale omogeneità delle condizioni microclimatiche i dati relativi alla Stazione Pluviometrica di Melfi registrati dal Servizio Idrografico Italiano a partire dagli anni 1975 e pubblicati fino al 1996.

L'elaborazione dei dati pluviometrici relativi ad eventi di durata superiore all'ora(1,3, 12 e 24 ore) è indispensabile per determinare l'altezza di pioggia che, con data probabilità, può verificarsi in un'area: tale valore viene utilizzato per la determinazione diretta delle portate di colmo o massima piena, laddove manchino misure dirette di portata.

L'analisi statica condotta, consente di determinare la cosiddetta *Curva Segnalatrice di Possibilità Climatica*, la quale, prefissato un determinato *Tempo di ritorno* (**T**) dell'evento , permette di correlare le altezze di pioggia (**h**) con le relative durate (**hp**).

Lo studio della distribuzione statistica degli eventi metereologici relativi a intervalli di tempo prefissati sulla base di un procedimento che verrà successivamente chiarito, riveste un notevole interesse per la valutazione del *Tempo di ritorno* di un determinato evento.

Tale parametro, estremamente importante dalla fase progettuale a quella di verifica di una determinata opera, esprime un indicatore di rischio, espresso come durata media in anni del periodo in cui il valore assegnato **Xd** della variabile viene superato una sola volta ed è legato alla probabilità che l'evento (**x**) non superi il valore **Xd**, cioè **P(x<Xd)**, dalla relazione sottostante

$$\mathbf{P(x<Xd)} = 1-(1/\mathbf{T})$$

Risulta che il *Tempo di ritorno* **T** = 1/[1- **P(x<Xd)**].

Per ciascuna popolazione pluviometrica di una determinata durata, occorre conoscere la legge di variazione di **P(x<Xd)**: a questo scopo sono state proposte varie relazioni di rappresentazione della distribuzione di valori estremi in relazione alle differenti leggi probabilistiche scelte a rappresentare la distribuzione stessa.

Si è ipotizzato che la distribuzione statistica delle piogge massime annue relative ad un determinato intervallo di tempo, segua la " *legge dei valori estremi* "di Gumbel:

$$P(h) = e^{-e^{-y}}$$

dove la *variabile ridotta* $y=\alpha*(h-\varepsilon)$ e nella quale i parametri ε ed α, corrispondenti rispettivamente alla moda e ad una misura della dispersione, espressi rispetto alla $\mu(h)$ e allo scarto quadratico medio $\sigma(h)$ della variabile h sono:

$$\alpha= \pi/(61/2 * \sigma(h)) \qquad \varepsilon= \mu(h)-c/\alpha$$

con c=0.57722 corrispondente alla costante di Eulero.

Attraverso tale elaborazione per ciascuna elaborazione di dati pluviometrici , relativi ad un determinato tempo di pioggia è possibile ricavare il rispettivo valore dell'altezza dell'evento meteorico con un *Tempo di ritorno* T pari a quello prefissato.

A sua volta l'insieme delle coppie di valori h e t, con un tempo di ritorno T, possono essere raccordati con una legge di regressione del tipo

$$\mathbf{h=at^n} \quad (1)$$

dove:

h= altezza di pioggia (mm.)

t= durata della precipitazione (ore)

a,n= parametri il cui valore dipende dalle caratteristiche pluviometriche della zona.

La (1) corrisponde come ricordato alla cosiddetta *Curva di possibilità climatica* relativa ad un determinato tempo di ritorno (T). Questa curva risulta funzione dell'esponente (n) e cioè:

- n>0 curva crescente;
- n<0 curva decrescente.

La curva (1) è una curva interpolante non lineare nei parametri, che comunque, attraverso un procedimento di anamorfosi, risulta linearizzabile. Passando infatti ai logaritmi si ha:

$$\log(h)= \log(a)+n\log(t) \quad (2)$$

Tale espressione è del tipo :

$$y=A_0+A_1x \quad (3)$$

dove : **y=log (h)** **x=log(t)** **A_0= log(a)** **A_1=n**

Pertanto l'esame della curva non lineare (1) è stato ricondotto all'esame della retta (3) ; applicando alla (3) il metodo dei minimi quadrati sono stati valutati le costanti (A_0) ed (A_1) e quindi le costanti (a) e (n).

