

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO**

**NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA**

**U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - NUOVA ENNA (LOTTO 4A)**

**IDROLOGIA E IDRAULICA SPECIALISTICA**

Idraulica

Studio di geomorfologia fluviale - Relazione

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

RS3U 40 D 09 RG ID0002 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoll - Edin	Apr-2020	A.Cappelli 	Apr-2020	A.Barreca 	Apr-2020	

File: RS3U.4.0.D.09.RG.ID.00.0.2.001.A

n. Elab.: 09 223



## INDICE

1.	INTRODUZIONE .....	4
1.1	OBIETTIVI E CONTENUTI DELLO STUDIO .....	4
1.2	METODOLOGIA DI LAVORO .....	4
1.3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	5
1.3.1	<i>Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico</i> .....	5
1.3.2	<i>Piano di gestione dei sedimenti</i> .....	5
1.3.3	<i>Sistema di valutazione geomorfologica, analisi e monitoraggio dei corsi d'acqua – Metodo IDRAIM (ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale)</i> .....	6
1.4	DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO.....	7
2.	CARATTERISTICHE DELL'AREA DI STUDIO.....	7
2.1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'INTERVENTO.....	7
2.2	AREE A PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA .....	8
2.3	CARATTERISTICHE AMBIENTALI E PAESISTICHE DELLA REGIONE FLUVIALE .....	10
2.4	ASSETTO GEOMORFOLOGICO DEI CORSI D'ACQUA .....	10
2.4.1	<i>Assetto dei bacini</i> .....	10
2.4.2	<i>Assetto dei versanti e propensione al dissesto</i> .....	13
2.4.3	<i>Metodologia per l'individuazione dei punti di prelievo del materiale d'alveo</i> .....	13
2.4.4	<i>Indice di Dinamica Morfologica (IDM)</i> .....	16
2.4.4.1	<i>Metodo IDRAIM</i> .....	16
2.4.4.2	<i>Applicazione al caso di studio</i> .....	19
2.5	APPORTO DI SEDIMENTI AL TRATTO DI STUDIO .....	21
3.	VALUTAZIONE DEL TRASPORTO SOLIDO IN ALVEO.....	22
3.1	VALUTAZIONE DELLA CONDIZIONE DI MOTO INCIPIENTE .....	22
3.2	VALUTAZIONE DEL TRASPORTO SOLIDO POTENZIALE AL FONDO .....	26

3.3	VALUTAZIONE DEL TRASPORTO SOLIDO POTENZIALE IN SOSPENSIONE .....	26
3.4	VALUTAZIONE DELLA TENDENZA EVOLUTIVA .....	27
3.4.1	Viadotto VI05 .....	30
3.4.2	Viadotto VI06 .....	31
3.4.3	Viadotto VI07 .....	32
3.4.4	Viadotto NV97 .....	34
4.	CONCLUSIONI .....	36
4.1	ANALISI DEL RAPPORTO CON L'OPERA IN PROGETTO .....	36

## INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 2-1:	COROGRAFIA DELL'AREA DI STUDIO CON INDIVIDUAZIONE DELLA TRATTA FERROVIARIA IN PROGETTO.....	8
FIGURA 2-2:	AREE A PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA (FONTE SITR REGIONE SICILIA, 2018) IN PROSSIMITÀ DEL TRACCIATO PREVISTO PER IL LOTTO 4A (IN AZZURRO) E LA RELATIVA VIABILITÀ (IN BLU).....	9
FIGURA 2-3:	LEGENDA DELLE AREE A PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA.....	9
FIGURA 2-4:	DISTRIBUZIONE TEORICA DELLA GRANULOMETRIA DEI SEDIMENTI IN UNA FORMA DI DEPOSITO.....	14
FIGURA 2-5:	SCHEMA GENERALE DELLA STRUTTURA DEL METODO IDRAIM.....	17
FIGURA 3-1:	SCHEMA DELLE FORZE AGENTI SU UNA PARTICELLA SOLIDA AL FONDO DI UN CORSO D'ACQUA .....	22
FIGURA 3-2:	DIAGRAMMA DI SHIELDS.....	24
FIGURA 3-3:	CONDIZIONE INIZIALE DI MOTO AL FONDO E IN SOSPENSIONE IN FUNZIONE DI D* .....	25
FIGURA 3-4:	CAMPO DI VELOCITÀ NELL'INTORNO DEL VIADOTTO VI05, SEZIONI DI RIFERIMENTO .....	30
FIGURA 3-5:	CAMPO DI VELOCITÀ NELL'INTORNO DEL VIADOTTO VI06, SEZIONI DI RIFERIMENTO .....	31
FIGURA 3-6:	CAMPO DI VELOCITÀ NELL'INTORNO DEL VIADOTTO VI07, SEZIONI DI RIFERIMENTO .....	33
FIGURA 3-7:	CAMPO DI VELOCITÀ NELL'INTORNO DEL VIADOTTO NV97, SEZIONI DI RIFERIMENTO .....	34

## INDICE DELLE TABELLE

TABELLA 2.4-1 –	LISTA DEGLI INDICATORI PER LA VALUTAZIONE DELL'IDM.....	19
TABELLA 2.4-2 –	INDICE E CLASSE DI DINAMICA MORFOLOGICA DEI CORSI D'ACQUA OGGETTO DI STUDIO. L'APPLICAZIONE EFFETTUATA COSTITUISCE UN PRIMO TENTATIVO DI DETERMINARE TALE INDICE E NON VUOLE SOSTITUIRE ALCUNA ALTRA APPLICAZIONE UFFICIALE SVOLTA IN REGIONE SICILIA DAGLI ENTI PREPOSTI.....	20
TABELLA 3.4-1:	PORTATE LIQUIDE IN CORRISPONDENZA DEI VIADOTTI – TR 5 ANNI .....	28
TABELLA 3.4-2:	CALCOLO DELLE PORTATE SOLIDE POTENZIALI – VIADOTTO VI05 .....	30
TABELLA 3.4-3:	CALCOLO DELLE PORTATE SOLIDE POTENZIALI – VIADOTTO VI06 .....	32
TABELLA 3.4-4:	CALCOLO DELLE PORTATE SOLIDE POTENZIALI – VIADOTTO VI07 .....	33
TABELLA 3.4-5:	CALCOLO DELLE PORTATE SOLIDE POTENZIALI – VIADOTTO NV97 .....	35
TABELLA 4.1-1 –	VALORI DELL'INDICE LAM = LIVELLO DI ATTENZIONE PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE PROGRAMMATA .....	37
TABELLA 4.1-2 –	VALORI DELL'INDICE LAM = LIVELLO DI ATTENZIONE PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE PROGRAMMATA .....	37
TABELLA 4.1-3:	LIVELLO DI ATTENZIONE PER INTERVENTI DI MANUTENZIONE PROGRAMMATA PER I CORSI D'ACQUA IN ESAME .....	37



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA  
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - NUOVA ENNA (LOTTO 4A)

IDROLOGIA E IDRAULICA SPECIALISTICA

STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE –  
RELAZIONE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 09	RG	ID0002 001	A	3 di 42

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA          TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - NUOVA ENNA (LOTTO 4A)</b>					
	<b>IDROLOGIA E IDRAULICA SPECIALISTICA</b>					
<b>STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE –          RELAZIONE</b>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 09	CODIFICA RG	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A	FOGLIO 4 di 42

## 1. INTRODUZIONE

### 1.1 Obiettivi e contenuti dello Studio

La presente relazione illustra l'analisi di geomorfologia fluviale effettuata per i corsi d'acqua principali interessati dal Progetto Definitivo del nuovo collegamento Palermo - Catania della tratta Caltanissetta Xirbi - Dittaino, e nello specifico del Lotto 4a: Caltanissetta Xirbi - Enna. Lo studio geomorfologico è stato condotto con l'obiettivo di valutare la tendenza evolutiva dei corsi d'acqua in termini di possibili variazioni morfologiche naturali dell'alveo, che possono esplicarsi con erosioni o deposizioni diffuse e attraverso la relativa mobilitazione dei sedimenti, con il conseguente possibile rischio di interrimento delle opere di attraversamento. La deposizione del materiale d'alveo trasportato dalla corrente, viene presa in considerazione per il dimensionamento delle nuove opere di attraversamento, in quanto la luce libera di sottotrave può ridursi a causa dell'interrimento.

L'analisi del trasporto solido fluviale ha l'obiettivo di valutare la tendenza evolutiva del corso d'acqua, al fine di programmare le conseguenti attività di manutenzione finalizzate al controllo della dinamica morfologica.

### 1.2 Metodologia di lavoro

La metodologia utilizzata per la valutazione della tendenza evolutiva dei corsi d'acqua si è basata sulla combinazione di analisi qualitativo-quantitative, seguendo i seguenti approcci:

- Caratterizzazione geomorfologica del bacino idrografico, con particolare attenzione ai processi legati alla dinamica fluviale, in particolare per valutare (anche qualitativamente) l'entità dell'apporto di sedimenti dai versanti e dai tratti di monte;
- Caratterizzazione del corso d'acqua di interesse, in base ai seguenti aspetti:
  - Granulometria del materiale d'alveo, con attenzione ai sedimenti movimentabili dalle piene;
  - Valutazione della portata di riferimento per le analisi di trasporto solido;
- Individuazione delle caratteristiche di dinamica morfologica, secondo le specifiche della metodologia IDRAIM elaborata da ISPRA (Rinaldi et al., 2015).

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - NUOVA ENNA (LOTTO 4A)  IDROLOGIA E IDRAULICA SPECIALISTICA					
STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE – RELAZIONE	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 09	CODIFICA RG	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A	FOGLIO 5 di 42

- Valutazione del trasporto solido mediante individuazione della formula parametrica di trasporto solido adatta al caso in esame applicata ai risultati del campo di moto bidimensionale a fondo mobile, in particolare, i risultati del calcolo consentono di verificare le opere di attraversamento secondo il seguente schema concettuale:
  - Tendenza all'erosione ⇒ progettazione di opere di protezione dall'erosione, dimensionate con il criterio di impedire lo scalzamento;
  - Tendenza alla deposizione ⇒ progettazione dell'opera di attraversamento in modo che sia garantita l'ufficiosità idraulica (franco di progetto maggiore del minimo richiesto dalla Normativa);  
  
individuazione delle azioni necessarie al mantenimento del franco idraulico di progetto (interventi di manutenzione);
- Definizione del Livello di Attenzione per interventi di manutenzione programmata (LAm), sulla base dei risultati ottenuti tramite la metodologia IDRAIM l'analisi delle tendenze evolutive.

### 1.3 Normativa di riferimento

Ai fini del presente studio sono stati consultati i seguenti strumenti normativi:

- Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia;
- Sistema di valutazione geomorfologica, analisi e monitoraggio dei corsi d'acqua – Metodo IDRAIM (ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale).

#### 1.3.1 Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico

L'analisi delle norme del P.A.I., per quanto attiene agli aspetti geomorfologici, è riportata nella Relazione dedicata RS3U40D69RGGE0003001C.

#### 1.3.2 Piano di gestione dei sedimenti

Allo stato attuale la Regione Sicilia non si è dotata, in attuazione alla Direttiva per la gestione dei sedimenti, approvata nell'aprile 2006, di un Piano generale di gestione dei sedimenti per i corsi d'acqua regionali.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - NUOVA ENNA (LOTTO 4A)					
	IDROLOGIA E IDRAULICA SPECIALISTICA					
STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE – RELAZIONE	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 09	CODIFICA RG	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A	FOGLIO 6 di 42

### **1.3.3 Sistema di valutazione geomorfologica, analisi e monitoraggio dei corsi d'acqua – Metodo IDRAIM (ISPRA – Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale)**

Il sistema di valutazione idromorfologica, analisi e monitoraggio dei corsi d'acqua, denominato IDRAIM, consiste in un metodo di analisi e di supporto alla gestione dei processi geomorfologici dei corsi d'acqua che tiene conto in maniera integrata di obiettivi di qualità e di sicurezza, ai sensi della Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE (Water Framework Directive o WFD) e della Direttiva Alluvioni 2007/60/CE (Floods Directive o FD). Il metodo sviluppato intende costituire una procedura sistematica e strutturata su come affrontare i vari aspetti geomorfologici, ad integrazione di altre componenti (quali, ad es., gli aspetti idraulici ed ecologici), per poter fornire un supporto scientifico e conoscitivo per la gestione integrata dei corsi d'acqua.

Si tratta di una metodologia applicativa, concepita in maniera tale da poter essere utilizzabile da parte degli enti responsabili dell'implementazione delle Direttive e dei piani di gestione e della gestione dei corsi d'acqua.

L'applicazione del metodo porta alla determinazione dell'Indice di Qualità Morfologica (IQM) e dell'Indice di Dinamica Morfologica (IDM). Nell'ambito del presente studio è stato determinato l'IDM, che permette di valutare la propensione del corso d'acqua a modificare le proprie caratteristiche geomorfologiche nel tempo.

La determinazione dell'IDM è effettuata mediante confronto delle caratteristiche del corso d'acqua esaminato con le condizioni di riferimento, rappresentative di un tratto di corso d'acqua in equilibrio dinamico, dove il fiume svolge quei processi geomorfologici che sono attesi per una specifica tipologia, e dove l'artificialità è assente o non altera significativamente la dinamica del corso d'acqua a scala di bacino e di tratto.

La metodologia richiede la suddivisione del corso d'acqua in tratti omogenei e la valutazione di caratteristiche raggruppate in tre categorie:

1. **FUNZIONALITÀ GEOMORFOLOGICA:** si considerano le forme e i processi geomorfologici del corso d'acqua.
2. **ARTIFICIALITÀ:** vengono presi in esame gli eventuali interventi antropici, valutandone l'estensione e la significatività nei confronti dell'evoluzione del corso d'acqua.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA          TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - NUOVA ENNA (LOTTO 4A)</b>					
	<b>IDROLOGIA E IDRAULICA SPECIALISTICA</b>					
<b>STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE –          RELAZIONE</b>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 09	CODIFICA RG	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A	FOGLIO 7 di 42

3. **VARIAZIONI MORFOLOGICHE (instabilità):** si valuta la stabilità dell'alveo mediante confronto con dati cartografici o aerofotogrammetrici storici.

La determinazione dell'IDM è stata eseguita sui principali corsi d'acqua intersecati dall'opera in progetto. Tuttavia si precisa che il metodo è stato sviluppato principalmente per corsi d'acqua di dimensioni generalmente molto maggiori di quelli analizzati in questo lavoro: l'utilizzo del metodo ha quindi necessariamente comportato delle semplificazioni.

#### 1.4 Documentazione di riferimento

La documentazione di riferimento è la seguente:

Relazione geologica, geomorfologica idrogeologica, e sismica	RS3U40D69RGGE0001001C
Carta geologico-geomorfologica	RS3U40D69N5GE0001001C
	RS3U40D69N5GE0001002C
	RS3U40D69N5GE0001003C
	RS3U40D69N5GE0001004C
Carta di sintesi dello studio di geomorfologia fluviale	RS3U40D09GZID0001001A
	RS3U40D09GZID0001002A
	RS3U40D09GZID0001003A
	RS3U40D09GZID0001004A

## 2. CARATTERISTICHE DELL'AREA DI STUDIO

### 2.1 Inquadramento territoriale dell'intervento

L'area interessata dallo studio in oggetto si sviluppa lungo l'asse della linea ferroviaria Palermo - Catania, nel tratto interessato dal progetto di raddoppiamento denominato "Lotto 4a - Caltanissetta Xirbi-Enna", tra Caltanissetta Xirbi e Dittaino. L'area in esame è situata nella porzione centrale della regione Sicilia, tra le province di Caltanissetta ed Enna e interessa essenzialmente i comuni dei due capoluoghi, anche se il tracciato lambisce, senza attraversarli, i territori comunali di S. Caterina Villarmosa e Villarosa (cfr. Figura 2-1).

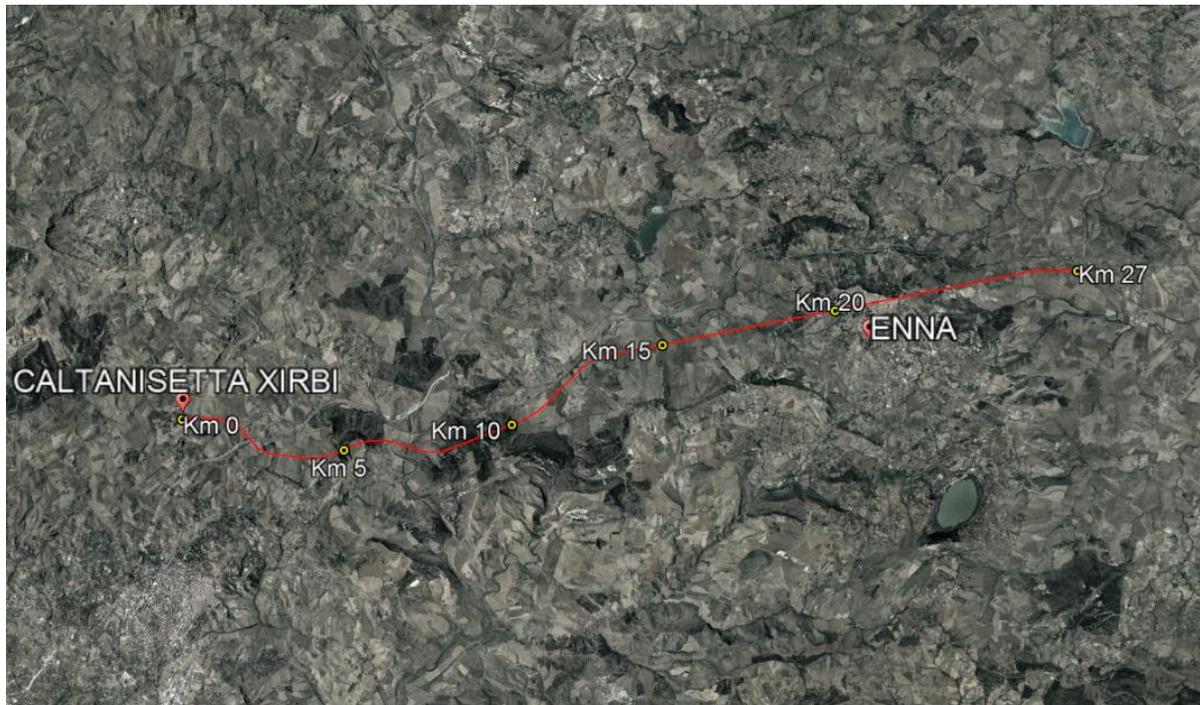


Figura 2-1: Corografia dell'area di studio con individuazione della tratta ferroviaria in progetto.

## 2.2 Aree a pericolosità geomorfologica

La “Carta dei dissesti” e la “Carta della Pericolosità e del rischio geomorfologico” del Piano Stralcio per l’Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia (PAI 2005, e relativi aggiornamenti) riportano una serie di aree a diversa pericolosità idrogeologica connessa prevalentemente con la stabilità dei versanti o con aree di esondazione. La seguente Figura 2-2 mostra la distribuzione di tali aree nell’ambito del tracciato preso in considerazione in questa sede. L’analisi delle Norme del PAI è riportata nella “Relazione di compatibilità geomorfologica” RS3U40D69RGGE0003001C.

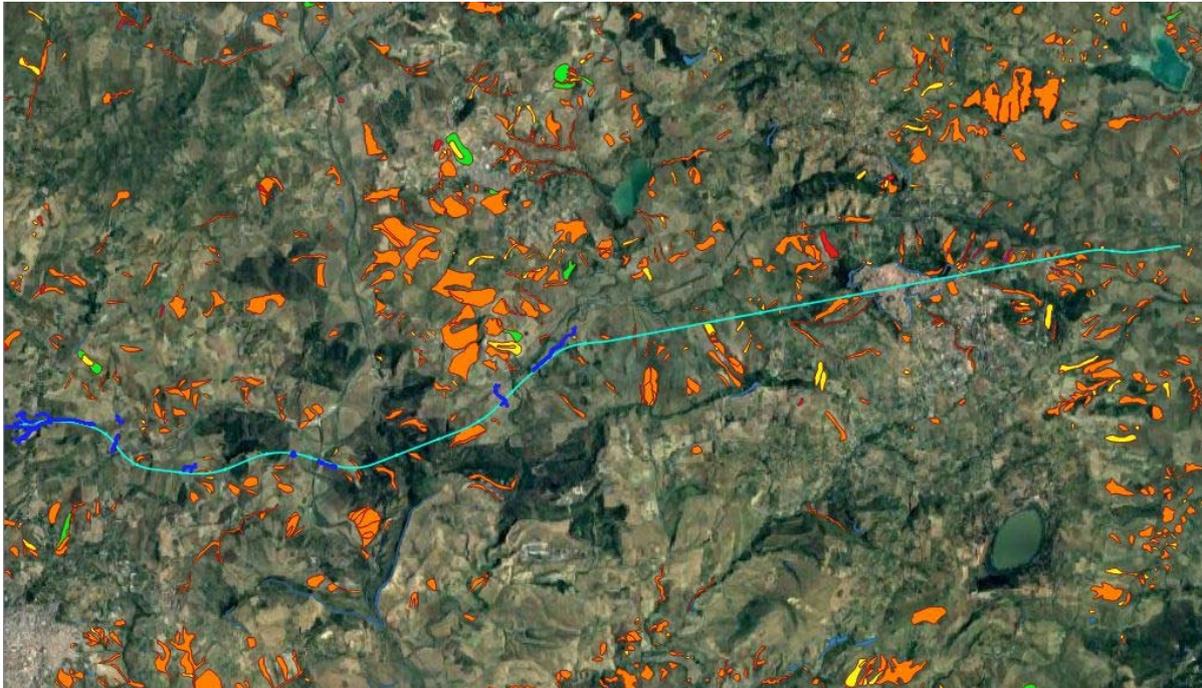


Figura 2-2: Aree a Pericolosità geomorfologica (fonte SITR Regione Sicilia, 2018) in prossimità del tracciato previsto per il Lotto 4a (in azzurro) e la relativa viabilità (in blu).

Pericolosità geomorfologica	
Classe di pericolosità	
	P0 - bassa
	P1 – moderata
	P2 – media
	P3 - elevata
	P4 – molto elevata

Figura 2-3. Legenda delle aree a Pericolosità geomorfologica.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - NUOVA ENNA (LOTTO 4A)					
	IDROLOGIA E IDRAULICA SPECIALISTICA					
STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE – RELAZIONE	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 09	CODIFICA RG	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A	FOGLIO 10 di 42

### 2.3 Caratteristiche ambientali e paesistiche della Regione fluviale

Per quel che riguarda gli aspetti ambientali e paesistici, essi non sono rilevanti ai fini del presente studio. Si rimanda allo Studio di Impatto Ambientale per la valutazione di tali aspetti.

### 2.4 Assetto geomorfologico dei corsi d'acqua

#### 2.4.1 Assetto dei bacini

L'assetto geomorfologico dei bacini dei corsi d'acqua interferiti dalla linea ferroviaria in progetto è derivato dalla caratterizzazione geomorfologica effettuata per il progetto in esame, riportata nelle carte geologico-geomorfologiche elencate al paragrafo 1.4.

L'area di studio, in relazione alla complessa evoluzione geologica subita, risulta fortemente influenzata dal locale assetto stratigrafico-strutturale, da importanti variazioni eustatiche succedutesi nel tempo e dai fenomeni di modellamento superficiale che l'hanno interessata durante il Quaternario.

L'evoluzione morfologica del territorio e i principali elementi geomorfologici rilevati sono direttamente connessi al deflusso delle acque superficiali e ai fenomeni gravitativi e/o erosivi agenti lungo i versanti. Ad essi si aggiungono, inoltre, locali elementi di origine strutturale, forme e depositi connessi con l'attività antropica ed elementi di genesi mista, dovuti all'interazione di più fattori morfologici.

Di seguito vengono descritti, nel dettaglio, i principali elementi geomorfologici presenti nell'area e i relativi fattori morfoevolutivi, con esplicito riferimento a quanto riportato nelle cartografie tematiche allegate alle presenti note.

Il deflusso superficiale dell'area di studio si verifica, essenzialmente, lungo le reti idrografiche dei corsi d'acqua dei torrenti Arenella (non considerato nel suddetto studio) ed Anghillà, e dai fiumi Salso e Morello. Il reticolo idrografico secondario è costituito da una fitta rete di corsi d'acqua a carattere generalmente stagionale e/o torrentizio, che intersecano in diversi punti il tracciato ferroviario.

Relativamente ai settori di intervento si precisa che:

- il Torrente Anghillà si sviluppa inizialmente in direzione SW-NE, per poi proseguire all'incirca in corrispondenza del territorio comunale di Caltanissetta con direzione prevalente W-NE fino a sfociare nel fiume Salso; si tratta di un'asta fluviale mediamente sviluppata, a regime stagionale e/o torrentizio, caratterizzata da modeste coperture alluvionali.

- il Fiume Salso (o Imera Meridionale), lungo circa 144 km, è il principale corso d'acqua della Sicilia; si sviluppa prevalentemente in direzione N-S, e nel tratto analizzato è caratterizzato da una spiccata meandrazione e da una notevole artificialità; i tre rami sorgenti provengono dalla catena delle Madonie, e deve il nome Salso all'elevata salinità delle acque che caratterizzano soprattutto il tratto da Caltanissetta sino alla foce a causa del passaggio attraverso l'altopiano gessoso-solfifero ricco in salgemma. Si tratta di un'asta fluviale ben sviluppata, caratterizzata, nonostante l'ampio bacino di raccolta, da modeste portate che si abbassano notevolmente durante la stagione secca ma che possono portare anche a fenomeni importanti di esondazione durante eventi meteopluviometrici particolarmente intensi. Sviluppate coperture alluvionali.
- il Fiume Morello si sviluppa in direzione prevalentemente NNE-SSW, sino a sfociare nel fiume Salso; si tratta di un'asta fluviale mediamente sviluppata, a regime stagionale e/o torrentizio, caratterizzata da modeste coperture alluvionali.

Le direzioni di deflusso dei principali corsi d'acqua sono indubbiamente condizionate dalle pendenze regionali che, a causa della disposizione circa E-W della Catena Appenninico-Maghrebide, hanno favorito l'origine di aste fluviali a prevalente sviluppo N-S (Contino 2002; Catalano et al. 2011). I tratti in cui i corsi d'acqua sono costretti a marcate deviazioni verso Est o verso Ovest, sono invece una conseguenza diretta dell'adattamento della rete idrografica agli ostacoli topografici, litologici e, soprattutto, strutturali.

Oltre ai suddetti elementi idrografici, sono presenti numerosi corsi d'acqua secondari a carattere marcatamente stagionale e/o torrentizio, con portate estremamente variabili e fortemente condizionate dal regime delle piogge. Tali elementi presentano generalmente un andamento circa ortogonale a quello dei corsi d'acqua principali, e sono caratterizzati da strette vallate incise nei litotipi del substrato. Ad essi si aggiungono, infine, numerosi valloni e solchi di erosione concentrata attivi solo in concomitanza con eventi meteorici particolarmente intensi e severi.

Nell'attuale contesto morfoclimatico, i fenomeni gravitativi di versante rappresentano un fattore di particolare importanza nell'evoluzione geomorfologica del territorio, in quanto fortemente influenti sul modellamento dei rilievi e sull'evoluzione del territorio in esame. Nello specifico, tali fenomeni interessano il membro pelitico-argilloso della Formazione Terravecchia (**TRV**), il complesso evaporitico

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - NUOVA ENNA (LOTTO 4A)					
	IDROLOGIA E IDRAULICA SPECIALISTICA					
STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE – RELAZIONE	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 09	CODIFICA RG	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A	FOGLIO 12 di 42

della Formazione di Pasquasia (GPQ), le calcareniti e arenarie della Formazione di Enna (**ENN**) e le argille siltoso-marnose della Formazione delle Argille Variegate (**AV**) e del Flysch Numidico (**FYN**).

Le zone di affioramento dei depositi marini a dominante pelitica sono caratterizzate da estesi fenomeni di *creep* e/o soliflusso e da movimenti franosi più localizzati, essenzialmente riconducibili a colamenti, e frane complesse in terra (*sensu* Varnes 1978). Lo stato è variabile dall'attivo al quiescente, mentre la distribuzione è per lo più retrogressiva o multidirezionale, raramente costante.

I suddetti fenomeni sono originati dall'azione congiunta di vari fattori quali le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni, la dinamica delle acque superficiali e sotterranee, e l'attuale utilizzo del territorio. In un tale contesto geologico-strutturale, pertanto, le fenomenologie di dissesto seguono canali e orientazioni preferenziali dettate dai fenomeni erosivi connessi al deflusso delle acque di ruscellamento superficiali. I movimenti franosi, infatti, risultano generalmente distribuiti in corrispondenza di solchi di erosione o di alvei in approfondimento.

Nell'intera area esaminata le principali forme di accumulo connesse al deflusso idrico superficiale derivano, essenzialmente, dai processi deposizionali dei principali sistemi fluviali presenti, che conferiscono alle maggiori depressioni vallive una morfologia blandamente ondulata. I depositi che colmano i fondovalle presentano al loro interno vistose variazioni granulometriche e risultano in alcuni casi fortemente interdigitati tra loro, creando così un articolato sistema sedimentario di origine alluvionale.

In corrispondenza dei corsi d'acqua principali, e secondariamente lungo gli alvei dei loro affluenti maggiori, si rinvengono inoltre scarpate di erosione fluviale e zone di erosione laterale delle sponde. Gli alvei secondari mostrano, in generale, una marcata tendenza all'approfondimento, mentre gli alvei più importanti sono caratterizzati da zone in approfondimento e settori di prevalente deposizione.

Infine, in corrispondenza dei versanti e dei rilievi più acclivi, dove affiorano i termini litologici del substrato marino infra-cenozoico, sono presenti chiari fenomeni erosivi sia areali che lineari connessi col deflusso non regimato delle acque superficiali. Tali fenomeni generano, ovviamente, forme caratteristiche quali solchi di erosione concentrata e vallecole a fondo concavo, particolarmente frequenti nelle porzioni medio-basse dei rilievi e nelle zone con le coperture detritico-colluviali più spesse.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - NUOVA ENNA (LOTTO 4A)					
	IDROLOGIA E IDRAULICA SPECIALISTICA					
STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE – RELAZIONE	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 09	CODIFICA RG	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A	FOGLIO 13 di 42

#### **2.4.2 Assetto dei versanti e propensione al dissesto**

L'analisi dell'assetto geomorfologico dell'area in esame mostra che i dissesti presenti sui versanti e sui bacini delle incisioni affluenti ai corsi d'acqua principali, possono alimentare il trasporto solido dei corsi d'acqua. Lo studio di dettaglio eseguito ha però escluso la possibilità che si verifichi una propagazione di flussi detritici iperconcentrati, in quanto non sono presenti, nell'ambito dell'area in studio, elementi geomorfologici indicatori di tali fenomeni, ovvero i conoidi alluvionali caratterizzati da pendenze significative.

#### **2.4.3 Metodologia per l'individuazione dei punti di prelievo del materiale d'alveo**

L'individuazione del punto di prelievo del materiale d'alveo rappresenta un'attività di fondamentale importanza per la caratterizzazione dei fenomeni di geomorfologia fluviale che si intende studiare, in quanto la granulometria dei sedimenti presenti nell'alveo e sulle sponde può essere talmente varia e articolata da dover richiedere, per una rappresentazione completa, più punti di prelievo lungo una stessa sezione. Ovviamente le caratteristiche granulometriche cambiano anche lungo lo sviluppo longitudinale del corso d'acqua, per cui devono opportunamente essere scelte le sezioni di indagine, al fine di rappresentare la variabilità longitudinale del materiale d'alveo, che è la caratteristica maggiormente rappresentativa dei fenomeni che si vogliono studiare in questa sede e che viene anche preliminarmente verificata durante i sopralluoghi tecnici propedeutici all'individuazione dei punti di prelievo. La seguente figura rappresenta la distribuzione teorica della granulometria dei sedimenti in una forma di deposito (barra longitudinale).

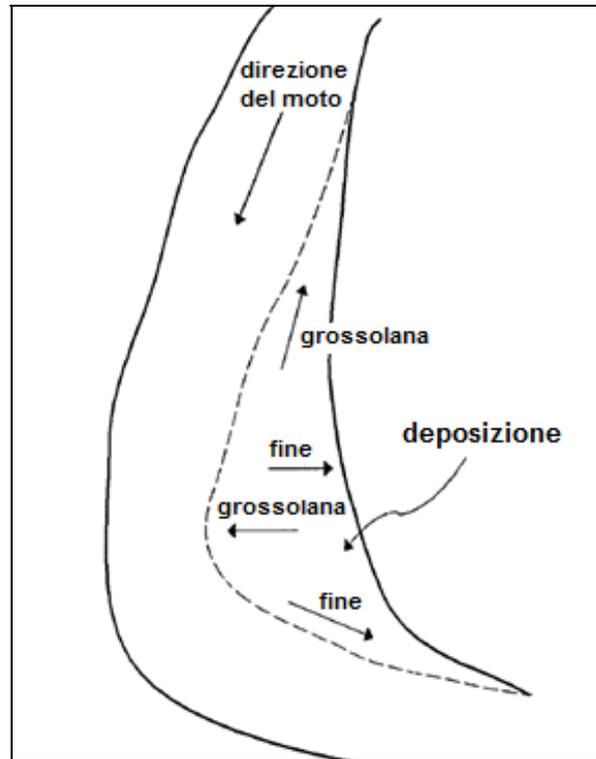


Figura 2-4: Distribuzione teorica della granulometria dei sedimenti in una forma di deposito.

I fenomeni di trasporto solido presi in considerazione vengono indagati, tra l'altro, con una schematizzazione di calcolo idraulico, descritta nel successivo paragrafo, nella quale le sezioni vengono considerate omogenee dal punto di vista granulometrico (nessuna variabilità trasversale della granulometria); di conseguenza, poiché il campione di materiale d'alveo deve essere rappresentativo di ciò che può essere movimentato anche dalle basse portate, si possono individuare le seguenti condizioni per la scelta del punto di prelievo.

- Esame visivo della sezione:
  - o Sedimenti depositi a valle di ostacoli naturali in alveo (es.: grandi massi o vegetazione, oppure strutture);
  - o Deposito rappresentativo della variabilità trasversale della sezione;
  - o Deposito rappresentativo di ciò che si può movimentare con le piene ordinarie;
  - o Punto prossimo all'alveo bagnato, ma situato all'asciutto.
- Modalità di prelievo:

- Traguardare il punto con un oggetto riconoscibile (es. picchetto bianco/rosso o simile);
- Ripresa fotografica del punto di prelievo (foto dall'alto, foto del punto da monte e da valle)
- Scartare eventuali ciottoli di dimensioni maggiori di 10 cm;
- Prelevare con pala a mano almeno 2Kg di materiale da collocare in sacchetto da campionamento;
- Classificare il campione in base al codice dell'individuazione del transetto.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - NUOVA ENNA (LOTTO 4A)					
	IDROLOGIA E IDRAULICA SPECIALISTICA					
STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE – RELAZIONE	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 09	CODIFICA RG	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A	FOGLIO 16 di 42

## 2.4.4 *Indice di Dinamica Morfologica (IDM)*

### 2.4.4.1 Metodo IDRAIM

Il “Sistema di valutazione **idromorfologica**, **analisi** e **monitoraggio** dei corsi d’acqua” denominato IDRAIM, costituisce un quadro metodologico complessivo di analisi, valutazione post-monitoraggio e di definizione delle misure di mitigazione degli impatti ai fini della pianificazione integrata prevista dalle Direttive 2000/60/CE (Acque) e 2007/60/CE (Alluvioni).

La metodologia IDRAIM prende in considerazione i processi legati alle variazioni del fondo alveo, alla mobilità laterale, alla presenza di opere e a tutte quelle componenti che vanno a determinare la dinamica morfologica di un corso d’acqua. Tali valutazioni, opportunamente integrate con le metodologie tradizionalmente impiegate per le analisi idrauliche, forniscono un quadro completo e dettagliato degli elementi che caratterizzano un corso d’acqua.

Il metodo IDRAIM, tenendo conto in maniera integrata di obiettivi di qualità ambientale e di mitigazione dei rischi legati ai processi di dinamica fluviale, si pone quindi come sistema a supporto della gestione dei corsi d’acqua e dei processi geomorfologici.

La struttura complessiva del metodo IDRAIM si articola in 4 fasi che possono essere riassunte come riportato in Figura 2-5: si tratta di uno strumento metodologico flessibile, che può variare a seconda delle finalità per le quali viene impiegato, in cui ogni componente può essere affrontata per livelli di approfondimento crescenti, tenendo conto degli obiettivi e delle esigenze specifiche. I metodi utilizzati per la valutazione della qualità e della dinamica morfologica presentano un’analoga e coerente impostazione. Essi possono essere utilizzati insieme o anche separatamente, secondo l’esigenza di analizzare entrambi gli aspetti o uno solo di essi. Infine, i due aspetti di qualità morfologica e pericolosità della dinamica morfologica sono tenuti concettualmente separati, ma una delle finalità del metodo è di fare emergere le conflittualità ed individuare le possibili azioni per tenere conto dei diversi obiettivi.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - NUOVA ENNA (LOTTO 4A)					
	IDROLOGIA E IDRAULICA SPECIALISTICA					
STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE – RELAZIONE	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 09	CODIFICA RG	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A	FOGLIO 17 di 42

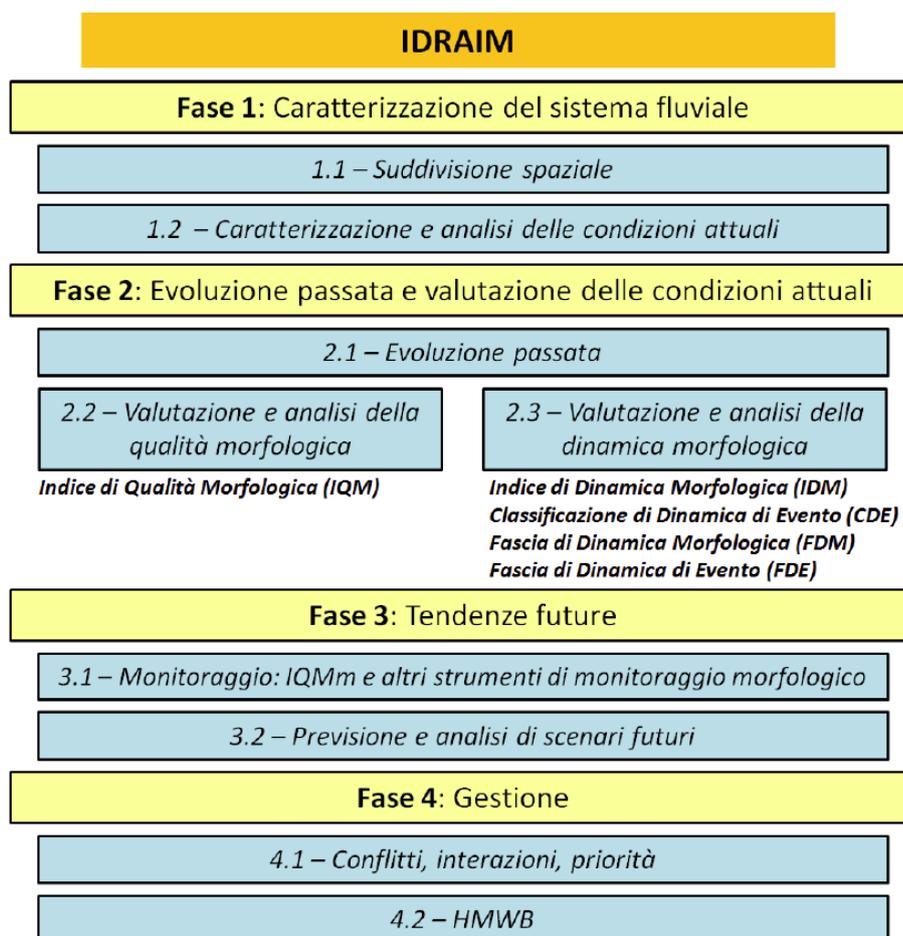


Figura 2-5: Schema generale della struttura del metodo IDRAIM.

Nell'ambito del presente studio è stata applicata, in via preliminare, la procedura per la valutazione dell'Indice di Dinamica Morfologica (IDM) basata sulle seguenti componenti:

- 1) Morfologia e processi: riguarda le caratteristiche dell'alveo, del fondo, delle sponde, i processi e le tendenze attuali (localizzate e distribuite) manifestate ad una scala temporale degli ultimi 10 - 15 anni.
- 2) Artificialità: considera nel dettaglio le opere che maggiormente condizionano i processi di dinamica morfologica.
- 3) Variazioni morfologiche: si basano sull'analisi delle variazioni avvenute negli ultimi decenni, le quali condizionano la propensione o meno ai vari tipi di pericolosità.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - NUOVA ENNA (LOTTO 4A)					
	IDROLOGIA E IDRAULICA SPECIALISTICA					
STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE – RELAZIONE	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 09	CODIFICA RG	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A	FOGLIO 18 di 42

La valutazione complessiva viene effettuata attraverso l'ausilio di apposite schede di valutazione, per mezzo delle quali si effettua un'analisi attraverso l'impiego integrato di immagini telerilevate e rilevamenti sul terreno. Le schede si basano sull'utilizzo di una serie di indicatori, per ognuno dei quali sono fornite una serie di possibili risposte (in numero variabile). Gli indicatori sono basati su una o più variabili quantitative o qualitative: in genere si tratta della percentuale rispetto alla lunghezza totale del tratto lungo la quale si osservano determinate caratteristiche o processi.