Precipitazioni regolarizzate GUMBEL

Tempo di ritorno		t=1 ora	t=3 ore	t=6 ore	t=12 ore	t=24 ore	LEGGE DI PIOGGIA
5 anni	hmax=	34.00 mm	51.12 mm	59.33 mm	73.38 mm	96.46 mm	h=34.45*t^0.32
10 anni	hmax=	41.31 mm	62.78 mm	70.94 mm	87.71 mm	115.87 mm	h=42.01*t^0.3109
20 anni	hmax=	48.32 mm	73.96 mm	82.08 mm	101.46 mm	134.48 mm	h=49.27*t^0.3067
30 anni	**hmax=**	**52.36 mm**	**80.39 mm**	**88.48 mm**	**109.37 mm**	**145.19 mm**	**h=53.45*t^0.3048**
50 anni	hmax=	57.40 mm	88.43 mm	96.49 mm	119.26 mm	158.57 mm	h=58.67*t^0.3028
100 anni	hmax=	64.20 mm	99.27 mm	107.30 mm	132.59 mm	176.63 mm	h=65.71*t^0.3005
200 anni	hmax=	70.98 mm	110.08 mm	118.06 mm	145.88 mm	194.62 mm	h=72.72*t^0.2988
500 anni	hmax=	79.92 mm	124.33 mm	132.26 mm	163.41 mm	218.35 mm	h=81.98*t^0.2968
1000 anni	hmax=	86.68 mm	135.11 mm	143.00 mm	176.65 mm	236.29 mm	h=88.97*t^0.2957
75 anni	hmax=	61.38 mm	94.78 mm	102.82 mm	127.06 mm	169.15 mm	h=62.79*t^0.3014

La curva di possibilità climatica determinata con tempo di ritorno di 30 anni è la seguente:

$$h_{T=30}=53.45*t^{0.3048}$$

Per l'analisi del rischio di esondazione sono stati presi in considerazione un tempo di ritorno pari a 100 anni, come limite di rischio cautelativamente accettabile in relazione alle opere realizzate.

Nell'espressione sopra riportata i valori di pioggia sono in mm. ed il tempo in ore. Questa curva permette di calcolare la pioggia per un assegnato valore di durata e quindi la pioggia critica una volta calcolato il tempo di corrivazione del bacino idrografico in esame

Utilizzando il metodo razionale per la determinazione della portata al colmo, prefissato il tempo di ritorno (T), è necessario conoscere il tempo di corrivazione ***tc*** del bacino idrografico dell'area in cui vengono effettuate le analisi idrogeologiche e litologiche.

S'intende come *tempo di corrivazione* ***tc***, rispetto ad una determinata sezione di un corso d'acqua il tempo necessario affinché una particella d'acqua caduta sui punti più distanti della superficie scolante raggiunga la sezione di chiusura in analisi per la determinazione della portata massima probabilistica in funzione del tempo di ritorno considerato.

Il tempo di corrivazione viene ad assumersi inoltre quale tempo che una volta eguagliato dalla durata delle precipitazione determina il raggiungimento della portata massima di deflusso nella sezione di analisi.

In poche parole la determinazione del tempo di corrivazione definito come t_c immesso nella legge di pioggia per quel determinato tempo di ritorno h=a*t^n ponendo t= t_c, permetterà di determinare l'altezza di precipitazione h=hcritica con la quale poi calcolare la portata massima.