Ogni componente viene valutata attraverso una serie di indicatori, che sono:

1. Indicatori di morfologia e processi. Essi partono da aspetti di carattere generale (tipologia d'alveo, materiale che costituisce le sponde e il fondo); successivamente si prendono in esame i processi di arretramento delle sponde, e infine si vanno ad esaminare le tendenze (alla scala degli ultimi 10 - 15 anni) di variazioni della larghezza e della quota del fondo alveo. Alcuni indicatori di morfologia e processi includono l'esame degli elementi di artificialità, considerati ad esempio tra i tipi di materiale costituenti il fondo e le sponde.
2. Indicatori di artificialità. Essi prendono in esame in maniera più specifica gli elementi artificiali, analizzandoli dal punto di vista dei loro potenziali effetti sui processi (es. difese di sponda come impedimento dei processi di arretramento delle sponde). Si precisa che il metodo non prevede una valutazione puntuale sullo stato delle opere: quando esse sono presenti all'interno o nelle immediate vicinanze dell'alveo attuale, in assenza di informazioni a riguardo, esse vengono assunte come interferenti con la dinamica morfologica. Esse vengono invece escluse qualora si accerti che non esplicano più la loro funzione di protezione delle sponde o del fondo.
3. Indicatori di variazioni morfologiche. Le variazioni morfologiche durante gli ultimi decenni sono valutate come indicatori di instabilità, pertanto di dinamica morfologica. Tale instabilità infatti può ancora manifestarsi, con la possibilità che, durante eventi di piena di una certa intensità, possano verificarsi delle modifiche morfologiche verso precedenti configurazioni (ad es. rimodellamento di superfici abbandonate per restringimento dell'alveo). Nel caso specifico, trattandosi di una applicazione semplificata del metodo, la valutazione degli indicatori di tale componente si è basata su quanto osservato in campo e sulla base di dati reperiti da ortofoto di anni passati, ma non sulla base di una analisi storica di dettaglio.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA          TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - NUOVA ENNA (LOTTO 4A)</b>					
	<b>IDROLOGIA E IDRAULICA SPECIALISTICA</b>					
<b>STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE –          RELAZIONE</b>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 09	CODIFICA RG	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A	FOGLIO 19 di 42

Ogni indicatore viene attribuito, a seconda dei suoi effetti prevalenti, ad una delle due componenti che costituiscono la dinamica morfologica: (1) dinamica verticale; (2) dinamica laterale. La dinamica verticale riguarda tutti gli aspetti connessi con la dinamica morfologica del fondo (erodibilità del fondo, processi di fondo localizzati, tendenze altimetriche, opere di rivestimento o consolidamento, ecc.). La dinamica laterale è invece relativa a tutti gli aspetti connessi con l'arretramento delle sponde e le variazioni di larghezza (erodibilità delle sponde, tendenze di larghezza, difese di sponda, ecc.).

#### 2.4.4.2 Applicazione al caso di studio

Come riportato al paragrafo precedente, la valutazione dell'Indice di Dinamica Morfologica si basa sulla valutazione della morfologia e dei processi che si verificano in alveo e in corrispondenza delle sponde, dell'artificialità e delle variazioni morfologiche; ognuna di queste componenti viene valutata attraverso indicatori riportati in Tabella 2.4-1.

Tabella 2.4-1 – Lista degli indicatori per la valutazione dell'IDM.

SIGLA	INDICATORE
<i>Morfologia e Processi</i>	
M1	Tipologia d'alveo
M2	Erodibilità delle sponde
M3	Erodibilità del fondo
M4	Processi di arretramento delle sponde
M5	Tendenze di larghezza
M6	Tendenze altimetriche
<i>Artificialità</i>	
A1	Difese di sponda
A2	Opere di rivestimento o consolidamento del fondo
<i>Variazioni morfologiche</i>	
V1	Variazione della configurazione morfologica
V2	Variazioni di larghezza
V3	Variazioni altimetriche

I risultati dell'applicazione del metodo sopra descritto in corrispondenza dei tratti di corsi d'acqua analizzati vengono riportati in Tabella 2.4-2. Si precisa la determinazione dell'indice IDM effettuata nell'ambito di questo studio è da ritenersi indicativa e limitata ai tratti di alveo esaminati: non vuole sostituire alcuna altra determinazione o valutazione ufficiale eseguita dagli Enti preposti (es. ARPA).

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA          TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - NUOVA ENNA (LOTTO 4A)</b>					
	<b>IDROLOGIA E IDRAULICA SPECIALISTICA</b>					
<b>STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE –          RELAZIONE</b>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 09	CODIFICA RG	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A	FOGLIO 20 di 42

Tabella 2.4-2 – Indice e Classe di Dinamica Morfologica dei corsi d'acqua oggetto di studio. L'applicazione effettuata costituisce un primo tentativo di determinare tale indice e non vuole sostituire alcuna altra applicazione ufficiale svolta in Regione Sicilia dagli Enti preposti.

Corso d'acqua	ID Sondaggio	Classe di Dinamica Morfologia (IDM)				
		Molto bassa	Bassa	Media	Elevata	Molto elevata
Anghilla	Gr_L4_Anghilla_01			0.45		
Morello	Gr_L4_07			0.42		
Imera o Salso					0.66	
Imera o Salso monte					0.64	
Imera o Salso canale		0				
Imera o Salso valle				0.5		

Sulla base dei risultati ottenuti si può osservare come in corrispondenza dei tratti analizzati per il Torrente Anghillà e per il fiume Morello si è riscontrata una configurazione del corso d'acqua prevalentemente naturale, associata a condizioni di bassa energia, caratterizzati da sponde mediamente erodibili e da un fondo alluvionale erodibile per il 66-90% della lunghezza dei singoli tratti analizzati, in cui non si sono osservate particolari variazioni di larghezza ed altimetriche nel tempo; l'insieme di questi dati ha portato a classificare i corsi d'acqua come caratterizzati da una dinamica morfologica media ( $0.4 \leq IDM \leq 0.6$ ).

Per quel che riguarda invece il corso del Fiume Imera meridionale (o Salso) sono state effettuate due analisi: infatti, come riporta la tabella soprastante, è stato valutato un valore di IDM sia per l'intera tratta in esame, sia suddividendo la stessa in tre parti differenti sulla base delle caratteristiche che contraddistinguono ciascuna sottotratta. In particolare: la voce "Salso monte" comprende il tratto esteso circa 1500 m a monte del tratto meandriforme canalizzato; la voce "Salso canale" rappresenta il tratto meandriforme canalizzato, che ovviamente mostra un indice IDM pari a 0 (dinamica morfologica molto bassa); la voce "Salso valle" il tratto esteso circa 1200 m a valle del tratto canalizzato. In questo caso si può notare come l'analisi dell'intera tratta o di quella esclusivamente a monte del tratto meandriforme canalizzato abbiano messo in evidenza valori di IDM ricadenti nella classe elevata ( $0.6 \leq IDM \leq 0.8$ ), mentre il tratto a valle del tratto meandriforme canalizzato ricade come la maggior parte dei corsi d'acqua analizzati nella classe media ( $0.4 \leq IDM \leq 0.6$ ).

Si allegano a fine testo le schede per la valutazione dell'indice IDM, compilate per i tratti esaminati.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO          NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA          TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - NUOVA ENNA (LOTTO 4A)</b>  <b>IDROLOGIA E IDRAULICA SPECIALISTICA</b>					
<b>STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE –          RELAZIONE</b>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 09	CODIFICA RG	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A	FOGLIO 21 di 42

## 2.5 Apporto di sedimenti al tratto di studio

Sulla base delle analisi condotte ed illustrate nei paragrafi precedenti è possibile correlare, seppur in maniera qualitativa, le dinamiche di versante e del corso d'acqua (IDM semplificato) con le litologie presenti nel bacino, al fine di valutare la dinamica di trasporto solido dei corsi d'acqua oggetto di studio, come meglio descritto nel seguito al capitolo 3. I corsi d'acqua più piccoli analizzati (Torrente Anghillà e Fiume Morello) sono caratterizzati da una dinamica morfologica media, dovuta alla presenza di sponde alluvionali e fondo erodibili per buona parte dei tratti in esame, mentre per il corso d'acqua più importante (Fiume Salso) sono stati riscontrati valori ricadenti nella classe elevata, in quanto caratterizzato da una configurazione morfologica associata a condizioni di elevata energia e mobilità laterale.

I bacini sono caratterizzati dalla presenza di dissesti, la cui natura contribuisce all'apporto di materiale solido in alveo.

Si può, quindi, ritenere che vi sia apporto di sedimento ai tratti di studio.

### 3. VALUTAZIONE DEL TRASPORTO SOLIDO IN ALVEO

#### 3.1 Valutazione della condizione di moto incipiente

La prima interpretazione del fenomeno di inizio del trasporto al fondo, comunemente noto come *moto incipiente* o condizione critica per il fondo, si deve a Shields (1936), che individuò la relazione tra il valore della tensione al contorno  $\tau_0$  che pone in movimento il materiale di fondo di densità  $\rho_s$  e diametro  $d_s$  e le proprietà del fluido,  $\mu$  e  $\rho$ . Nella formulazione più semplice tale relazione si deduce come segue.

In alveo rettangolare molto largo il raggio idraulico si confonde con la profondità  $h$  e la tensione al fondo  $\tau_0$  si può esprimere come

$$\tau_0 = \rho g h j \quad 3.1$$

Con riferimento alla Figura 3-1, in condizioni critiche la resistenza al moto,  $R$ , dei granuli di diametro  $d_s$  e peso specifico  $\gamma_s$ , uguaglia la forza di trascinamento al fondo all'inizio del trasporto,  $A$ .

$$R \propto (\gamma_s - \gamma) d_s^3 \quad 3.2$$

$$A \propto C_R \tau_{cr} d_s^2 \quad 3.3$$

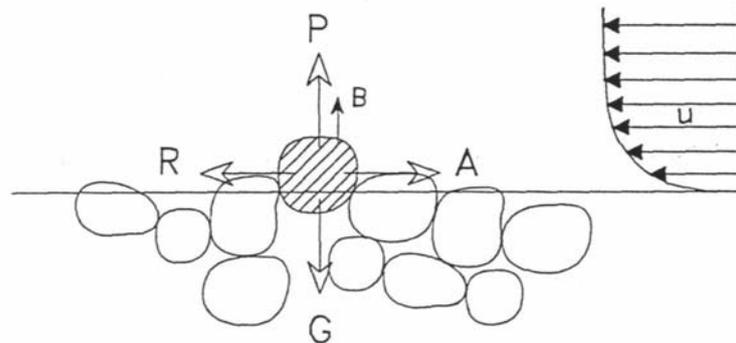


Figura 3-1: Schema delle forze agenti su una particella solida al fondo di un corso d'acqua

Il coefficiente  $C_R$  è funzione, a parità di forma dei sedimenti, del numero di Reynolds del sedimento, costruito con le grandezze caratteristiche del moto attorno al granulo:

- la velocità di attrito  $u_* = \sqrt{\tau_0 / \rho}$
- il diametro del granulo  $d_s$
- la viscosità cinematica del fluido  $\nu = \mu / \rho$

ossia dal numero

$$Re_* = \frac{u_* d_s}{\nu} \quad 3.4$$

Si ha in definitiva

$$\frac{\tau_{cr}}{(\gamma_s - \gamma) d_s} = f\left(\frac{u_* d_s}{\nu}\right) \quad 3.5$$

Il primo membro della (3.5), indicato spesso anche come  $\theta_{cr}$ , prende il nome di *parametro di stabilità* o di *mobilità di Shields*

$$\theta_{cr} = \frac{u_*^2}{g \frac{\rho_s - \rho}{\rho} d} = \frac{u_*^2}{g \Delta d} = \frac{\tau_{cr}}{g(\rho_s - \rho) d} \quad 3.6$$

Avendo indicato con  $\Delta = \frac{\rho_s - \rho}{\rho}$  la densità relativa del grano immerso.

La dipendenza funzionale da  $Re^*$  di  $\theta_{cr}$  è rappresentata dalla *curva di Shields*.

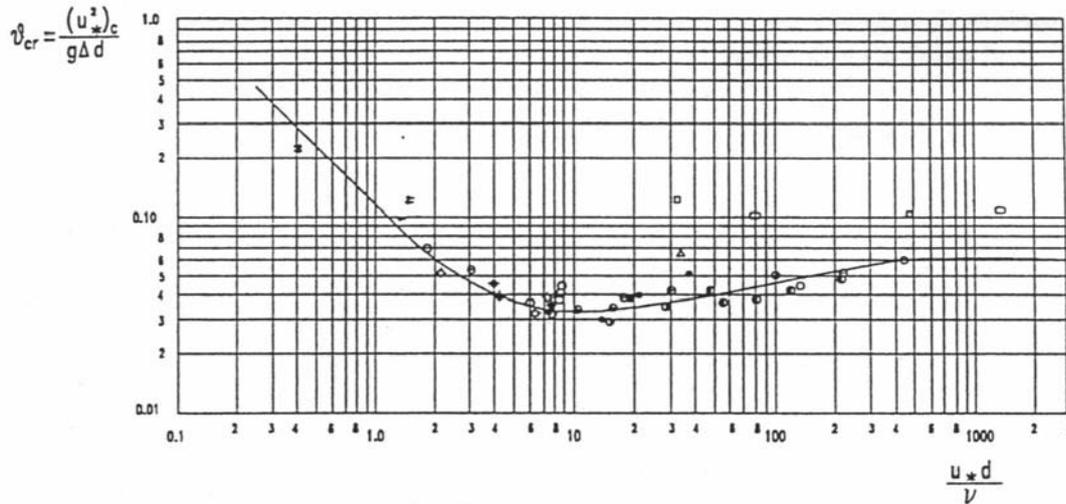


Figura 3-2: Diagramma di Shields

Questa curva separa la zona di mobilità delle particelle da quella di immobilità: per i punti che giacciono sotto la curva, il moto dell'acqua non è in grado di provocare il moto delle particelle ( $\theta \leq \theta_{cr}$ ), i punti che giacciono al di sopra della curva rappresentano invece condizioni di movimento dei sedimenti.

Secondo L.C. van Rijn (*SIMPLE GENERAL FORMULAE FOR SAND TRANSPORT IN RIVERS, ESTUARIES AND COASTAL WATERS*, 2007), la condizione di moto incipiente può essere espressa come funzione del diametro adimensionale dei sedimenti  $D^*$ . Il parametro  $D^*$  è definito come:

$$D^* = d_{50} [(s-1)g/\nu^2]^{1/3} \quad 3.7$$

Con  $d_{50}$  diametro medio dei sedimenti [m],  $s$  è il rapporto tra la densità dei sedimenti e quella dell'acqua ( $s$  assunto pari a 2.65),  $\nu$  è la viscosità cinematica dell'acqua.

Una semplice espressione per stimare la condizione di incipiente di movimento (moto delle particelle sul fondo alveo) è data dalla seguente espressione (van Rijn, 2007):

$$\theta_{cr, motion} = 0.3 / (1 + 1.2 D^*) + 0.055 [1 - \exp(-0.02 D^*)] \quad 3.8$$

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - NUOVA ENNA (LOTTO 4A)					
	IDROLOGIA E IDRAULICA SPECIALISTICA					
<b>STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE –          RELAZIONE</b>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS3U	40 D 09	RG	ID0002 001	A	25 di 42

Dove:

$D^*$  è il diametro adimensionale dei sedimenti,  $\theta_{cr, m}$  è il parametro di Shields alla condizione di incipiente di movimento al fondo.

In modo analogo è stata sviluppata un'espressione per stimare la condizione limite di moto in sospensione:

$$\theta_{cr, suspension} = 0.3 / (1 + D^*) + 0.1 [1 - \exp(-0.05 D^*)] \quad 3.9$$

Quest'ultime espressioni sono rappresentate nel grafico riportato nella seguente figura:

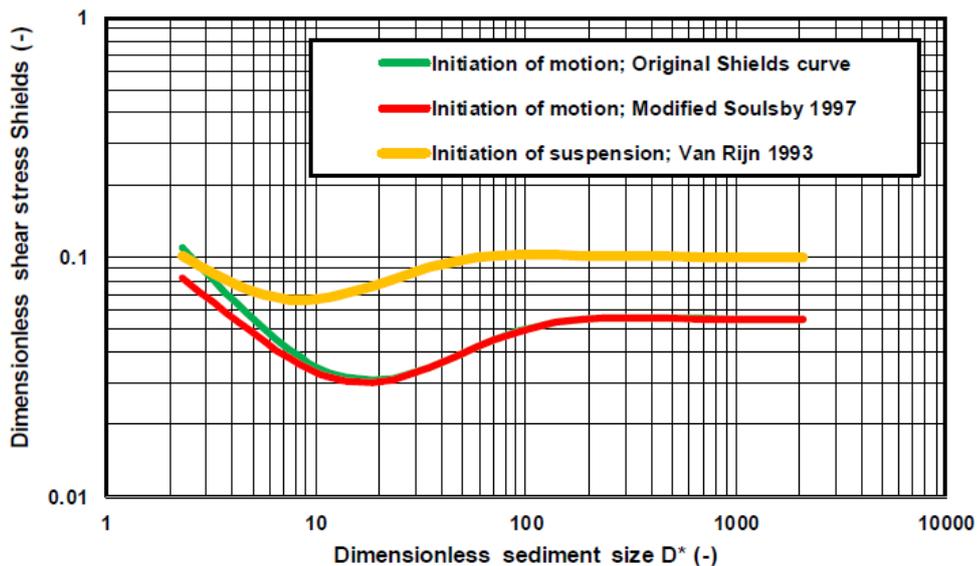


Figura 3-3: Condizione iniziale di moto al fondo e in sospensione in funzione di  $D^*$

Entrambe le equazioni possono essere utilizzate per calcolare la velocità media (media sulla verticale) in condizioni di incipiente di movimento al fondo ed in sospensione, rispettivamente:

$$U_{critical, motion} = 5.75 [\log(12h/(6D_{50}))] [\theta_{cr, motion} (s-1) g D_{50}]^{0.5} \quad 3.10$$

$$U_{critical, suspension} = 5.75 [\log(12h/(6D_{50}))] [\theta_{cr, suspension} (s-1) g D_{50}]^{0.5} \quad 3.11$$

Dove  $D_{50}$  è il diametro mediano espresso in metri,  $h$  è il tirante della corrente,  $s$  è il rapporto tra la densità dei sedimenti e quella dell'acqua ( $s$  assunto pari a 2.65) e  $g$  è l'accelerazione di gravità.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - NUOVA ENNA (LOTTO 4A)					
	IDROLOGIA E IDRAULICA SPECIALISTICA					
<b>STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE –          RELAZIONE</b>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 09	CODIFICA RG	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A	FOGLIO 26 di 42

### 3.2 Valutazione del trasporto solido potenziale al fondo

Van Rijn propone una semplice espressione per la stima del trasporto potenziale specifico al fondo in condizioni stazionarie, espresso in funzione delle caratteristiche dei sedimenti e della corrente liquida.

$$q_b = \alpha_b \rho_s U h (d_{50}/h)^{1.2} M_e^{1.5} \quad 3.12$$

Dove:

$q_b$  è la portata solida potenziale specifica per unità di larghezza al fondo [kg/(sm)]

$\alpha_b = 0.015$  ;

$\rho_s$  è la densità dei sedimenti, assunta pari a 2650 kg/m<sup>3</sup> ;

U e h sono rispettivamente velocità media [m/s] e tirante [m] della corrente;

$d_{50}$  è il diametro mediano dei sedimenti espresso in metri;

$M_e$  è il parametro di mobilità.  $M_e = (U_e - U_{cr}) / [(s-1) d_{50}]^{0.5}$  con  $U_e$  velocità effettiva ( $U_e = U$  in assenza di moto ondoso),  $U_{cr}$  è la velocità critica di incipiente di movimento al fondo ( $U_{cr,m}$ ),  $s = (\rho_s - \rho_w) / \rho_w$  è la densità relativa.

### 3.3 Valutazione del trasporto solido potenziale in sospensione

In modo analogo a quanto fatto per il trasporto solido al fondo, van Rijn ha ricavato un'equazione per il trasporto potenziale specifico in sospensione.

$$q_s = 0.03 \rho_s U d_{50} M_e^2 (D^*)^{-0.6} \quad 3.13$$

Dove:

$q_s$  è la portata solida potenziale specifica per unità di larghezza in sospensione [kg/(sm)];

$\rho_s$  è la densità dei sedimenti, assunta pari a 2650 kg/m<sup>3</sup> ;

U e h sono rispettivamente velocità media [m/s] e tirante [m] della corrente;

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - NUOVA ENNA (LOTTO 4A)					
	IDROLOGIA E IDRAULICA SPECIALISTICA					
<b>STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE –          RELAZIONE</b>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 09	CODIFICA RG	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A	FOGLIO 27 di 42

$d_{50}$  è il diametro mediano dei sedimenti espresso in metri;

$D^* = d_{50}[(s-1)g/v^2]^{1/3}$  è il diametro adimensionale dei sedimenti;

$M_e$  è il parametro di mobilità.  $M_e = (U_e - U_{cr}) / [(s-1) d_{50}]^{0.5}$  con  $U_e$  velocità effettiva ( $U_e = U$  in assenza di moto ondoso),  $U_{cr}$  è la velocità critica di incipiente di movimento in sospensione ( $U_{cr,s}$ ),  $s = (\rho_s - \rho_w) / \rho_w$  è la densità relativa.

### 3.4 Valutazione della tendenza evolutiva

Data una sezione fluviale trasversale alla corrente è possibile definire il trasporto solido potenziale totale come somma del trasporto di materiale al fondo e quello in sospensione. La prima aliquota è dominante per quei corsi d'acqua il cui fondo alveo è costituito da materiale grossolano (sabbie e ghiaie), mentre la seconda aliquota caratterizza tendenzialmente il trasporto solido degli alvei argillosi e limosi.

Se  $B$  è la larghezza della sezione di riferimento, possiamo scrivere:

$$Q_{tot} = Q_b + Q_s = (q_b + q_s)B \quad 3.14$$

Dove  $Q_{tot}$  è il trasporto solido totale potenziale [kg/s], calcolato attraverso i valori medi del trasporto solido specifico potenziale al fondo e in sospensione, rispettivamente  $q_b$  e  $q_s$ .

Fissato un tratto d'alveo delimitato da una sezione di monte e da una di valle è possibile valutare in condizioni stazionarie il bilancio di trasporto solido potenziale totale, come differenza tra la portata solida entrante e quella uscente.

$$\Delta Q_{tot} = Q_{tot,i} - Q_{tot,u} \quad 3.15$$

Data una condizione di moto di riferimento, se il flusso di sedimenti in ingresso è superiore a quello in uscita ( $\Delta Q_{tot} > 0$ ) è possibile affermare, in prima approssimazione, che il tratto fluviale in esame ha una tendenza al deposito di sedimenti. Viceversa, se il disavanzo è negativo ( $\Delta Q_{tot} < 0$ ) possiamo ritenere che il tratto di corso d'acqua è in condizioni di tendenziale erosione. Una condizione di tendenziale equilibrio si ha se il bilancio è prossimo al valore zero ( $\Delta Q_{tot} \sim 0$ ).

Per ogni tratto fluviale di considerato, la differenza di portata solida va considerata relativi, in particolare  $\Delta Q_{tot}$  andrà rapportato al flusso solida potenziale totale in ingresso ( $\Delta Q_{tot} / Q_{tot,i}$ ).

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - NUOVA ENNA (LOTTO 4A)					
	IDROLOGIA E IDRAULICA SPECIALISTICA					
<b>STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE –          RELAZIONE</b>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 09	CODIFICA RG	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A	FOGLIO 28 di 42

I valori  $\Delta Q_{tot}$  saranno calcolati rispetto ai valori medi lungo la sezione della velocità e del tirante.

Nei casi in cui i campi di moto assumano geometrie complesse, ad esempio ove presenti affluenti laterali di rilievo, saranno considerate più sezioni di corrente a monte; in questi casi il valore di  $Q_{tot,i}$  sarà calcolato la somma di più contributi. Lo stesso vale anche per le sezioni di valle per la stima di  $Q_{tot,u}$ , nel caso ad esempio di biforcazioni del flusso.

Nei prossimi paragrafi verrà verranno valutate le tendenze evolutive dei corsi d'acqua interferenti con le opere di principali, per quei tratti fluviali posti a cavallo degli attraversamenti principali di progetto.

Volendo valutare le tendenze evolutive nel medio periodo, le portate liquide di adottate sono relativamente basse, assunte pari a quelle stimate idrologicamente per un tempo di ritorno pari a 5 anni. Le portate di riferimento sono indicate nella prossima tabella. Trattandosi di stime del trasporto potenziale, cioè nella condizione ideale in cui il valore di materiale movimentato assume la massima intensità per la corrente liquida di riferimento, si è preferito simulare il campo di moto in condizioni stazionarie attraverso modellazione bidimensionale.

<i>wbs</i>	<i>Corso d'acqua</i>	<i>Tempo di ritorno [anni]</i>	<i>Q<sub>max</sub> [m<sup>3</sup>/s]</i>
VI05	Vallone Anghilla	5	13
VI06	Fiume Imera Meridionale	5	1106
VI07	Torrente Morello	5	419
NV97	Torrente Morello	5	419

Tabella 3.4-1: Portate liquide in corrispondenza dei viadotti – TR 5 anni

La descrizione di dettaglio dei modelli numerici sviluppati è riportata nella relazione specialistica “Relazione idraulica studi bidimensionali”.

Il presente approfondimento mira ad una valutazione di massima delle tendenze evolutive di alcuni tratti fluviali, per cui, visto il grado di approssimazione richiesto, può essere eseguita riferendosi ad un modello numerico a fondo fisso, applicando delle portate liquide invarianti nel tempo.

L'approccio proposto è sicuramente semplificato poiché non tiene in considerazione diversi fattori come la disponibilità effettiva di sedimenti in alveo, caratteristiche morfologiche locali del corso d'acqua, gli effetti di corazzamento, effetti di moto vario, modifiche del fondo alveo che si ripercuotono nel campo di moto etc. . Un' eventuale valutazione sull' assetto geometrico di un corso d'acqua a seguito del passaggio di un evento di piena, andrebbe eseguita con modello numerico a fondo mobile di dettaglio e basandosi su una conoscenza accurata delle condizioni iniziali e delle caratteristiche dei sedimenti che compongono il fondo alveo.

### 3.4.1 Viadotto VI05

Come evidenziato dallo stralcio planimetrico in Figura 3-4. Il viadotto VI05 interseca ortogonalmente il Vallone Anghilla. In questa sede è stato studiato un tratto di alveo posto a cavallo dell'opera di attraversamento e compreso tra le sezioni "VI05-sez01" (monte) e "VI05-sez02" (valle).

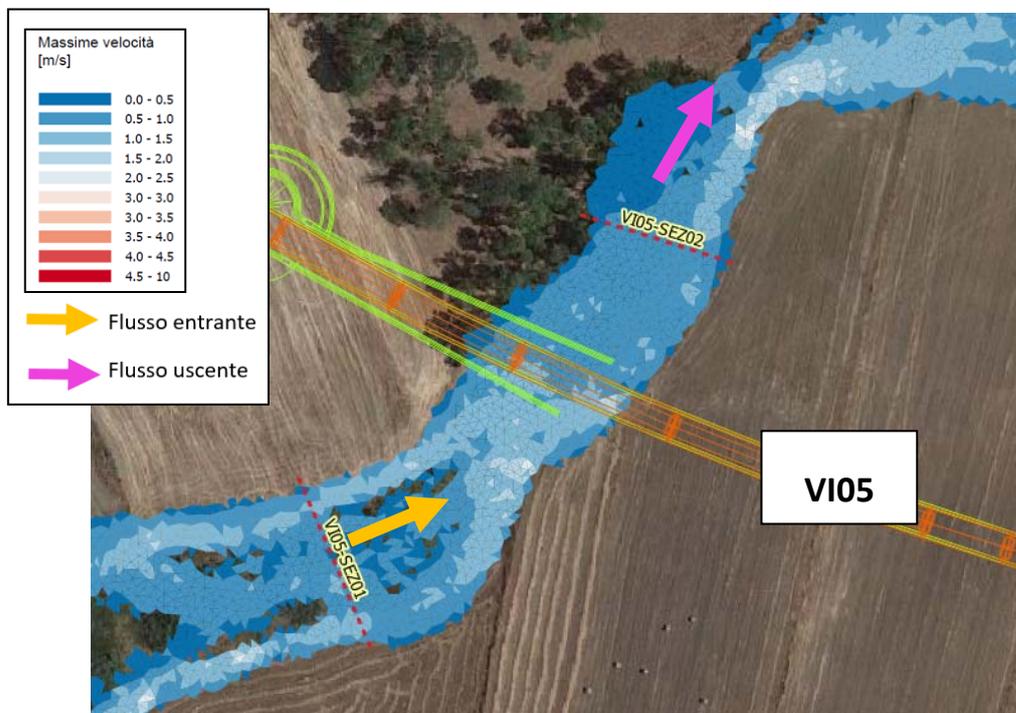


Figura 3-4: Campo di velocità nell'intorno del viadotto VI05, sezioni di riferimento

sez 01		sez 02	
d50 [mm]	0.0040	d50 [mm]	0.0040
h [m]	0.33	h [m]	0.50
U[m/s]	0.84	U[m/s]	0.67
B [m]	40	B [m]	38
Uc,m [m/s]	0.125	Uc,m [m/s]	0.129
Uc,s [m/s]	0.126	Uc,s [m/s]	0.130
Qb [kg/s]	0.5	Qb [kg/s]	0.2
Qs [kg/s]	332.5	Qs [kg/s]	143.9
<b>Qtot [kg/s]</b>	<b>332.9</b>	<b>Qtot [kg/s]</b>	<b>144.1</b>

Tabella 3.4-2: Calcolo delle portate solide potenziali – viadotto VI05

$$\Delta Q_{\text{tot}} / Q_{\text{tot},i} = + 57\%$$

Le stime delle portate solide potenziali sono riportate in Tabella 3.4-2. Il flusso di sedimenti in ingresso appare superiore a quello in uscita, per cui, visto l'approccio semplificato qui adottato, si ritiene che il tratto di alveo analizzato sia caratterizzato da una tendenza al deposito.

### 3.4.2 Viadotto VI06

Il viadotto ferroviario VI06 attraversa l'area allagabile del Fiume Imera intersecando un ampio meandro semicircolare (Figura 3-5). La valutazione degli apporti solidi potenziali trasportabili dalle piene è stata effettuata per un tratto di corso d'acqua compreso tra le sezioni "VI06-SEZ01" e "VI06-SEZ03" e riportata in Tabella 3.4-3.

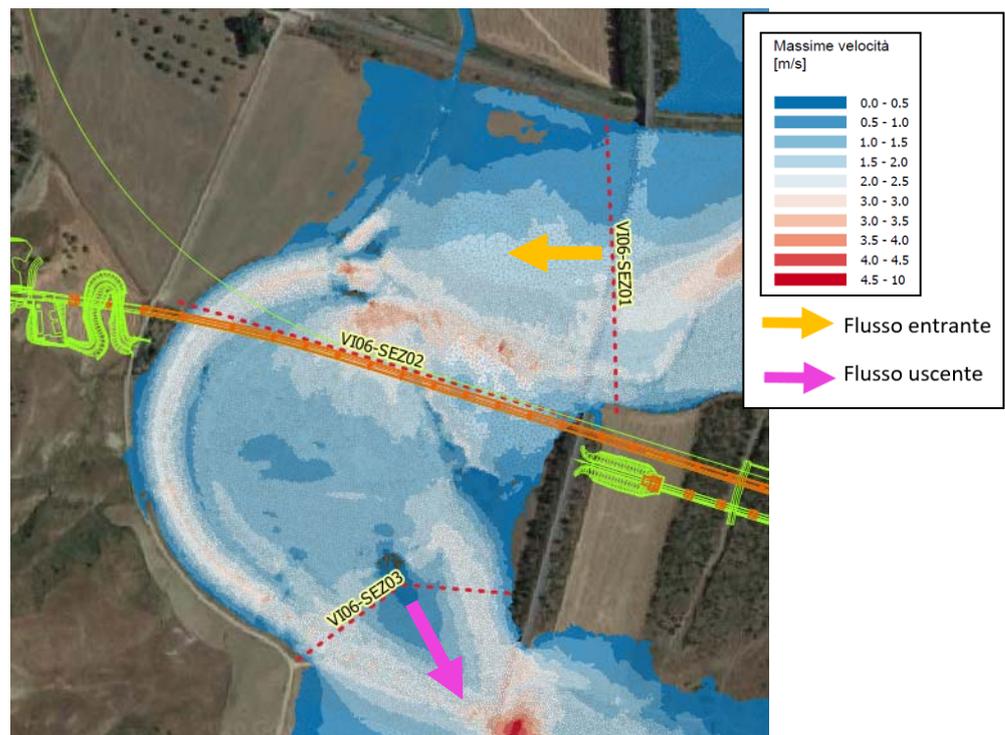


Figura 3-5: Campo di velocità nell'intorno del viadotto VI06, sezioni di riferimento

sez 01		sez 03	
d50 [mm]	0.0030	d50 [mm]	0.0030
h [m]	2.59	h [m]	2.40
U[m/s]	1.72	U[m/s]	1.51
B [m]	342	B [m]	284
Uc,m [m/s]	0.131	Uc,m [m/s]	0.130
Uc,s [m/s]	0.132	Uc,s [m/s]	0.131
Qb [kg/s]	15.7	Qb [kg/s]	9.4
Qs [kg/s]	34224.3	Qs [kg/s]	18806.5
<b>Qtot [kg/s]</b>	<b>34240.0</b>	<b>Qtot [kg/s]</b>	<b>18815.9</b>

Tabella 3.4-3: Calcolo delle portate solide potenziali – viadotto VI06

$$\Delta Q_{tot} / Q_{tot,i} = + 45\%$$

I flussi solidi in ingresso risultano superiori a quelli in uscita, sulla base dell'approccio semplificato adottato, si ritiene che il tratto fluviale analizzato sia in condizioni di tendenziale deposito.

### 3.4.3 Viadotto VI07

Il Torrente Morello interferisce con la linea ferroviaria di progetto in corrispondenza del viadotto VI07, (Figura 3-6), il tratto di torrente analizzato è compreso tra le sezioni "VI07-sez02" e "VI07-sez03".

Il calcolo della portata solida potenziale, effettuato per le due sezioni di riferimento, evidenzia un disavanzo positivo di portata solida (Tabella 3.4-4) ad indicare una tendenza al deposito di sedimenti lungo l'asta analizzata.

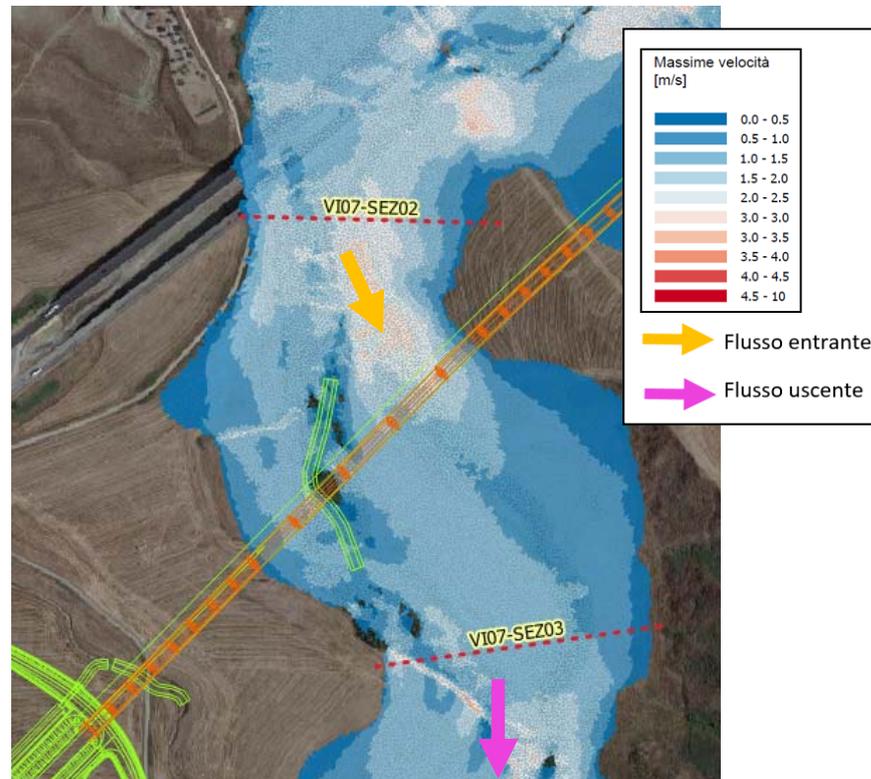


Figura 3-6: Campo di velocità nell'intorno del viadotto VI07, sezioni di riferimento

sez 02		sez 03	
d50 [mm]	0.0030	d50 [mm]	0.0030
h [m]	1.27	h [m]	1.62
U[m/s]	1.52	U[m/s]	1.12
B [m]	200	B [m]	223
Uc,m [m/s]	0.125	Uc,m [m/s]	0.127
Uc,s [m/s]	0.126	Uc,s [m/s]	0.128
Qb [kg/s]	7.7	Qb [kg/s]	3.6
Qs [kg/s]	13640.1	Qs [kg/s]	5673.9
<b>Qtot [kg/s]</b>	<b>13647.8</b>	<b>Qtot [kg/s]</b>	<b>5677.5</b>

Tabella 3.4-4: Calcolo delle portate solide potenziali – viadotto VI07

$$\Delta Q_{\text{tot}} / Q_{\text{tot},i} = + 58 \%$$

### 3.4.4 Viadotto NV97

Il viadotto stradale NV97 corre parallelo al Torrente Morello, interferendo con le aree allagabili in prossimità della sponda destra del corso d'acqua (Figura 3-7). L'analisi semplificata della tendenza evolutiva è limitata al tratto compreso tra le sezioni "sez01" e "sez03".

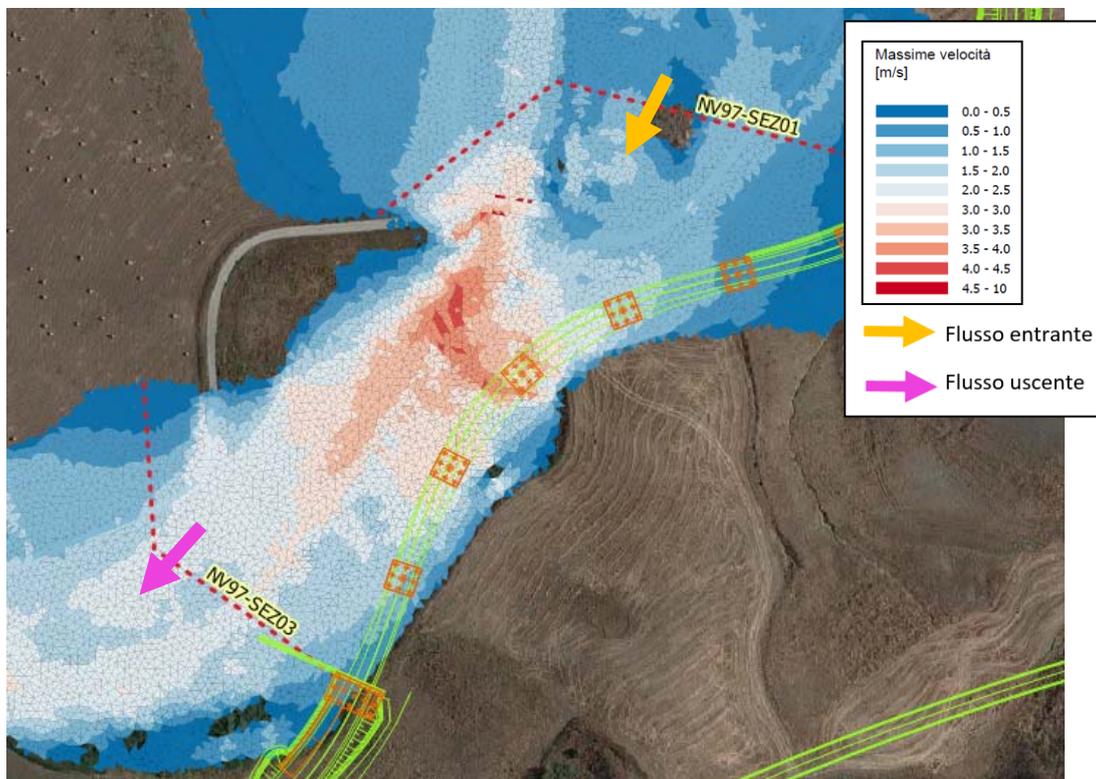


Figura 3-7: Campo di velocità nell'intorno del viadotto NV97, sezioni di riferimento

Il calcolo delle portate solide potenziali è riassunto in Tabella 3.4-5. Poiché la il flusso di sedimenti in ingresso risulta inferiore a quello in uscita, si può affermare che, sulla base delle assunzioni fatte, il tratto di corso d'acqua analizzato sia in erosione.

sez 01		sez 03	
d50 [mm]	0.0030	d50 [mm]	0.0030
h [m]	1.72	h [m]	1.63
U[m/s]	1.06	U[m/s]	1.43
B [m]	252	B [m]	163
Uc,m [m/s]	0.127	Uc,m [m/s]	0.127
Uc,s [m/s]	0.128	Uc,s [m/s]	0.128
Qb [kg/s]	3.5	Qb [kg/s]	5.1
Qs [kg/s]	5350.3	Qs [kg/s]	9119.9
<b>Qtot [kg/s]</b>	<b>5353.7</b>	<b>Qtot [kg/s]</b>	<b>9125.0</b>

Tabella 3.4-5: Calcolo delle portate solide potenziali – viadotto NV97

$$\Delta Q_{\text{tot}} / Q_{\text{tot},i} = - 70 \%$$

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - NUOVA ENNA (LOTTO 4A)					
	IDROLOGIA E IDRAULICA SPECIALISTICA					
STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE – RELAZIONE	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 09	CODIFICA RG	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A	FOGLIO 36 di 42

## 4. CONCLUSIONI

### 4.1 Analisi del rapporto con l'opera in progetto

La valutazione della tendenza all'erosione o alla deposizione, oppure la condizione di stabilità dell'alveo, consente di analizzare il rapporto delle opere di attraversamento in progetto con le dinamiche fluviali studiate in questa sede.

L'insieme delle valutazioni effettuate sulla dinamica morfologica dei corsi d'acqua (IDM) e la stima delle tendenze evolutive dei corpi idrici hanno quindi avuto come obiettivo principale quello di fornire una prima indicazione sul livello di attenzione che si dovrebbe applicare ai fini della manutenzione delle opere di attraversamento in progetto.