Il tempo di corrivazione (t_c) può essere calcolato attraverso diverse formule, tra cui quella proposta da Giandotti:

$$tc = [4 \cdot (A^{0,5}) + 1,5 \cdot L] / [0,8 \cdot ((Hm - Ho)^{0,5})]$$

dove:

- *A [Km2] rappresenta l'area del bacino sottesa alla sezione di calcolo,*
- *L [Km] è l'estensione del percorso più lungo che deve compiere la singola particella d'acqua per raggiungere la sezione suddetta,*
- *Hm [m s.l.m.] è la quota media del bacino,*
- *Ho [m s.l.m.] è la quota della sezione di chiusura,*
- *(Hm - Ho) [m] è la quota media del bacino riferita alla sezione di calcolo.*

DETERMINAZIONE TEMPO DI CORRIVAZIONE

BACINO:	Ofanto
SEZIONE:	Melfi

DATI SUL BACINO IMBRIFERO		
Superficie scolante	A=	1340.00Kmq
Lunghezza percorso idraulico più lungo	L=	80.00Km
	zmax=	1350.00m
	zmin=	500.00m
	Zmed=	550.00m
	•H=	50.00m
Tempo di corrivazione:		
Giandotti	tc=	47.10ore

Il calcolo delle portate è riferito alle sezioni iniziali e finali del tratto del fiume Ofanto oggetto dell'intervento in progetto.
In considerazione dell'entità dei parametri fisografici ed ideologici caratteristici del bacino idrografico pertinente la sezione di studio, per la stima della portata di massima piena, prefissato determinato *Tempo di ritorno* T, è stata utilizzato il metodo razionale, che fornisce il valore della portata di piena Q [m3/s], mediante l'espressione

$$Q_{max} = c * h * S * k / tc$$

Dove:
c=coefficiente di deflusso=0.4
S= superficie del bacino idrografico sotteso alla sezione in esame (ha)
h=altezza critica per l'assegnato tempo di ritorno (mm)
tc= tempo di corrivazione
k = fattore che tiene conto della non uniformità delle unità di misura usate: nell'ipotesi di adottare le grandezze con le unità di misura citate k = 0,2777

DETERMINAZIONE PORTATA MASSIMA

N.B.: Inserire i coefficienti delle rette interpolanti ottenuti nel grafico ed il coefficiente di deflusso

Deflusso	C=	0.40	S (kmq)=	1340	tc=	47.10	Viparelli			
Tr	a	n	tc	h	Ic	Q	tc	h	ic	Q
5	34.44561552	0.3200	47.10	118.17	2.51	373.544	1350.00	345.81	0.26	38.14
10	42.01449146	0.3109	47.10	139.15	2.95	439.881	1350.00	394.94	0.29	43.56
20	49.27364214	0.3067	47.10	160.59	3.41	507.639	1350.00	449.42	0.33	49.57
30	53.44933448	0.3048	47.10	172.92	3.67	546.628	1350.00	480.86	0.36	53.03
50	58.6689166	0.3028	47.10	188.34	4.00	595.374	1350.00	520.21	0.39	57.37
100	65.70889731	0.3005	47.10	209.14	4.44	661.132	1350.00	573.38	0.42	63.24

200	72.72292492	0.2988	47.10	229.87	4.88	726.659	1350.00	626.42	0.46	69.09
500	81.97631032	0.2968	47.10	257.22	5.46	813.118	1350.00	696.47	0.52	76.81
1000	88.96963589	0.2957	47.10	277.90	5.90	878.467	1350.00	749.46	0.56	82.66
75			47.10				1350.00			

Pertanto:

Q 30 = 546,628 m^3/sec con Tr = 30 anni

Q_{100} = 661,132 m^3/sec con Tr =100 anni

Q 500 = 813,118 m^3/sec con Tr = 500 anni

Nella verifica idraulica verrà pertanto utilizzato il valore Qmax= 700 mc/s

12.VERIFICA IDRAULICA

Si è detto che per la verifica idraulica si sceglie un valore della portata massima di 700 mc/sec in quanto è esso un valore medio tra le massime portate calcolate con T = 100 anni e T = 500 anni.

Q = v x S

Dove v è la velocità della vena fluyida durante una massima piena;

S è la superficie della sezione di deflusso necessaria a smaltire correttamente la piena.