Incrociando i dati relativi all'Indice di Dinamica Morfologica con i risultati sulla tendenza evolutiva del corso d'acqua, ricavata sulla base della stima dei flussi solidi potenziali al fondo e sospensione, è possibile definire **un probabile Livello di Attenzione per manutenzione programmata (LAm)**, così come riportato in Tabella 4.1-1.

Ad ogni valore di *LAm* è possibile associare una indicazione di "frequenza suggerita" per ispezioni manutentive (Tabella 4.1-2), finalizzate a:

- verifica del mantenimento della luce libera di progetto
- contestuale esame del bilancio di sedimenti, con gestione da concordare con gli Enti preposti (Regione, ARPA, Provincia, Comune e Genio Civile).

La frequenza suggerita per le ispezioni manutentive è basata sulla stagionalità delle portate simulate e sulla periodicità del ciclo idrologico da cui sono stati ricavati i valori medi mensili.

La sintesi di queste valutazioni è riportata negli elaborati che costituiscono la "Carta di sintesi dello studio geomorfologico" del presente progetto.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - NUOVA ENNA (LOTTO 4A)					
	IDROLOGIA E IDRAULICA SPECIALISTICA					
<b>STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE –          RELAZIONE</b>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 09	CODIFICA RG	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A	FOGLIO 37 di 42

Tabella 4.1-1 – Valori dell'indice LAm = Livello di Attenzione per interventi di manutenzione programmata

IDM	Tendenza evolutiva		
	<i>stabilità</i>	<i>erosione</i>	<i>deposizione</i>
<i>bassa</i>	LAm basso	LAm basso	LAm medio
<i>media</i>	LAm basso	LAm medio	LAm alto
<i>alta</i>	LAm medio	LAm alto	LAm alto

Tabella 4.1-2 – Valori dell'indice LAm = Livello di Attenzione per interventi di manutenzione programmata

	<i>frequenza suggerita per le ispezioni manutentive</i>
LAm basso	ogni 2-3 anni
LAm medio	ogni 1,5-2 anni
LAm alto	ogni 6-9 mesi

Tabella 4.1-3: Livello di Attenzione per interventi di manutenzione programmata per i corsi d'acqua in esame

Viadotto - wbs	Corso d'acqua	IDM	Tendenza evolutiva	Lam
VI05	Vallone Anghilla	<i>media</i>	<i>deposizione</i>	<b>alto</b>
VI06	Fiume Imera	<i>bassa</i>	<i>deposizione</i>	<b>medio</b>
VI07	Torrente Morello	<i>media</i>	<i>deposizione</i>	<b>alto</b>
NV97	Torrente Morello	<i>media</i>	<i>erosione</i>	<b>medio</b>

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - NUOVA ENNA (LOTTO 4A)					
	IDROLOGIA E IDRAULICA SPECIALISTICA					
STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE – RELAZIONE	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 09	CODIFICA RG	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A	FOGLIO 38 di 42

## Riferimenti bibliografici

- Armanini A. – *Sistemazione dei bacini idrografici*, Università degli Studi di Trento
- Armanini A. – *Principi di Idraulica fluviale*, ed. BIOS
- Branca S., Coltelli M., Groppelli G. & Pasquarè G. (2009) - *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio 625 Acireale*. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.
- Brunner, Gary W. (2016), HEC-RAS, River Analysis System Hydraulic Reference Manual
- Brunner, Gary W. (2016), HEC-RAS, River Analysis System User's Manual
- Bull W.B. (1964a). *Geomorphology of segmented alluvial fans in western Fresno County, California*. United States Geological Professional Paper 352E,128.
- Castiglioni G. B. – *Geomorfologia*, ed. UTET
- Catalano S., De Guidi G. (2003) – *Late Quaternary uplift of northeastern Sicily: relation with the active normal faulting deformation*. Journal of Geodynamics, **36**, 445-467.
- Ceriani, M., Crosta, G., Frattini, P., & Quattrini, S. (2000). *Evaluation of hydrogeological hazard on alluvial fans*. In International Symposium INTERPRAEVENT 2000, pp.213-225.
- De Scally F.A. & Owens I.F. (2004). *Morphometric controls and Geomorphic responses on fans in the Southern Alps, New Zealand*. Earth Surface Processes and Landforms, **29**,311– 322.
- Drew F. (1873). *Alluvial and lacustrine deposits and glacial records of the Upper Indus Basin*: Geological Society of London Quarterly Journal, **29**, 441-471.
- Garde R. J. – Ranga Raju K. G. – *Mechanics of Sediment Transportation and Alluvial Stream Problems*, ed. WILEY EASTERN LTD
- Graf W. H. – *Fluvial Hydraulics* – LRH Lausanne
- Graf W. H. – *Hydraulics of Sediment Transport*, ed. MCGRAW-HILL
- Guzzetti F., Carrara A., Cardinali M., Reichenbach P. (1999). *Landslide hazard evaluation: a review of current techniques and their application in a multi-scale study, Central Italy*. Geomorphology **31**, 181-216.

 <b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - NUOVA ENNA (LOTTO 4A)					
	IDROLOGIA E IDRAULICA SPECIALISTICA					
<b>STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE –          RELAZIONE</b>	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 09	CODIFICA RG	DOCUMENTO ID0002 001	REV. A	FOGLIO 39 di 42

Harvey AM. (1997). *The role of alluvial fans in arid zone fluvial-systems*. In: Thomas D.S.G. (ed), *Arid Zone Geomorphology: Process, Form and Change in Drylands*. Wiley & Sons: Chichester, 231–259.

HEC– *River Hydraulics*, USACE

HEC – *Sediment Transport Mechanics*, USACE

Hooke R. LeB. (1968). *Steady-state relationships of arid-region alluvial fans in closed basins*. *American Journal of Science*, **266**, 609-629.

Marchi L., Pasuto A., Tecca P.R. (1993). *Flow processes on alluvial fans in the Eastern Italian Alps*. *Z. Geomorph.* **4**, 447-458.

Marchi L. & Tecca P.R. (1996). *Magnitudo delle colate detritiche nelle Alpi Orientali italiane*. *GEAM*, **33** (2-3), p. 79-86.

Melton M.A.(1965). *The geomorphic and paleoclimatic significance of alluvial deposits in southern Arizona*. *Journal of Geology*, **73**, 1-38.

Ricci Lucchi F. – *Sedimentologia*, ed. CLUEB

Rinaldi M., Surian N., Comiti F., Bussettini M. (2016): *IDRAIM – Sistema di valutazione idromorfologica, analisi e monitoraggio dei corsi d'acqua – ISPRA – Manuali e Linee Guida 131/2016*. Roma

Marchi E. – Rubatta A. – *Meccanica dei fluidi*, ed. UTET

Moisello U. – *Idrologia tecnica*, ed. LA GOLIARDICA PAVESE

Varnes D.J. (1978) – *Slope movement types and processes*. Special Report 176, National Academy of Sciences, Washington.

Wilcock and Crowe (2003) – *Surface-based Transport Model for Mixed-Size Sediment*, *Journal of Hydraulic Engineering*

L.C. van Rijn(2007). *SIMPLE GENERAL FORMULAE FOR SAND TRANSPORT IN RIVERS, ESTUARIES AND COASTAL WATERS*.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO  
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO-CATANIA  
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - NUOVA ENNA (LOTTO 4A)

IDROLOGIA E IDRAULICA SPECIALISTICA

STUDIO DI GEOMORFOLOGIA FLUVIALE –  
RELAZIONE

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 09	RG	ID0002 001	A	40 di 42

## 5. Schede valutazione IDM

## IDM - SCHEDA DI VALUTAZIONE DELLA DINAMICA MORFOLOGICA

### GENERALITÀ

Data	12/05/2020	Operatori	GDP
Bacino	Anghilla	Corso d'acqua	Torrente Anghilla
Estremità monte	364 m s.l.m.	Estremità valle	355 m s.l.m.
Codice Segmento	Gr_L4_Anghilla01	Codice Tratto	Gr_L4_Anghilla01
Lunghezza tratto (m) - <b>L<sub>t</sub></b>	550		

### TIPOLOGIA D'ALVEO

Confinamento	SC	Pendenza media fondo ( <b>S</b> )	0.016
Morfologia	S	Larghezza media alveo (m) - <b>La</b>	3.5

### DATI UTILIZZATI

<b>Immagini</b>	<b>per situazione attuale e tendenze laterali</b>	
	nome	anno
Immagine situazione attuale	Google Earth	2019
Immagine ultimi 10-20 anni	Google Earth	2005

<b>Rilievi topografici</b>	<b>per tendenze e variazioni altimetriche</b>	
	nome	anno
Attuale	Rilievo di progetto definitivo	2019
Ultimi 10-20 anni		
Precedente		

## MORFOLOGIA E PROCESSI

M1 Tipologia d'alveo		pt	scelta	conf
A	Configurazione morfologica associata a condizioni di energia estremamente bassa (rettilinei o sinuosi di pianura costiera, fondo sabbioso, privi di barre)	0		
B	Configurazione associata a condizioni di bassa energia (sinuosi, meandriformi o anastomizzati privi di barre)	3	x	
C	Configurazione morfologica associata a condizioni di medio-elevata energia (sinuosi o meandriformi con barre, sinuosi a barre alternate, letto piano e alvei a <i>riffle-pool</i> )	6		
D	Configurazione morfologica associata a condizioni di elevata energia e mobilità laterale ( <i>wandering</i> , a canali intrecciati)	10		

**NOTE :**

M2 Erodibilità delle sponde		pt	scelta	conf
A	Presenza di sponde alluvionali erodibili (non protette) <i>non coesive</i> $\leq 10\%$ o <i>coesive</i> $\leq 33\%$ della lunghezza totale delle sponde (ovvero somma di entrambe)	0		
B	Presenza di sponde alluvionali erodibili (non protette) <i>non coesive</i> $\leq 33\%$ o <i>coesive</i> $\leq 66\%$ della lunghezza totale delle sponde (ovvero somma di entrambe)	2		
C	Presenza di sponde alluvionali erodibili (non protette) <i>non coesive</i> $\leq 66\%$ o <i>coesive</i> $\leq 90\%$ della lunghezza totale delle sponde (ovvero somma di entrambe)	4	x	
D	Presenza di sponde alluvionali erodibili (non protette) <i>non coesive</i> $\leq 90\%$ o <i>coesive</i> $> 90\%$ della lunghezza totale delle sponde (ovvero somma di entrambe)	6		
E	Presenza di sponde alluvionali erodibili (non protette) <i>non coesive</i> $> 90\%$ della lunghezza totale delle sponde (ovvero somma di entrambe)	8		

Nel caso di sponde *prive di copertura vegetale*  $> 10\%$  lunghezza totale: passare alla *classe superiore*

Nel caso di sponde *prive di copertura vegetale*  $> 33\%$  lunghezza totale: passare a *due classi superiori*

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La > 10$  m: passare a *due classi inferiori*

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La \leq 10$  m: si attribuisce alla *classe A*

**NOTE :**

M3 Erodibilità del fondo		pt	scelta	conf
A	Presenza di fondo alluvionale erodibile, non protetto da elementi artificiali (rivestimenti, rampe) e/o naturali (affioramenti, corazzamento) per $\leq 10\%$ lunghezza tratto	0		
B	Presenza di fondo alluvionale erodibile per 10÷33% lunghezza tratto	2		
C	Presenza di fondo alluvionale erodibile per 33÷66% lunghezza tratto	4		
D	Presenza di fondo alluvionale erodibile per 66÷90% lunghezza tratto	6	x	
E	Presenza di fondo alluvionale erodibile per $> 90\%$ lunghezza tratto	8		

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La > 10$  m: passare a *una classe inferiore*

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La \leq 10$  m: passare a *due classi inferiori*

**NOTE :**

M4 Processi di arretramento delle sponde		pt	scelta	conf
A	Completa assenza di sponde in arretramento	0		
B	Sponde in arretramento $\leq 5\%$ lunghezza totale (somma di entrambe) oppure: sponde in arretramento $\leq 33\%$ con tassi trascurabili	2	x	
C	Sponde in arretramento $\leq 33\%$ lunghezza totale (somma di entrambe) con tassi $\leq 3$ m/a oppure: sponde in arretramento $> 33\%$ con tassi trascurabili	4		

D	Sponde in arretramento $\leq 33\%$ lunghezza totale (somma di entrambe) con tassi $>3$ m/a oppure: sponde in arretramento $>33\%$ con tassi $\leq 3$ m/a	6	
E	Sponde in arretramento $>33\%$ lunghezza totale (somma di entrambe) con tassi $>3$ m/a	8	

**NOTE :**

<b>M5 Tendenze di larghezza</b>		pt	scelta	conf
C-	Restringimento $>25\%$ (alvei a canale singolo o SBA) o $>15\%$ (alvei CI o W)	8		
B-	Restringimento $>10\%$ (alvei a canale singolo o SBA) o $>5\%$ (alvei CI o W)	4		
A	Variazioni di larghezza $\leq 10\%$ (alvei a canale singolo o SBA) o $\leq 5\%$ (alvei CI o W)	0	x	
B+	Allargamento $>10\%$ (alvei a canale singolo o SBA) o $>5\%$ (alvei CI o W)	4		
C+	Allargamento $>25\%$ (alvei a canale singolo o SBA) o $>15\%$ (alvei CI o W)	8		

**NOTE :**

<b>M6 Tendenze altimetriche</b>		pt	scelta	conf
C-	Incisione: evidenze di incisione largamente prevalenti e diffuse	8		
B-	Incisione lieve: evidenze di incisione prevalenti ma non diffuse	4		
A	Equilibrio: assenza di prevalenti condizioni di incisione o sedimentazione	0	x	
B+	Sedimentazione lieve: evidenze di sedimentazione prevalenti ma non diffuse	4		
C+	Sedimentazione: evidenze di sedimentazione largamente prevalenti e diffuse	8		

**NOTE :**

## ARTIFICIALITÀ

A1 Difese di sponda		pt	scelta	conf
A	Difese di sponda per >80% lunghezza totale sponde (escluso versanti o terrazzi antichi)	0		
B	Difese di sponda per 66÷80% lunghezza totale sponde (escluso versanti o terrazzi antichi)	4		
C	Difese di sponda per 33÷66% lunghezza totale sponde (escluso versanti o terrazzi antichi)	8		
D	Difese di sponda per 5÷33% lunghezza totale sponde (escluso versanti o terrazzi antichi)	12		
E	Difese di sponda per ≤5% lunghezza totale sponde (escluso versanti o terrazzi antichi)	15	x	

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La > 10$  m: passare a *una classe inferiore*

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La \leq 10$  m: passare a *due classi inferiori*

**NOTE :**

A2 Opere di rivestimento o consolidamento del fondo		pt	scelta	conf
A	Rivestimenti del fondo per quasi tutto il tratto (>80% lunghezza)	0		
B	Rivestimenti del fondo per 66÷80% della lunghezza del tratto oppure come D con presenza di diga all'estremità a valle	4		
C	Rivestimenti del fondo per 33÷66% della lunghezza del tratto e/o soglie, rampe, briglie, traverse >1 ogni $d$ , dove $d = 1000$ m per $S \leq 1\%$ ; $d = 200$ m per $S > 1\%$ oppure come E con presenza di diga all'estremità a valle	8		
D	Rivestimenti del fondo per 5÷33% della lunghezza del tratto e/osoglie, rampe, briglie, traverse ≤1 ogni $d$ , dove $d = 1000$ m per $S \leq 1\%$ ; $d = 200$ m per $S > 1\%$	12		
E	Assenza o presenza localizzata di rivestimenti (≤5% lunghezza del tratto) e assenza di altre opere di consolidamento (soglie, rampe)	15	x	

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La > 10$  m: passare a *una classe inferiore*

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La \leq 10$  m: passare a *due classi inferiori*

**NOTE :**

## VARIAZIONI MORFOLOGICHE

<b>V1 Variazioni della configurazione morfologica</b>		pt	scelta	conf	ptconf
A	Assenza di variazioni di configurazione morfologica rispetto ad anni '50	0	x		
B	Variazioni di configurazione morfologica tra tipologie contigue rispetto ad anni '50	3			
C	Variazioni di configurazione morfologica tra tipologie non contigue rispetto ad anni '50	5			

**NOTE :**

<b>V2 Variazioni di larghezza</b>		pt	scelta	conf	ptconf
C-	Restringimento intenso (>35%) rispetto ad anni '50	5			
B-	Restringimento moderato (15÷35%) rispetto ad anni '50	3			
A	Variazioni di larghezza nulle o limitate (≤15%) rispetto ad anni '50	0	x		
B+	Allargamento moderato (15÷35%) rispetto ad anni '50	3			
C+	Allargamento intenso (>35%) rispetto ad anni '50	5			

**NOTE :**

<b>V3 Variazioni altimetriche</b>		pt	scelta	conf	ptconf
D-	Incisione molto intensa (>6 m)	10			
C-	Incisione intensa (3÷6 m)	6			
B-	Incisione limitata o moderata (0.5÷3 m)	3			
A	Variazioni della quota del fondo trascurabili (≤0.5 m)	0	x		
B+	Sedimentazione limitata o moderata (0.5÷3 m)	3			
C+	Sedimentazione intensa (3÷6 m)	6			
D+	Sedimentazione molto intensa (>6 m)	10			

Non si valuta nel caso di assoluta mancanza di dati, informazioni ed evidenze sul terreno

**NOTE :**

**IDRAIM**

sistema di valutazione **IDR** morfologica, **Analisi** e **Monitoraggio** dei Corsi d'Acqua  
**Versione IDM 1.0 - Aprile 2016**

<b>INDICI E CLASSI DI DINAMICA MORFOLOGICA</b>			
<b>del tratto Gr_L4_Anghilla01</b>			
<b>INDICI DI DINAMICA MORFOLOGICA</b>			
<b>IDM</b>	<b>IDM<sub>min</sub></b>	<b>IDM<sub>max</sub></b>	<b>NOTE</b>
<b>0.45</b>	<b>0.45</b>	<b>0.45</b>	<b>0/11 IND. N.A.</b>
<b>CLASSI DI DINAMICA MORFOLOGICA</b>			
<b>CLASSE<sub>med</sub></b>	<b>CLASSE<sub>min</sub></b>	<b>CLASSE<sub>max</sub></b>	<b>NOTE</b>
<b>Media</b>	<b>Media</b>	<b>Media</b>	<b>0/11 IND. N.A.</b>

<b>IDM</b>	<b>CLASSE DI DINAMICA MORFOLOGICA</b>
$0.0 \leq IDM < 0.2$	Molto bassa
$0.2 \leq IDM < 0.4$	Bassa
$0.4 \leq IDM < 0.6$	Media
$0.6 \leq IDM < 0.8$	Elevata
$0.8 \leq IDM \leq 1.0$	Molto elevata

N.A. = non applicato

**SUB-INDICI**

<b>NOME</b>	<b>SIGLA</b>	<b>medio</b>	<b>minimo</b>	<b>massimo</b>
Morfologia e Processi	IDM <sub>M</sub>	0.15	0.15	0.15
Artificialità	IDM <sub>A</sub>	0.30	0.30	0.30
Variazioni	IDM <sub>V</sub>	0.00	0.00	0.00
Dinamica Laterale	SDL	0.24	0.24	0.24
Dinamica Verticale	SDV	0.21	0.21	0.21
Esondazione Indotta	SEI	0.00	0.00	0.00

<b>SINTESI indicatori</b>					
<b>MORFOLOGIA E PROCESSI</b>			<b>ARTIFICIALITÀ</b>		
<b>M1</b>	Tipologia d'alveo	<b>3</b>	<b>A1</b>	Difese di sponda	<b>15</b>
<b>M2</b>	Erodibilità delle sponde	<b>4</b>	<b>A2</b>	Opere di rivestimento o consolidamento del fondo	<b>15</b>
<b>M3</b>	Erodibilità del fondo	<b>6</b>			
<b>M4</b>	Processi di arretramento delle sponde	<b>2</b>	<b>VARIAZIONI MORFOLOGICHE</b>		
<b>M5</b>	Tendenze di larghezza	<b>0</b>	<b>V1</b>	Variazioni della configurazione morfologica	<b>0</b>
<b>M6</b>	Tendenze altimetriche	<b>0</b>	<b>V2</b>	Variazioni di larghezza	<b>0</b>
			<b>V3</b>	Variazioni altimetriche	<b>0</b>
<b>M5e</b>	Tendenze di larghezza - Esond	<b>0</b>			
<b>M6e</b>	Tendenze altimetriche - Esond	<b>0</b>			

## IDM - SCHEDA DI VALUTAZIONE DELLA DINAMICA MORFOLOGICA

### GENERALITÀ

Data	13/05/2020	Operatori	GDP
Bacino	Morello	Corso d'acqua	Affluente sinistro Morello
Estremità monte	394 m s.l.m.	Estremità valle	329 m s.l.m.
Codice Segmento	Gr_L4_07	Codice Tratto	Gr_L4_07
Lunghezza tratto (m) - <b>L<sub>t</sub></b>	800		

### TIPOLOGIA D'ALVEO

Confinamento	SC	Pendenza media fondo ( <b>S</b> )	0.08
Morfologia	R	Larghezza media alveo (m) - <b>La</b>	2

### DATI UTILIZZATI

<b>Immagini</b>	<b>per situazione attuale e tendenze laterali</b>	
	nome	anno
Immagine situazione attuale	Google Earth	2019
Immagine ultimi 10-20 anni	Google Earth	2004

<b>Rilievi topografici</b>	<b>per tendenze e variazioni altimetriche</b>	
	nome	anno
Attuale	Rilievo di progetto definitivo	2019
Ultimi 10-20 anni		
Precedente		

## MORFOLOGIA E PROCESSI

M1 Tipologia d'alveo		pt	scelta	conf
A	Configurazione morfologica associata a condizioni di energia estremamente bassa (rettilinei o sinuosi di pianura costiera, fondo sabbioso, privi di barre)	0	x	
B	Configurazione associata a condizioni di bassa energia (sinuosi, meandriformi o anastomizzati privi di barre)	3		
C	Configurazione morfologica associata a condizioni di medio-elevata energia (sinuosi o meandriformi con barre, sinuosi a barre alternate, letto piano e alvei a <i>riffle-pool</i> )	6		
D	Configurazione morfologica associata a condizioni di elevata energia e mobilità laterale ( <i>wandering</i> , a canali intrecciati)	10		

**NOTE :**

M2 Erodibilità delle sponde		pt	scelta	conf
A	Presenza di sponde alluvionali erodibili (non protette) <i>non coesive</i> $\leq 10\%$ o <i>coesive</i> $\leq 33\%$ della lunghezza totale delle sponde (ovvero somma di entrambe)	0		
B	Presenza di sponde alluvionali erodibili (non protette) <i>non coesive</i> $\leq 33\%$ o <i>coesive</i> $\leq 66\%$ della lunghezza totale delle sponde (ovvero somma di entrambe)	2		
C	Presenza di sponde alluvionali erodibili (non protette) <i>non coesive</i> $\leq 66\%$ o <i>coesive</i> $\leq 90\%$ della lunghezza totale delle sponde (ovvero somma di entrambe)	4	x	
D	Presenza di sponde alluvionali erodibili (non protette) <i>non coesive</i> $\leq 90\%$ o <i>coesive</i> $> 90\%$ della lunghezza totale delle sponde (ovvero somma di entrambe)	6		
E	Presenza di sponde alluvionali erodibili (non protette) <i>non coesive</i> $> 90\%$ della lunghezza totale delle sponde (ovvero somma di entrambe)	8		

Nel caso di sponde *prive di copertura vegetale*  $> 10\%$  lunghezza totale: passare alla *classe superiore*

Nel caso di sponde *prive di copertura vegetale*  $> 33\%$  lunghezza totale: passare a *due classi superiori*

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La > 10$  m: passare a *due classi inferiori*

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La \leq 10$  m: si attribuisce alla *classe A*

**NOTE :**

M3 Erodibilità del fondo		pt	scelta	conf
A	Presenza di fondo alluvionale erodibile, non protetto da elementi artificiali (rivestimenti, rampe) e/o naturali (affioramenti, corazzamento) per $\leq 10\%$ lunghezza tratto	0		
B	Presenza di fondo alluvionale erodibile per 10÷33% lunghezza tratto	2		
C	Presenza di fondo alluvionale erodibile per 33÷66% lunghezza tratto	4		
D	Presenza di fondo alluvionale erodibile per 66÷90% lunghezza tratto	6	x	
E	Presenza di fondo alluvionale erodibile per $> 90\%$ lunghezza tratto	8		

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La > 10$  m: passare a *una classe inferiore*

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La \leq 10$  m: passare a *due classi inferiori*

**NOTE :**

M4 Processi di arretramento delle sponde		pt	scelta	conf
A	Completa assenza di sponde in arretramento	0		
B	Sponde in arretramento $\leq 5\%$ lunghezza totale (somma di entrambe) oppure: sponde in arretramento $\leq 33\%$ con tassi trascurabili	2	x	
C	Sponde in arretramento $\leq 33\%$ lunghezza totale (somma di entrambe) con tassi $\leq 3$ m/a oppure: sponde in arretramento $> 33\%$ con tassi trascurabili	4		

D	Sponde in arretramento $\leq 33\%$ lunghezza totale (somma di entrambe) con tassi $>3$ m/a oppure: sponde in arretramento $>33\%$ con tassi $\leq 3$ m/a	6	
E	Sponde in arretramento $>33\%$ lunghezza totale (somma di entrambe) con tassi $>3$ m/a	8	

**NOTE :**

<b>M5 Tendenze di larghezza</b>		pt	scelta	conf
C-	Restringimento $>25\%$ (alvei a canale singolo o SBA) o $>15\%$ (alvei CI o W)	8		
B-	Restringimento $>10\%$ (alvei a canale singolo o SBA) o $>5\%$ (alvei CI o W)	4		
A	Variazioni di larghezza $\leq 10\%$ (alvei a canale singolo o SBA) o $\leq 5\%$ (alvei CI o W)	0	x	
B+	Allargamento $>10\%$ (alvei a canale singolo o SBA) o $>5\%$ (alvei CI o W)	4		
C+	Allargamento $>25\%$ (alvei a canale singolo o SBA) o $>15\%$ (alvei CI o W)	8		

**NOTE :**

<b>M6 Tendenze altimetriche</b>		pt	scelta	conf
C-	Incisione: evidenze di incisione largamente prevalenti e diffuse	8		
B-	Incisione lieve: evidenze di incisione prevalenti ma non diffuse	4		
A	Equilibrio: assenza di prevalenti condizioni di incisione o sedimentazione	0	x	
B+	Sedimentazione lieve: evidenze di sedimentazione prevalenti ma non diffuse	4		
C+	Sedimentazione: evidenze di sedimentazione largamente prevalenti e diffuse	8		

**NOTE :**

## ARTIFICIALITÀ

A1 Difese di sponda		pt	scelta	conf
A	Difese di sponda per >80% lunghezza totale sponde (escluso versanti o terrazzi antichi)	0		
B	Difese di sponda per 66÷80% lunghezza totale sponde (escluso versanti o terrazzi antichi)	4		
C	Difese di sponda per 33÷66% lunghezza totale sponde (escluso versanti o terrazzi antichi)	8		
D	Difese di sponda per 5÷33% lunghezza totale sponde (escluso versanti o terrazzi antichi)	12		
E	Difese di sponda per ≤5% lunghezza totale sponde (escluso versanti o terrazzi antichi)	15	x	

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La > 10$  m: passare a *una classe inferiore*

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La \leq 10$  m: passare a *due classi inferiori*

**NOTE :**

A2 Opere di rivestimento o consolidamento del fondo		pt	scelta	conf
A	Rivestimenti del fondo per quasi tutto il tratto (>80% lunghezza)	0		
B	Rivestimenti del fondo per 66÷80% della lunghezza del tratto oppure come D con presenza di diga all'estremità a valle	4		
C	Rivestimenti del fondo per 33÷66% della lunghezza del tratto e/o soglie, rampe, briglie, traverse >1 ogni $d$ , dove $d = 1000$ m per $S \leq 1\%$ ; $d = 200$ m per $S > 1\%$ oppure come E con presenza di diga all'estremità a valle	8		
D	Rivestimenti del fondo per 5÷33% della lunghezza del tratto e/osoglie, rampe, briglie, traverse ≤1 ogni $d$ , dove $d = 1000$ m per $S \leq 1\%$ ; $d = 200$ m per $S > 1\%$	12		
E	Assenza o presenza localizzata di rivestimenti (≤5% lunghezza del tratto) e assenza di altre opere di consolidamento (soglie, rampe)	15	x	

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La > 10$  m: passare a *una classe inferiore*

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La \leq 10$  m: passare a *due classi inferiori*

**NOTE :**

## VARIAZIONI MORFOLOGICHE

<b>V1 Variazioni della configurazione morfologica</b>		pt	scelta	conf	ptconf
A	Assenza di variazioni di configurazione morfologica rispetto ad anni '50	0	x		
B	Variazioni di configurazione morfologica tra tipologie contigue rispetto ad anni '50	3			
C	Variazioni di configurazione morfologica tra tipologie non contigue rispetto ad anni '50	5			

**NOTE :**

<b>V2 Variazioni di larghezza</b>		pt	scelta	conf	ptconf
C-	Restringimento intenso (>35%) rispetto ad anni '50	5			
B-	Restringimento moderato (15÷35%) rispetto ad anni '50	3			
A	Variazioni di larghezza nulle o limitate (≤15%) rispetto ad anni '50	0	x		
B+	Allargamento moderato (15÷35%) rispetto ad anni '50	3			
C+	Allargamento intenso (>35%) rispetto ad anni '50	5			

**NOTE :**

<b>V3 Variazioni altimetriche</b>		pt	scelta	conf	ptconf
D-	Incisione molto intensa (>6 m)	10			
C-	Incisione intensa (3÷6 m)	6			
B-	Incisione limitata o moderata (0.5÷3 m)	3			
A	Variazioni della quota del fondo trascurabili (≤0.5 m)	0	x		
B+	Sedimentazione limitata o moderata (0.5÷3 m)	3			
C+	Sedimentazione intensa (3÷6 m)	6			
D+	Sedimentazione molto intensa (>6 m)	10			

Non si valuta nel caso di assoluta mancanza di dati, informazioni ed evidenze sul terreno

**NOTE :**

**IDRAIM**

sistema di valutazione **IDR** morfologica, **Analisi** e **Monitoraggio** dei Corsi d'Acqua  
**Versione IDM 1.0 - Aprile 2016**

<b>INDICI E CLASSI DI DINAMICA MORFOLOGICA</b>			
<b>del tratto Gr_L4_07</b>			
<b>INDICI DI DINAMICA MORFOLOGICA</b>			
<b>IDM</b>	<b>IDM<sub>min</sub></b>	<b>IDM<sub>max</sub></b>	<b>NOTE</b>
<b>0.42</b>	<b>0.42</b>	<b>0.42</b>	<b>0/11 IND. N.A.</b>
<b>CLASSI DI DINAMICA MORFOLOGICA</b>			
<b>CLASSE<sub>med</sub></b>	<b>CLASSE<sub>min</sub></b>	<b>CLASSE<sub>max</sub></b>	<b>NOTE</b>
<b>Media</b>	<b>Media</b>	<b>Media</b>	<b>0/11 IND. N.A.</b>

<b>IDM</b>	<b>CLASSE DI DINAMICA MORFOLOGICA</b>
$0.0 \leq IDM < 0.2$	Molto bassa
$0.2 \leq IDM < 0.4$	Bassa
$0.4 \leq IDM < 0.6$	Media
$0.6 \leq IDM < 0.8$	Elevata
$0.8 \leq IDM \leq 1.0$	Molto elevata

N.A. = non applicato

**SUB-INDICI**

<b>NOME</b>	<b>SIGLA</b>	<b>medio</b>	<b>minimo</b>	<b>massimo</b>
Morfologia e Processi	IDM <sub>M</sub>	0.12	0.12	0.12
Artificialità	IDM <sub>A</sub>	0.30	0.30	0.30
Variazioni	IDM <sub>V</sub>	0.00	0.00	0.00
Dinamica Laterale	SDL	0.21	0.21	0.21
Dinamica Verticale	SDV	0.21	0.21	0.21
Esondazione Indotta	SEI	0.00	0.00	0.00

<b>SINTESI indicatori</b>					
<b>MORFOLOGIA E PROCESSI</b>			<b>ARTIFICIALITÀ</b>		
<b>M1</b>	Tipologia d'alveo	<b>0</b>	<b>A1</b>	Difese di sponda	<b>15</b>
<b>M2</b>	Erodibilità delle sponde	<b>4</b>	<b>A2</b>	Opere di rivestimento o consolidamento del fondo	<b>15</b>
<b>M3</b>	Erodibilità del fondo	<b>6</b>			
<b>M4</b>	Processi di arretramento delle sponde	<b>2</b>	<b>VARIAZIONI MORFOLOGICHE</b>		
<b>M5</b>	Tendenze di larghezza	<b>0</b>	<b>V1</b>	Variazioni della configurazione morfologica	<b>0</b>
<b>M6</b>	Tendenze altimetriche	<b>0</b>	<b>V2</b>	Variazioni di larghezza	<b>0</b>
			<b>V3</b>	Variazioni altimetriche	<b>0</b>
<b>M5e</b>	Tendenze di larghezza - Esond	<b>0</b>			
<b>M6e</b>	Tendenze altimetriche - Esond	<b>0</b>			

## IDM - SCHEDA DI VALUTAZIONE DELLA DINAMICA MORFOLOGICA

### GENERALITÀ

Data	14/05/2020	Operatori	GDP
Bacino	Imera	Corso d'acqua	Fiume Imera
Estremità monte	297 m s.l.m.	Estremità valle	285 m s.l.m.
Codice Segmento	Gr_L4_Imera	Codice Tratto	Gr_L4_Imera
Lunghezza tratto (m) - $L_t$	3340		

### TIPOLOGIA D'ALVEO

Confinamento	SC	Pendenza media fondo (S)	0.0036
Morfologia	W	Larghezza media alveo (m) - $L_a$	17

### DATI UTILIZZATI

<b>Immagini</b>	<b>per situazione attuale e tendenze laterali</b>	
	nome	anno
Immagine situazione attuale	Google Earth	2019
Immagine ultimi 10-20 anni	Google Earth	2005

<b>Rilievi topografici</b>	<b>per tendenze e variazioni altimetriche</b>	
	nome	anno
Attuale	Rilievo di progetto definitivo	2019
Ultimi 10-20 anni		
Precedente		

## MORFOLOGIA E PROCESSI

M1 Tipologia d'alveo		pt	scelta	conf
A	Configurazione morfologica associata a condizioni di energia estremamente bassa (rettilinei o sinuosi di pianura costiera, fondo sabbioso, privi di barre)	0		
B	Configurazione associata a condizioni di bassa energia (sinuosi, meandriformi o anastomizzati privi di barre)	3		
C	Configurazione morfologica associata a condizioni di medio-elevata energia (sinuosi o meandriformi con barre, sinuosi a barre alternate, letto piano e alvei a <i>riffle-pool</i> )	6		
D	Configurazione morfologica associata a condizioni di elevata energia e mobilità laterale ( <i>wandering</i> , a canali intrecciati)	10	x	

**NOTE :**

M2 Erodibilità delle sponde		pt	scelta	conf
A	Presenza di sponde alluvionali erodibili (non protette) <i>non coesive</i> $\leq 10\%$ o <i>coesive</i> $\leq 33\%$ della lunghezza totale delle sponde (ovvero somma di entrambe)	0		
B	Presenza di sponde alluvionali erodibili (non protette) <i>non coesive</i> $\leq 33\%$ o <i>coesive</i> $\leq 66\%$ della lunghezza totale delle sponde (ovvero somma di entrambe)	2		
C	Presenza di sponde alluvionali erodibili (non protette) <i>non coesive</i> $\leq 66\%$ o <i>coesive</i> $\leq 90\%$ della lunghezza totale delle sponde (ovvero somma di entrambe)	4		
D	Presenza di sponde alluvionali erodibili (non protette) <i>non coesive</i> $\leq 90\%$ o <i>coesive</i> $> 90\%$ della lunghezza totale delle sponde (ovvero somma di entrambe)	6		
E	Presenza di sponde alluvionali erodibili (non protette) <i>non coesive</i> $> 90\%$ della lunghezza totale delle sponde (ovvero somma di entrambe)	8	x	

Nel caso di sponde *prive di copertura vegetale*  $> 10\%$  lunghezza totale: passare alla *classe superiore*

Nel caso di sponde *prive di copertura vegetale*  $> 33\%$  lunghezza totale: passare a *due classi superiori*

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La > 10$  m: passare a *due classi inferiori*

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La \leq 10$  m: si attribuisce alla *classe A*

**NOTE :**

M3 Erodibilità del fondo		pt	scelta	conf
A	Presenza di fondo alluvionale erodibile, non protetto da elementi artificiali (rivestimenti, rampe) e/o naturali (affioramenti, corazzamento) per $\leq 10\%$ lunghezza tratto	0		
B	Presenza di fondo alluvionale erodibile per 10÷33% lunghezza tratto	2		
C	Presenza di fondo alluvionale erodibile per 33÷66% lunghezza tratto	4		
D	Presenza di fondo alluvionale erodibile per 66÷90% lunghezza tratto	6	x	
E	Presenza di fondo alluvionale erodibile per $> 90\%$ lunghezza tratto	8		

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La > 10$  m: passare a *una classe inferiore*

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La \leq 10$  m: passare a *due classi inferiori*

**NOTE :**

M4 Processi di arretramento delle sponde		pt	scelta	conf
A	Completa assenza di sponde in arretramento	0		
B	Sponde in arretramento $\leq 5\%$ lunghezza totale (somma di entrambe) oppure: sponde in arretramento $\leq 33\%$ con tassi trascurabili	2		
C	Sponde in arretramento $\leq 33\%$ lunghezza totale (somma di entrambe) con tassi $\leq 3$ m/a oppure: sponde in arretramento $> 33\%$ con tassi trascurabili	4	x	

D	Sponde in arretramento $\leq 33\%$ lunghezza totale (somma di entrambe) con tassi $>3$ m/a oppure: sponde in arretramento $>33\%$ con tassi $\leq 3$ m/a	6	
E	Sponde in arretramento $>33\%$ lunghezza totale (somma di entrambe) con tassi $>3$ m/a	8	

**NOTE :**

<b>M5 Tendenze di larghezza</b>		pt	scelta	conf
C-	Restringimento $>25\%$ (alvei a canale singolo o SBA) o $>15\%$ (alvei CI o W)	8		
B-	Restringimento $>10\%$ (alvei a canale singolo o SBA) o $>5\%$ (alvei CI o W)	4		
A	Variazioni di larghezza $\leq 10\%$ (alvei a canale singolo o SBA) o $\leq 5\%$ (alvei CI o W)	0		
B+	Allargamento $>10\%$ (alvei a canale singolo o SBA) o $>5\%$ (alvei CI o W)	4		
C+	Allargamento $>25\%$ (alvei a canale singolo o SBA) o $>15\%$ (alvei CI o W)	8	x	

**NOTE :**

<b>M6 Tendenze altimetriche</b>		pt	scelta	conf
C-	Incisione: evidenze di incisione largamente prevalenti e diffuse	8		
B-	Incisione lieve: evidenze di incisione prevalenti ma non diffuse	4		
A	Equilibrio: assenza di prevalenti condizioni di incisione o sedimentazione	0	x	
B+	Sedimentazione lieve: evidenze di sedimentazione prevalenti ma non diffuse	4		
C+	Sedimentazione: evidenze di sedimentazione largamente prevalenti e diffuse	8		

**NOTE :**

## ARTIFICIALITÀ

A1 Difese di sponda		pt	scelta	conf
A	Difese di sponda per >80% lunghezza totale sponde (escluso versanti o terrazzi antichi)	0		
B	Difese di sponda per 66÷80% lunghezza totale sponde (escluso versanti o terrazzi antichi)	4		
C	Difese di sponda per 33÷66% lunghezza totale sponde (escluso versanti o terrazzi antichi)	8		
D	Difese di sponda per 5÷33% lunghezza totale sponde (escluso versanti o terrazzi antichi)	12	x	
E	Difese di sponda per ≤5% lunghezza totale sponde (escluso versanti o terrazzi antichi)	15		

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La > 10$  m: passare a *una classe inferiore*

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La \leq 10$  m: passare a *due classi inferiori*

**NOTE :**

A2 Opere di rivestimento o consolidamento del fondo		pt	scelta	conf
A	Rivestimenti del fondo per quasi tutto il tratto (>80% lunghezza)	0		
B	Rivestimenti del fondo per 66÷80% della lunghezza del tratto oppure come D con presenza di diga all'estremità a valle	4		
C	Rivestimenti del fondo per 33÷66% della lunghezza del tratto e/o soglie, rampe, briglie, traverse >1 ogni $d$ , dove $d = 1000$ m per $S \leq 1\%$ ; $d = 200$ m per $S > 1\%$ oppure come E con presenza di diga all'estremità a valle	8		
D	Rivestimenti del fondo per 5÷33% della lunghezza del tratto e/osoglie, rampe, briglie, traverse ≤1 ogni $d$ , dove $d = 1000$ m per $S \leq 1\%$ ; $d = 200$ m per $S > 1\%$	12	x	
E	Assenza o presenza localizzata di rivestimenti (≤5% lunghezza del tratto) e assenza di altre opere di consolidamento (soglie, rampe)	15		

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La > 10$  m: passare a *una classe inferiore*

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La \leq 10$  m: passare a *due classi inferiori*

**NOTE :**

## VARIAZIONI MORFOLOGICHE

V1 Variazioni della configurazione morfologica		pt	scelta	conf	ptconf
A	Assenza di variazioni di configurazione morfologica rispetto ad anni '50	0			
B	Variazioni di configurazione morfologica tra tipologie contigue rispetto ad anni '50	3	x		
C	Variazioni di configurazione morfologica tra tipologie non contigue rispetto ad anni '50	5			