Avendo calcolato una velocità dell'acqua pari a 1,2 m/sec si ottiene:

700 mc/sec = 1,2 m/sec x **S** (superficie sezione in mq)

S = 583,33 mq

Al fine di ripristinare la corretta officiosità delle sezioni idrauliche del fiume Ofanto nelle vicinanze del ponte della SS 655 Bradanica al km 39 occorrono sezioni di superficie pari a 580 mq.

In tal senso, nel progetto allegato, sono stai previsti il taglio della vegetazione e gli scavi necessari alla conformazione delle sezioni di deflusso.

Conclusioni

Dalle verifiche effettuate seppure si evidenzia che nel tratto interessato dall'intervento con la portata calcolata per Tr = 30 anni, Tr =100, Tr 500 anni non si ha né l'esondazione degli argini nè l'allagamento delle aree golenali, ma la portata di piena viene contenuta nella sezione del fiume così come ottenuta dopo il rimodellamento mediante la realizzazione delle savanelle e degli argini si ritiene comunque che la verifica sia e che con l'intervento progettato si sia ottenuto l'obiettivo del raggiungimento di un sufficiente grado di sicurezza dal punto di vista idraulico in caso di piena dell'Ofanto.

12. VERIFICHE DI STABILITA' ARGINI

Geometria argine e fondazione

Descrizione	Argine a gravità in materiale sciolto
Altezza del paramento(m)	4.00
Spessore in sommità (m)	2.00
Spessore all'attacco con la fondazione (m)	10.00
Inclinazione paramento esterno (°)	45.00
Inclinazione paramento interno (°)	45.00
Lunghezza argine (m)	10.00

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle (m)	0.00
Lunghezza mensola fondazione di monte (m)	0.00
Lunghezza totale fondazione	10.00
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00
Spessore fondazione (m)	0.50

Carichi in testa all' argine

Forza verticale [positiva verso il basso] (Kg)	0
Forza orizzontale [positiva verso valle] (Kg)	0
Momento [positivo se ribaltante] (Kgm)	0

Peso specifico argine	2000 Kg/m^3

Geometria e carichi terreno a monte dell' argine

Simbologia adottata e sistema di riferimento
(Sistema di riferimento con origine in testa al argine, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto
X ascissa del punto espressa in metri
Y ordinata del punto espressa in metri
F carico concentrato sul punto espresso in Kg
Q carico distribuito sul tratto precedente il punto espresso in Kg/m^2

N	X	Y	F	Q
1	1.00	0.00	0.00	0.00

Terreno a valle dell' argine

Inclinazione terreno a valle del argine rispetto all'orizzontale	(°)	0.00
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	(m)	2.00

Falda

Quota della falda a monte del argine rispetto al piano di posa della fondazione	(m)	4.00

Caratteristiche terreno di fondazione

Descrizione	Terreno fondazione
Peso di volume γ	2000 Kg/m^3
Peso di volume saturo γ_{sat}	2000 Kg/m^3
Angolo di attrito interno ϕ	30°
Angolo di attrito terra-argine δ	30°
Coesione c	0 Kg/cm^2
Adesione terra-argine c_a	0 Kg/cm^2
Costante di sottofondo(Winckler) K	14.11 Kg/cm^3

Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :
Origine in testa al argine (spigolo di monte)
Ascisse X (espresse in metri) positive verso monte
Ordinate Y (espresse in metri) positive verso l'alto
Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle
Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Tipo di analisi

Coefficiente di intensità sismica (Percento)	10
Partecipazione spinta passiva (Percento)	0

Calcolo riferito ad 1 metro di argine

Lunghezza del argine	(m)	10.00

Spinta della falda	(Kg)	8000.00
Punto d'applicazione della spinta della falda		X= 4.00 Y= -3.17
Peso argine	(Kg)	58000.00
Baricentro del argine		X= -1.00 Y= -2.76
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	(Kg)	0.00
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte		X= 0.00 Y= 0.00
Inerzia del argine	(Kg)	5800.00
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	(Kg)	0.00