**NOTE :**

V2 Variazioni di larghezza		pt	scelta	conf	ptconf
C-	Restringimento intenso (>35%) rispetto ad anni '50	5			
B-	Restringimento moderato (15÷35%) rispetto ad anni '50	3			
A	Variazioni di larghezza nulle o limitate (≤15%) rispetto ad anni '50	0			
B+	Allargamento moderato (15÷35%) rispetto ad anni '50	3	x		
C+	Allargamento intenso (>35%) rispetto ad anni '50	5			

**NOTE :**

V3 Variazioni altimetriche		pt	scelta	conf	ptconf
D-	Incisione molto intensa (>6 m)	10			
C-	Incisione intensa (3÷6 m)	6			
B-	Incisione limitata o moderata (0.5÷3 m)	3			
A	Variazioni della quota del fondo trascurabili (≤0.5 m)	0	x		
B+	Sedimentazione limitata o moderata (0.5÷3 m)	3			
C+	Sedimentazione intensa (3÷6 m)	6			
D+	Sedimentazione molto intensa (>6 m)	10			

Non si valuta nel caso di assoluta mancanza di dati, informazioni ed evidenze sul terreno

**NOTE :**

**IDRAIM**

sistema di valutazione **IDR** morfologica, **Analisi** e **Monitoraggio** dei Corsi d'Acqua  
**Versione IDM 1.0 - Aprile 2016**

INDICI E CLASSI DI DINAMICA MORFOLOGICA del tratto Gr_L4_Imera			
INDICI DI DINAMICA MORFOLOGICA			
IDM	IDM <sub>min</sub>	IDM <sub>max</sub>	NOTE
<b>0.66</b>	<b>0.66</b>	<b>0.66</b>	<b>0/11 IND. N.A.</b>
CLASSI DI DINAMICA MORFOLOGICA			
CLASSE <sub>med</sub>	CLASSE <sub>min</sub>	CLASSE <sub>max</sub>	NOTE
<b>Elevata</b>	<b>Elevata</b>	<b>Elevata</b>	<b>0/11 IND. N.A.</b>

IDM	CLASSE DI DINAMICA MORFOLOGICA
$0.0 \leq IDM < 0.2$	Molto bassa
$0.2 \leq IDM < 0.4$	Bassa
$0.4 \leq IDM < 0.6$	Media
$0.6 \leq IDM < 0.8$	Elevata
$0.8 \leq IDM \leq 1.0$	Molto elevata

N.A. = non applicato

**SUB-INDICI**

NOME	SIGLA	medio	minimo	massimo
Morfologia e Processi	IDM <sub>M</sub>	<b>0.36</b>	<b>0.36</b>	<b>0.36</b>
Artificialità	IDM <sub>A</sub>	<b>0.24</b>	<b>0.24</b>	<b>0.24</b>
Variazioni	IDM <sub>V</sub>	<b>0.06</b>	<b>0.06</b>	<b>0.06</b>
Dinamica Laterale	SDL	<b>0.48</b>	<b>0.48</b>	<b>0.48</b>
Dinamica Verticale	SDV	<b>0.18</b>	<b>0.18</b>	<b>0.18</b>
Esondazione Indotta	SEI	<b>0.19</b>	<b>0.19</b>	<b>0.19</b>

SINTESI indicatori					
MORFOLOGIA E PROCESSI			ARTIFICIALITÀ		
M1	Tipologia d'alveo	10	A1	Difese di sponda	12
M2	Erodibilità delle sponde	8	A2	Opere di rivestimento o consolidamento del fondo	12
M3	Erodibilità del fondo	6			
M4	Processi di arretramento delle sponde	4	VARIAZIONI MORFOLOGICHE		
M5	Tendenze di larghezza	8	V1	Variazioni della configurazione morfologica	3
M6	Tendenze altimetriche	0	V2	Variazioni di larghezza	3
			V3	Variazioni altimetriche	0
M5e	Tendenze di larghezza - Esond	5			
M6e	Tendenze altimetriche - Esond	0			

## IDM - SCHEDA DI VALUTAZIONE DELLA DINAMICA MORFOLOGICA

### GENERALITÀ

Data	14/05/2020	Operatori	GDP
Bacino	Imera	Corso d'acqua	Fiume Imera
Estremità monte	297 m s.l.m.	Estremità valle	291 m s.l.m.
Codice Segmento	Gr_L4_Imera_Monte	Codice Tratto	Gr_L4_Imera_Monte
Lunghezza tratto (m) - <b>L<sub>t</sub></b>	1520		

### TIPOLOGIA D'ALVEO

Confinamento	SC	Pendenza media fondo ( <b>S</b> )	0.004
Morfologia	SBA	Larghezza media alveo (m) - <b>La</b>	23.5

### DATI UTILIZZATI

<b>Immagini</b>	<b>per situazione attuale e tendenze laterali</b>	
	nome	anno
Immagine situazione attuale	Google Earth	2019
Immagine ultimi 10-20 anni	Google Earth	2005

<b>Rilievi topografici</b>	<b>per tendenze e variazioni altimetriche</b>	
	nome	anno
Attuale	Rilievo di progetto definitivo	2019
Ultimi 10-20 anni		
Precedente		

## MORFOLOGIA E PROCESSI

M1 Tipologia d'alveo		pt	scelta	conf
A	Configurazione morfologica associata a condizioni di energia estremamente bassa (rettilinei o sinuosi di pianura costiera, fondo sabbioso, privi di barre)	0		
B	Configurazione associata a condizioni di bassa energia (sinuosi, meandriformi o anastomizzati privi di barre)	3		
C	Configurazione morfologica associata a condizioni di medio-elevata energia (sinuosi o meandriformi con barre, sinuosi a barre alternate, letto piano e alvei a <i>riffle-pool</i> )	6	x	
D	Configurazione morfologica associata a condizioni di elevata energia e mobilità laterale ( <i>wandering</i> , a canali intrecciati)	10		

**NOTE :**

M2 Erodibilità delle sponde		pt	scelta	conf
A	Presenza di sponde alluvionali erodibili (non protette) <i>non coesive</i> $\leq 10\%$ o <i>coesive</i> $\leq 33\%$ della lunghezza totale delle sponde (ovvero somma di entrambe)	0		
B	Presenza di sponde alluvionali erodibili (non protette) <i>non coesive</i> $\leq 33\%$ o <i>coesive</i> $\leq 66\%$ della lunghezza totale delle sponde (ovvero somma di entrambe)	2		
C	Presenza di sponde alluvionali erodibili (non protette) <i>non coesive</i> $\leq 66\%$ o <i>coesive</i> $\leq 90\%$ della lunghezza totale delle sponde (ovvero somma di entrambe)	4		
D	Presenza di sponde alluvionali erodibili (non protette) <i>non coesive</i> $\leq 90\%$ o <i>coesive</i> $> 90\%$ della lunghezza totale delle sponde (ovvero somma di entrambe)	6		
E	Presenza di sponde alluvionali erodibili (non protette) <i>non coesive</i> $> 90\%$ della lunghezza totale delle sponde (ovvero somma di entrambe)	8	x	

Nel caso di sponde *prive di copertura vegetale*  $> 10\%$  lunghezza totale: passare alla *classe superiore*

Nel caso di sponde *prive di copertura vegetale*  $> 33\%$  lunghezza totale: passare a *due classi superiori*

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La > 10$  m: passare a *due classi inferiori*

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La \leq 10$  m: si attribuisce alla *classe A*

**NOTE :**

M3 Erodibilità del fondo		pt	scelta	conf
A	Presenza di fondo alluvionale erodibile, non protetto da elementi artificiali (rivestimenti, rampe) e/o naturali (affioramenti, corazzamento) per $\leq 10\%$ lunghezza tratto	0		
B	Presenza di fondo alluvionale erodibile per 10÷33% lunghezza tratto	2		
C	Presenza di fondo alluvionale erodibile per 33÷66% lunghezza tratto	4		
D	Presenza di fondo alluvionale erodibile per 66÷90% lunghezza tratto	6	x	
E	Presenza di fondo alluvionale erodibile per $> 90\%$ lunghezza tratto	8		

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La > 10$  m: passare a *una classe inferiore*

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La \leq 10$  m: passare a *due classi inferiori*

**NOTE :**

M4 Processi di arretramento delle sponde		pt	scelta	conf
A	Completa assenza di sponde in arretramento	0		
B	Sponde in arretramento $\leq 5\%$ lunghezza totale (somma di entrambe) oppure: sponde in arretramento $\leq 33\%$ con tassi trascurabili	2		
C	Sponde in arretramento $\leq 33\%$ lunghezza totale (somma di entrambe) con tassi $\leq 3$ m/a oppure: sponde in arretramento $> 33\%$ con tassi trascurabili	4	x	

D	Sponde in arretramento $\leq 33\%$ lunghezza totale (somma di entrambe) con tassi $>3$ m/a oppure: sponde in arretramento $>33\%$ con tassi $\leq 3$ m/a	6	
E	Sponde in arretramento $>33\%$ lunghezza totale (somma di entrambe) con tassi $>3$ m/a	8	

**NOTE :**

<b>M5 Tendenze di larghezza</b>		pt	scelta	conf
C-	Restringimento $>25\%$ (alvei a canale singolo o SBA) o $>15\%$ (alvei CI o W)	8		
B-	Restringimento $>10\%$ (alvei a canale singolo o SBA) o $>5\%$ (alvei CI o W)	4		
A	Variazioni di larghezza $\leq 10\%$ (alvei a canale singolo o SBA) o $\leq 5\%$ (alvei CI o W)	0		
B+	Allargamento $>10\%$ (alvei a canale singolo o SBA) o $>5\%$ (alvei CI o W)	4	x	
C+	Allargamento $>25\%$ (alvei a canale singolo o SBA) o $>15\%$ (alvei CI o W)	8		

**NOTE :**

<b>M6 Tendenze altimetriche</b>		pt	scelta	conf
C-	Incisione: evidenze di incisione largamente prevalenti e diffuse	8		
B-	Incisione lieve: evidenze di incisione prevalenti ma non diffuse	4		
A	Equilibrio: assenza di prevalenti condizioni di incisione o sedimentazione	0	x	
B+	Sedimentazione lieve: evidenze di sedimentazione prevalenti ma non diffuse	4		
C+	Sedimentazione: evidenze di sedimentazione largamente prevalenti e diffuse	8		

**NOTE :**

## ARTIFICIALITÀ

A1 Difese di sponda		pt	scelta	conf
A	Difese di sponda per >80% lunghezza totale sponde (escluso versanti o terrazzi antichi)	0		
B	Difese di sponda per 66÷80% lunghezza totale sponde (escluso versanti o terrazzi antichi)	4		
C	Difese di sponda per 33÷66% lunghezza totale sponde (escluso versanti o terrazzi antichi)	8		
D	Difese di sponda per 5÷33% lunghezza totale sponde (escluso versanti o terrazzi antichi)	12		
E	Difese di sponda per ≤5% lunghezza totale sponde (escluso versanti o terrazzi antichi)	15	x	

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La > 10$  m: passare a *una classe inferiore*

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La \leq 10$  m: passare a *due classi inferiori*

**NOTE :**

A2 Opere di rivestimento o consolidamento del fondo		pt	scelta	conf
A	Rivestimenti del fondo per quasi tutto il tratto (>80% lunghezza)	0		
B	Rivestimenti del fondo per 66÷80% della lunghezza del tratto oppure come D con presenza di diga all'estremità a valle	4		
C	Rivestimenti del fondo per 33÷66% della lunghezza del tratto e/o soglie, rampe, briglie, traverse >1 ogni $d$ , dove $d = 1000$ m per $S \leq 1\%$ ; $d = 200$ m per $S > 1\%$ oppure come E con presenza di diga all'estremità a valle	8		
D	Rivestimenti del fondo per 5÷33% della lunghezza del tratto e/osoglie, rampe, briglie, traverse ≤1 ogni $d$ , dove $d = 1000$ m per $S \leq 1\%$ ; $d = 200$ m per $S > 1\%$	12		
E	Assenza o presenza localizzata di rivestimenti (≤5% lunghezza del tratto) e assenza di altre opere di consolidamento (soglie, rampe)	15	x	

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La > 10$  m: passare a *una classe inferiore*

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La \leq 10$  m: passare a *due classi inferiori*

**NOTE :**

## VARIAZIONI MORFOLOGICHE

V1 Variazioni della configurazione morfologica		pt	scelta	conf	ptconf
A	Assenza di variazioni di configurazione morfologica rispetto ad anni '50	0			
B	Variazioni di configurazione morfologica tra tipologie contigue rispetto ad anni '50	3	x		
C	Variazioni di configurazione morfologica tra tipologie non contigue rispetto ad anni '50	5			

**NOTE :**

V2 Variazioni di larghezza		pt	scelta	conf	ptconf
C-	Restringimento intenso (>35%) rispetto ad anni '50	5			
B-	Restringimento moderato (15÷35%) rispetto ad anni '50	3			
A	Variazioni di larghezza nulle o limitate (≤15%) rispetto ad anni '50	0			
B+	Allargamento moderato (15÷35%) rispetto ad anni '50	3	x		
C+	Allargamento intenso (>35%) rispetto ad anni '50	5			

**NOTE :**

V3 Variazioni altimetriche		pt	scelta	conf	ptconf
D-	Incisione molto intensa (>6 m)	10			
C-	Incisione intensa (3÷6 m)	6			
B-	Incisione limitata o moderata (0.5÷3 m)	3			
A	Variazioni della quota del fondo trascurabili (≤0.5 m)	0	x		
B+	Sedimentazione limitata o moderata (0.5÷3 m)	3			
C+	Sedimentazione intensa (3÷6 m)	6			
D+	Sedimentazione molto intensa (>6 m)	10			

Non si valuta nel caso di assoluta mancanza di dati, informazioni ed evidenze sul terreno

**NOTE :**

**IDRAIM**

sistema di valutazione **IDR** morfologica, **Analisi** e **Monitoraggio** dei Corsi d'Acqua  
**Versione IDM 1.0 - Aprile 2016**

<b>INDICI E CLASSI DI DINAMICA MORFOLOGICA</b>			
<b>del tratto Gr_L4_Imera_Monte</b>			
<b>INDICI DI DINAMICA MORFOLOGICA</b>			
<b>IDM</b>	<b>IDM<sub>min</sub></b>	<b>IDM<sub>max</sub></b>	<b>NOTE</b>
<b>0.64</b>	<b>0.64</b>	<b>0.64</b>	<b>0/11 IND. N.A.</b>
<b>CLASSI DI DINAMICA MORFOLOGICA</b>			
<b>CLASSE<sub>med</sub></b>	<b>CLASSE<sub>min</sub></b>	<b>CLASSE<sub>max</sub></b>	<b>NOTE</b>
<b>Elevata</b>	<b>Elevata</b>	<b>Elevata</b>	<b>0/11 IND. N.A.</b>

<b>IDM</b>	<b>CLASSE DI DINAMICA MORFOLOGICA</b>
$0.0 \leq IDM < 0.2$	Molto bassa
$0.2 \leq IDM < 0.4$	Bassa
$0.4 \leq IDM < 0.6$	Media
$0.6 \leq IDM < 0.8$	Elevata
$0.8 \leq IDM \leq 1.0$	Molto elevata

N.A. = non applicato

**SUB-INDICI**

<b>NOME</b>	<b>SIGLA</b>	<b>medio</b>	<b>minimo</b>	<b>massimo</b>
Morfologia e Processi	IDM <sub>M</sub>	0.28	0.28	0.28
Artificialità	IDM <sub>A</sub>	0.30	0.30	0.30
Variazioni	IDM <sub>V</sub>	0.06	0.06	0.06
Dinamica Laterale	SDL	0.43	0.43	0.43
Dinamica Verticale	SDV	0.21	0.21	0.21
Esondazione Indotta	SEI	-0.31	-0.31	-0.31

<b>SINTESI indicatori</b>					
<b>MORFOLOGIA E PROCESSI</b>			<b>ARTIFICIALITÀ</b>		
<b>M1</b>	Tipologia d'alveo	6	<b>A1</b>	Difese di sponda	15
<b>M2</b>	Erodibilità delle sponde	8	<b>A2</b>	Opere di rivestimento o consolidamento del fondo	15
<b>M3</b>	Erodibilità del fondo	6			
<b>M4</b>	Processi di arretramento delle sponde	4	<b>VARIAZIONI MORFOLOGICHE</b>		
<b>M5</b>	Tendenze di larghezza	4	<b>V1</b>	Variazioni della configurazione morfologica	3
<b>M6</b>	Tendenze altimetriche	0	<b>V2</b>	Variazioni di larghezza	3
			<b>V3</b>	Variazioni altimetriche	0
<b>M5e</b>	Tendenze di larghezza - Esond	-3			
<b>M6e</b>	Tendenze altimetriche - Esond	0			

## IDM - SCHEDA DI VALUTAZIONE DELLA DINAMICA MORFOLOGICA

### GENERALITÀ

Data	14/05/2020	Operatori	GDP
Bacino	Imera	Corso d'acqua	Fiume Imera
Estremità monte	291 m s.l.m.	Estremità valle	288 m s.l.m.
Codice Segmento	Gr L4 Imera Canale	Codice Tratto	Gr L4 Imera Canale
Lunghezza tratto (m) - $L_t$	615		

### TIPOLOGIA D'ALVEO

Confinamento	C	Pendenza media fondo (S)	0.005
Morfologia	R	Larghezza media alveo (m) - $L_a$	7.5

### DATI UTILIZZATI

<b>Immagini</b>	<b>per situazione attuale e tendenze laterali</b>	
	nome	anno
Immagine situazione attuale	Google Earth	2019
Immagine ultimi 10-20 anni	Google Earth	2005

<b>Rilievi topografici</b>	<b>per tendenze e variazioni altimetriche</b>	
	nome	anno
Attuale	Rilievo di progetto definitivo	2019
Ultimi 10-20 anni		
Precedente		

## MORFOLOGIA E PROCESSI

M1 Tipologia d'alveo		pt	scelta	conf
A	Configurazione morfologica associata a condizioni di energia estremamente bassa (rettilinei o sinuosi di pianura costiera, fondo sabbioso, privi di barre)	0	x	
B	Configurazione associata a condizioni di bassa energia (sinuosi, meandriformi o anastomizzati privi di barre)	3		
C	Configurazione morfologica associata a condizioni di medio-elevata energia (sinuosi o meandriformi con barre, sinuosi a barre alternate, letto piano e alvei a <i>riffle-pool</i> )	6		
D	Configurazione morfologica associata a condizioni di elevata energia e mobilità laterale ( <i>wandering</i> , a canali intrecciati)	10		

**NOTE :**

M2 Erodibilità delle sponde		pt	scelta	conf
A	Presenza di sponde alluvionali erodibili (non protette) <i>non coesive</i> $\leq 10\%$ o <i>coesive</i> $\leq 33\%$ della lunghezza totale delle sponde (ovvero somma di entrambe)	0	x	
B	Presenza di sponde alluvionali erodibili (non protette) <i>non coesive</i> $\leq 33\%$ o <i>coesive</i> $\leq 66\%$ della lunghezza totale delle sponde (ovvero somma di entrambe)	2		
C	Presenza di sponde alluvionali erodibili (non protette) <i>non coesive</i> $\leq 66\%$ o <i>coesive</i> $\leq 90\%$ della lunghezza totale delle sponde (ovvero somma di entrambe)	4		
D	Presenza di sponde alluvionali erodibili (non protette) <i>non coesive</i> $\leq 90\%$ o <i>coesive</i> $> 90\%$ della lunghezza totale delle sponde (ovvero somma di entrambe)	6		
E	Presenza di sponde alluvionali erodibili (non protette) <i>non coesive</i> $> 90\%$ della lunghezza totale delle sponde (ovvero somma di entrambe)	8		

Nel caso di sponde *prive di copertura vegetale*  $> 10\%$  lunghezza totale: passare alla *classe superiore*

Nel caso di sponde *prive di copertura vegetale*  $> 33\%$  lunghezza totale: passare a *due classi superiori*

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La > 10$  m: passare a *due classi inferiori*

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La \leq 10$  m: si attribuisce alla *classe A*

**NOTE :**

M3 Erodibilità del fondo		pt	scelta	conf
A	Presenza di fondo alluvionale erodibile, non protetto da elementi artificiali (rivestimenti, rampe) e/o naturali (affioramenti, corazzamento) per $\leq 10\%$ lunghezza tratto	0	x	
B	Presenza di fondo alluvionale erodibile per 10÷33% lunghezza tratto	2		
C	Presenza di fondo alluvionale erodibile per 33÷66% lunghezza tratto	4		
D	Presenza di fondo alluvionale erodibile per 66÷90% lunghezza tratto	6		
E	Presenza di fondo alluvionale erodibile per $> 90\%$ lunghezza tratto	8		

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La > 10$  m: passare a *una classe inferiore*

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La \leq 10$  m: passare a *due classi inferiori*

**NOTE :**

M4 Processi di arretramento delle sponde		pt	scelta	conf
A	Completa assenza di sponde in arretramento	0	x	
B	Sponde in arretramento $\leq 5\%$ lunghezza totale (somma di entrambe) oppure: sponde in arretramento $\leq 33\%$ con tassi trascurabili	2		
C	Sponde in arretramento $\leq 33\%$ lunghezza totale (somma di entrambe) con tassi $\leq 3$ m/a oppure: sponde in arretramento $> 33\%$ con tassi trascurabili	4		

D	Sponde in arretramento $\leq 33\%$ lunghezza totale (somma di entrambe) con tassi $>3$ m/a oppure: sponde in arretramento $>33\%$ con tassi $\leq 3$ m/a	6	
E	Sponde in arretramento $>33\%$ lunghezza totale (somma di entrambe) con tassi $>3$ m/a	8	

**NOTE :**

<b>M5 Tendenze di larghezza</b>		pt	scelta	conf
C-	Restringimento $>25\%$ (alvei a canale singolo o SBA) o $>15\%$ (alvei CI o W)	8		
B-	Restringimento $>10\%$ (alvei a canale singolo o SBA) o $>5\%$ (alvei CI o W)	4		
A	Variazioni di larghezza $\leq 10\%$ (alvei a canale singolo o SBA) o $\leq 5\%$ (alvei CI o W)	0	x	
B+	Allargamento $>10\%$ (alvei a canale singolo o SBA) o $>5\%$ (alvei CI o W)	4		
C+	Allargamento $>25\%$ (alvei a canale singolo o SBA) o $>15\%$ (alvei CI o W)	8		

**NOTE :**

<b>M6 Tendenze altimetriche</b>		pt	scelta	conf
C-	Incisione: evidenze di incisione largamente prevalenti e diffuse	8		
B-	Incisione lieve: evidenze di incisione prevalenti ma non diffuse	4		
A	Equilibrio: assenza di prevalenti condizioni di incisione o sedimentazione	0	x	
B+	Sedimentazione lieve: evidenze di sedimentazione prevalenti ma non diffuse	4		
C+	Sedimentazione: evidenze di sedimentazione largamente prevalenti e diffuse	8		

**NOTE :**

## ARTIFICIALITÀ

A1 Difese di sponda		pt	scelta	conf
A	Difese di sponda per >80% lunghezza totale sponde (escluso versanti o terrazzi antichi)	0	x	
B	Difese di sponda per 66÷80% lunghezza totale sponde (escluso versanti o terrazzi antichi)	4		
C	Difese di sponda per 33÷66% lunghezza totale sponde (escluso versanti o terrazzi antichi)	8		
D	Difese di sponda per 5÷33% lunghezza totale sponde (escluso versanti o terrazzi antichi)	12		
E	Difese di sponda per ≤5% lunghezza totale sponde (escluso versanti o terrazzi antichi)	15		

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La > 10$  m: passare a *una classe inferiore*

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La \leq 10$  m: passare a *due classi inferiori*

**NOTE :**

A2 Opere di rivestimento o consolidamento del fondo		pt	scelta	conf
A	Rivestimenti del fondo per quasi tutto il tratto (>80% lunghezza)	0	x	
B	Rivestimenti del fondo per 66÷80% della lunghezza del tratto oppure come D con presenza di diga all'estremità a valle	4		
C	Rivestimenti del fondo per 33÷66% della lunghezza del tratto e/o soglie, rampe, briglie, traverse >1 ogni $d$ , dove $d = 1000$ m per $S \leq 1\%$ ; $d = 200$ m per $S > 1\%$ oppure come E con presenza di diga all'estremità a valle	8		
D	Rivestimenti del fondo per 5÷33% della lunghezza del tratto e/osoglie, rampe, briglie, traverse ≤1 ogni $d$ , dove $d = 1000$ m per $S \leq 1\%$ ; $d = 200$ m per $S > 1\%$	12		
E	Assenza o presenza localizzata di rivestimenti (≤5% lunghezza del tratto) e assenza di altre opere di consolidamento (soglie, rampe)	15		

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La > 10$  m: passare a *una classe inferiore*

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La \leq 10$  m: passare a *due classi inferiori*

**NOTE :**

## VARIAZIONI MORFOLOGICHE

<b>V1 Variazioni della configurazione morfologica</b>		pt	scelta	conf	ptconf
A	Assenza di variazioni di configurazione morfologica rispetto ad anni '50	0	x		
B	Variazioni di configurazione morfologica tra tipologie contigue rispetto ad anni '50	3			
C	Variazioni di configurazione morfologica tra tipologie non contigue rispetto ad anni '50	5			

**NOTE :**

<b>V2 Variazioni di larghezza</b>		pt	scelta	conf	ptconf
C-	Restringimento intenso (>35%) rispetto ad anni '50	5			
B-	Restringimento moderato (15÷35%) rispetto ad anni '50	3			
A	Variazioni di larghezza nulle o limitate (≤15%) rispetto ad anni '50	0	x		
B+	Allargamento moderato (15÷35%) rispetto ad anni '50	3			
C+	Allargamento intenso (>35%) rispetto ad anni '50	5			

**NOTE :**

<b>V3 Variazioni altimetriche</b>		pt	scelta	conf	ptconf
D-	Incisione molto intensa (>6 m)	10			
C-	Incisione intensa (3÷6 m)	6			
B-	Incisione limitata o moderata (0.5÷3 m)	3			
A	Variazioni della quota del fondo trascurabili (≤0.5 m)	0	x		
B+	Sedimentazione limitata o moderata (0.5÷3 m)	3			
C+	Sedimentazione intensa (3÷6 m)	6			
D+	Sedimentazione molto intensa (>6 m)	10			

Non si valuta nel caso di assoluta mancanza di dati, informazioni ed evidenze sul terreno

**NOTE :**

**IDRAIM**

sistema di valutazione **IDR** morfologica, **Analisi** e **Monitoraggio** dei Corsi d'Acqua  
**Versione IDM 1.0 - Aprile 2016**

<b>INDICI E CLASSI DI DINAMICA MORFOLOGICA</b>			
<b>del tratto Gr_L4_Imera_Canale</b>			
<b>INDICI DI DINAMICA MORFOLOGICA</b>			
<b>IDM</b>	<b>IDM<sub>min</sub></b>	<b>IDM<sub>max</sub></b>	<b>NOTE</b>
<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0/11 IND. N.A.</b>
<b>CLASSI DI DINAMICA MORFOLOGICA</b>			
<b>CLASSE<sub>med</sub></b>	<b>CLASSE<sub>min</sub></b>	<b>CLASSE<sub>max</sub></b>	<b>NOTE</b>
<b>Molto bassa</b>	<b>Molto bassa</b>	<b>Molto bassa</b>	<b>0/11 IND. N.A.</b>

<b>IDM</b>	<b>CLASSE DI DINAMICA MORFOLOGICA</b>
$0.0 \leq IDM < 0.2$	<b>Molto bassa</b>
$0.2 \leq IDM < 0.4$	<b>Bassa</b>
$0.4 \leq IDM < 0.6$	<b>Media</b>
$0.6 \leq IDM < 0.8$	<b>Elevata</b>
$0.8 \leq IDM \leq 1.0$	<b>Molto elevata</b>

N.A. = non applicato

**SUB-INDICI**

<b>NOME</b>	<b>SIGLA</b>	<b>medio</b>	<b>minimo</b>	<b>massimo</b>
<b>Morfologia e Processi</b>	<b>IDM<sub>M</sub></b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
<b>Artificialità</b>	<b>IDM<sub>A</sub></b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
<b>Variazioni</b>	<b>IDM<sub>V</sub></b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
<b>Dinamica Laterale</b>	<b>SDL</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
<b>Dinamica Verticale</b>	<b>SDV</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>
<b>Esondazione Indotta</b>	<b>SEI</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>

<b>SINTESI indicatori</b>					
<b>MORFOLOGIA E PROCESSI</b>			<b>ARTIFICIALITÀ</b>		
<b>M1</b>	Tipologia d'alveo	<b>0</b>	<b>A1</b>	Difese di sponda	<b>0</b>
<b>M2</b>	Erodibilità delle sponde	<b>0</b>	<b>A2</b>	Opere di rivestimento o consolidamento del fondo	<b>0</b>
<b>M3</b>	Erodibilità del fondo	<b>0</b>			
<b>M4</b>	Processi di arretramento delle sponde	<b>0</b>	<b>VARIAZIONI MORFOLOGICHE</b>		
<b>M5</b>	Tendenze di larghezza	<b>0</b>	<b>V1</b>	Variazioni della configurazione morfologica	<b>0</b>
<b>M6</b>	Tendenze altimetriche	<b>0</b>	<b>V2</b>	Variazioni di larghezza	<b>0</b>
			<b>V3</b>	Variazioni altimetriche	<b>0</b>
<b>M5e</b>	Tendenze di larghezza - Esond	<b>0</b>			
<b>M6e</b>	Tendenze altimetriche - Esond	<b>0</b>			

## IDM - SCHEDA DI VALUTAZIONE DELLA DINAMICA MORFOLOGICA

### GENERALITÀ

Data	14/05/2020	Operatori	GDP
Bacino	Imera	Corso d'acqua	Fiume Imera
Estremità monte	288 m s.l.m.	Estremità valle	285 m s.l.m.
Codice Segmento	Gr_L4_Imera_Valle	Codice Tratto	Gr_L4_Imera_Valle
Lunghezza tratto (m) - $L_t$	1205		

### TIPOLOGIA D'ALVEO

Confinamento	SC	Pendenza media fondo (S)	0.002
Morfologia	M	Larghezza media alveo (m) - $L_a$	14

### DATI UTILIZZATI

<b>Immagini</b>	<b>per situazione attuale e tendenze laterali</b>	
	nome	anno
Immagine situazione attuale	Google Earth	2019
Immagine ultimi 10-20 anni	Google Earth	2005

<b>Rilievi topografici</b>	<b>per tendenze e variazioni altimetriche</b>	
	nome	anno
Attuale	Rilievo di progetto definitivo	2019
Ultimi 10-20 anni		
Precedente		

## MORFOLOGIA E PROCESSI

M1 Tipologia d'alveo		pt	scelta	conf
A	Configurazione morfologica associata a condizioni di energia estremamente bassa (rettilinei o sinuosi di pianura costiera, fondo sabbioso, privi di barre)	0		
B	Configurazione associata a condizioni di bassa energia (sinuosi, meandriformi o anastomizzati privi di barre)	3	x	
C	Configurazione morfologica associata a condizioni di medio-elevata energia (sinuosi o meandriformi con barre, sinuosi a barre alternate, letto piano e alvei a riffle-pool)	6		
D	Configurazione morfologica associata a condizioni di elevata energia e mobilità laterale ( <i>wandering</i> , a canali intrecciati)	10		

**NOTE :**

M2 Erodibilità delle sponde		pt	scelta	conf
A	Presenza di sponde alluvionali erodibili (non protette) <i>non coesive</i> $\leq 10\%$ o <i>coesive</i> $\leq 33\%$ della lunghezza totale delle sponde (ovvero somma di entrambe)	0		
B	Presenza di sponde alluvionali erodibili (non protette) <i>non coesive</i> $\leq 33\%$ o <i>coesive</i> $\leq 66\%$ della lunghezza totale delle sponde (ovvero somma di entrambe)	2		
C	Presenza di sponde alluvionali erodibili (non protette) <i>non coesive</i> $\leq 66\%$ o <i>coesive</i> $\leq 90\%$ della lunghezza totale delle sponde (ovvero somma di entrambe)	4	x	
D	Presenza di sponde alluvionali erodibili (non protette) <i>non coesive</i> $\leq 90\%$ o <i>coesive</i> $> 90\%$ della lunghezza totale delle sponde (ovvero somma di entrambe)	6		
E	Presenza di sponde alluvionali erodibili (non protette) <i>non coesive</i> $> 90\%$ della lunghezza totale delle sponde (ovvero somma di entrambe)	8		

Nel caso di sponde *prive di copertura vegetale*  $> 10\%$  lunghezza totale: passare alla *classe superiore*

Nel caso di sponde *prive di copertura vegetale*  $> 33\%$  lunghezza totale: passare a *due classi superiori*

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La > 10$  m: passare a *due classi inferiori*

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La \leq 10$  m: si attribuisce alla *classe A*

**NOTE :**

M3 Erodibilità del fondo		pt	scelta	conf
A	Presenza di fondo alluvionale erodibile, non protetto da elementi artificiali (rivestimenti, rampe) e/o naturali (affioramenti, corazzamento) per $\leq 10\%$ lunghezza tratto	0		
B	Presenza di fondo alluvionale erodibile per 10÷33% lunghezza tratto	2		
C	Presenza di fondo alluvionale erodibile per 33÷66% lunghezza tratto	4	x	
D	Presenza di fondo alluvionale erodibile per 66÷90% lunghezza tratto	6		
E	Presenza di fondo alluvionale erodibile per $> 90\%$ lunghezza tratto	8		

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La > 10$  m: passare a *una classe inferiore*

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La \leq 10$  m: passare a *due classi inferiori*

**NOTE :**

M4 Processi di arretramento delle sponde		pt	scelta	conf
A	Completa assenza di sponde in arretramento	0		
B	Sponde in arretramento $\leq 5\%$ lunghezza totale (somma di entrambe) oppure: sponde in arretramento $\leq 33\%$ con tassi trascurabili	2	x	
C	Sponde in arretramento $\leq 33\%$ lunghezza totale (somma di entrambe) con tassi $\leq 3$ m/a oppure: sponde in arretramento $> 33\%$ con tassi trascurabili	4		

D	Sponde in arretramento $\leq 33\%$ lunghezza totale (somma di entrambe) con tassi $>3$ m/a oppure: sponde in arretramento $>33\%$ con tassi $\leq 3$ m/a	6	
E	Sponde in arretramento $>33\%$ lunghezza totale (somma di entrambe) con tassi $>3$ m/a	8	

**NOTE :**

<b>M5 Tendenze di larghezza</b>		pt	scelta	conf
C-	Restringimento $>25\%$ (alvei a canale singolo o SBA) o $>15\%$ (alvei CI o W)	8		
B-	Restringimento $>10\%$ (alvei a canale singolo o SBA) o $>5\%$ (alvei CI o W)	4		
A	Variazioni di larghezza $\leq 10\%$ (alvei a canale singolo o SBA) o $\leq 5\%$ (alvei CI o W)	0		
B+	Allargamento $>10\%$ (alvei a canale singolo o SBA) o $>5\%$ (alvei CI o W)	4	x	
C+	Allargamento $>25\%$ (alvei a canale singolo o SBA) o $>15\%$ (alvei CI o W)	8		

**NOTE :**

<b>M6 Tendenze altimetriche</b>		pt	scelta	conf
C-	Incisione: evidenze di incisione largamente prevalenti e diffuse	8		
B-	Incisione lieve: evidenze di incisione prevalenti ma non diffuse	4		
A	Equilibrio: assenza di prevalenti condizioni di incisione o sedimentazione	0	x	
B+	Sedimentazione lieve: evidenze di sedimentazione prevalenti ma non diffuse	4		
C+	Sedimentazione: evidenze di sedimentazione largamente prevalenti e diffuse	8		

**NOTE :**

## ARTIFICIALITÀ

A1 Difese di sponda		pt	scelta	conf
A	Difese di sponda per >80% lunghezza totale sponde (escluso versanti o terrazzi antichi)	0		
B	Difese di sponda per 66÷80% lunghezza totale sponde (escluso versanti o terrazzi antichi)	4		
C	Difese di sponda per 33÷66% lunghezza totale sponde (escluso versanti o terrazzi antichi)	8		
D	Difese di sponda per 5÷33% lunghezza totale sponde (escluso versanti o terrazzi antichi)	12		
E	Difese di sponda per ≤5% lunghezza totale sponde (escluso versanti o terrazzi antichi)	15	x	

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La > 10$  m: passare a *una classe inferiore*

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La \leq 10$  m: passare a *due classi inferiori*

**NOTE :**

A2 Opere di rivestimento o consolidamento del fondo		pt	scelta	conf
A	Rivestimenti del fondo per quasi tutto il tratto (>80% lunghezza)	0		
B	Rivestimenti del fondo per 66÷80% della lunghezza del tratto oppure come D con presenza di diga all'estremità a valle	4		
C	Rivestimenti del fondo per 33÷66% della lunghezza del tratto e/o soglie, rampe, briglie, traverse >1 ogni $d$ , dove $d = 1000$ m per $S \leq 1\%$ ; $d = 200$ m per $S > 1\%$ oppure come E con presenza di diga all'estremità a valle	8		
D	Rivestimenti del fondo per 5÷33% della lunghezza del tratto e/osoglie, rampe, briglie, traverse ≤1 ogni $d$ , dove $d = 1000$ m per $S \leq 1\%$ ; $d = 200$ m per $S > 1\%$	12		
E	Assenza o presenza localizzata di rivestimenti (≤5% lunghezza del tratto) e assenza di altre opere di consolidamento (soglie, rampe)	15	x	

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La > 10$  m: passare a *una classe inferiore*

Nel caso di *corsi d'acqua di bassa energia* (di risorgiva o  $S \leq 0.001$ ) e  $La \leq 10$  m: passare a *due classi inferiori*

**NOTE :**

## VARIAZIONI MORFOLOGICHE

<b>V1</b>	<b>Variazioni della configurazione morfologica</b>	pt	scelta	conf	ptconf
A	Assenza di variazioni di configurazione morfologica rispetto ad anni '50	0			
B	Variazioni di configurazione morfologica tra tipologie contigue rispetto ad anni '50	3	x		
C	Variazioni di configurazione morfologica tra tipologie non contigue rispetto ad anni '50	5			

**NOTE :**

<b>V2</b>	<b>Variazioni di larghezza</b>	pt	scelta	conf	ptconf
C-	Restringimento intenso (>35%) rispetto ad anni '50	5			
B-	Restringimento moderato (15÷35%) rispetto ad anni '50	3			
A	Variazioni di larghezza nulle o limitate (≤15%) rispetto ad anni '50	0	x		
B+	Allargamento moderato (15÷35%) rispetto ad anni '50	3			
C+	Allargamento intenso (>35%) rispetto ad anni '50	5			

**NOTE :**

<b>V3</b>	<b>Variazioni altimetriche</b>	pt	scelta	conf	ptconf
D-	Incisione molto intensa (>6 m)	10			
C-	Incisione intensa (3÷6 m)	6			
B-	Incisione limitata o moderata (0.5÷3 m)	3			
A	Variazioni della quota del fondo trascurabili (≤0.5 m)	0	x		
B+	Sedimentazione limitata o moderata (0.5÷3 m)	3			
C+	Sedimentazione intensa (3÷6 m)	6			
D+	Sedimentazione molto intensa (>6 m)	10			

Non si valuta nel caso di assoluta mancanza di dati, informazioni ed evidenze sul terreno

**NOTE :**

**IDRAIM**

sistema di valutazione **IDR** morfologica, **Analisi** e **Monitoraggio** dei Corsi d'Acqua  
**Versione IDM 1.0 - Aprile 2016**

INDICI E CLASSI DI DINAMICA MORFOLOGICA del tratto Gr_L4_Imera_Valle			
INDICI DI DINAMICA MORFOLOGICA			
IDM	IDM <sub>min</sub>	IDM <sub>max</sub>	NOTE
<b>0.50</b>	<b>0.50</b>	<b>0.50</b>	<b>0/11 IND. N.A.</b>
CLASSI DI DINAMICA MORFOLOGICA			
CLASSE <sub>med</sub>	CLASSE <sub>min</sub>	CLASSE <sub>max</sub>	NOTE
<b>Media</b>	<b>Media</b>	<b>Media</b>	<b>0/11 IND. N.A.</b>

IDM	CLASSE DI DINAMICA MORFOLOGICA
$0.0 \leq IDM < 0.2$	Molto bassa
$0.2 \leq IDM < 0.4$	Bassa
$0.4 \leq IDM < 0.6$	Media
$0.6 \leq IDM < 0.8$	Elevata
$0.8 \leq IDM \leq 1.0$	Molto elevata

N.A. = non applicato

**SUB-INDICI**

NOME	SIGLA	medio	minimo	massimo
Morfologia e Processi	IDM <sub>M</sub>	<b>0.17</b>	<b>0.17</b>	<b>0.17</b>
Artificialità	IDM <sub>A</sub>	<b>0.30</b>	<b>0.30</b>	<b>0.30</b>
Variazioni	IDM <sub>V</sub>	<b>0.03</b>	<b>0.03</b>	<b>0.03</b>
Dinamica Laterale	SDL	<b>0.31</b>	<b>0.31</b>	<b>0.31</b>
Dinamica Verticale	SDV	<b>0.19</b>	<b>0.19</b>	<b>0.19</b>
Esondazione Indotta	SEI	<b>-0.19</b>	<b>-0.19</b>	<b>-0.19</b>

SINTESI indicatori					
MORFOLOGIA E PROCESSI			ARTIFICIALITÀ		
M1	Tipologia d'alveo	3	A1	Difese di sponda	15
M2	Erodibilità delle sponde	4	A2	Opere di rivestimento o consolidamento del fondo	15
M3	Erodibilità del fondo	4			
M4	Processi di arretramento delle sponde	2	VARIAZIONI MORFOLOGICHE		
M5	Tendenze di larghezza	4	V1	Variazioni della configurazione morfologica	3
M6	Tendenze altimetriche	0	V2	Variazioni di larghezza	0
			V3	Variazioni altimetriche	0
M5e	Tendenze di larghezza - Esond	-3			
M6e	Tendenze altimetriche - Esond	0			