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	(Kg)	13800
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	(Kg)	58000
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	(Kgxm)	41638
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	(Kgxm)	174000
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	(Kg)	58000
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	(Kg)	13800

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3
Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.42

Analisi della portanza

Il calcolo della portanza è stato eseguito col metodo di Terzaghi
La relazione adottata è la seguente :

$$q_u = cN_c s_c + qN_q + 0.5B\gamma N_\gamma s_\gamma$$

dove i vari coefficienti sono stati definiti precedentemente.
Il calcolo è stato eseguito tenendo conto dei seguenti parametri :

Larghezza fondazione	B = 10.00	m
Lunghezza fondazione	L = 10.00	m
Profondità piano di posa	D = 0.50	m
Peso di volume	$\gamma = 2000$	Kg/m^3
Angolo di attrito	$\phi = 30°$	
Coesione	c = 0.00	Kg/cm^2
Pressione geostatica sul piano di posa	q = 1000.00	Kg/m^2
Coefficiente di profondità (D/B)	k = 0.05	

I fattori calcolati sono i seguenti :

$N_c = 37.162$	$N_q = 22.456$	$N_\gamma = 27.084$
$s_c = 1.30$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 0.80$

Pertanto il valore della capacità portante è dato da

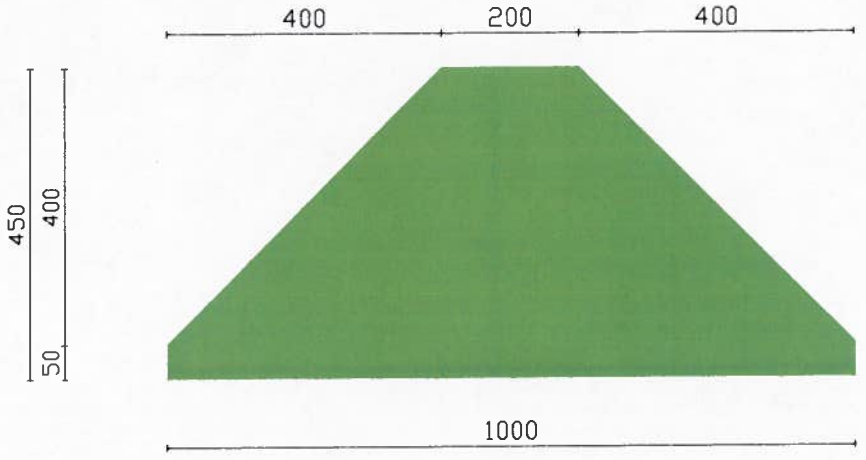
q_u=0.00 + 22455.74 + 216674.86 = 239130.60 Kg/m^2 = 23.91 Kg/cm^2

Applicando il coefficiente di sicurezza, η=3.00, otteniamo per la tensione ammissibile il seguente valore

$$q_{amm}=239130.60/3.00 = 79710.20 \text{ Kg/m}^2 = 7.97 \text{ Kg/cm}^2$$

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	(m)	5.00
Tensione terreno allo spigolo di valle	(Kg/cm^2)	0.73
Tensione terreno allo spigolo di monte	(Kg/cm^2)	0.00



13.VERIFICA A SIFONAMENTO DELL'ARGINE

GEOMETRIA ARGINE	
X	Y
0	0
4	4
6	4
10	0
0	0
0	0
0	0
0	0
0	0

ACQUA AMONTE		ACQUA A VALLE	
X	Y	X	Y
0	0	6	4
4	4	10	0
0	0		
0	0		
0	0		

Tipologia TERRENO	
GHIAIA	
cw	2

VERIFICA AL SIFONAMENTO METODO BLIGH LANE					
L=b/3 +h=	9	b=	10.00	h=	6
H=hm-Hv=	4.00	Ic= L/h=	2.2	**Ic>Cw: struttura verificata al sifonamento**	