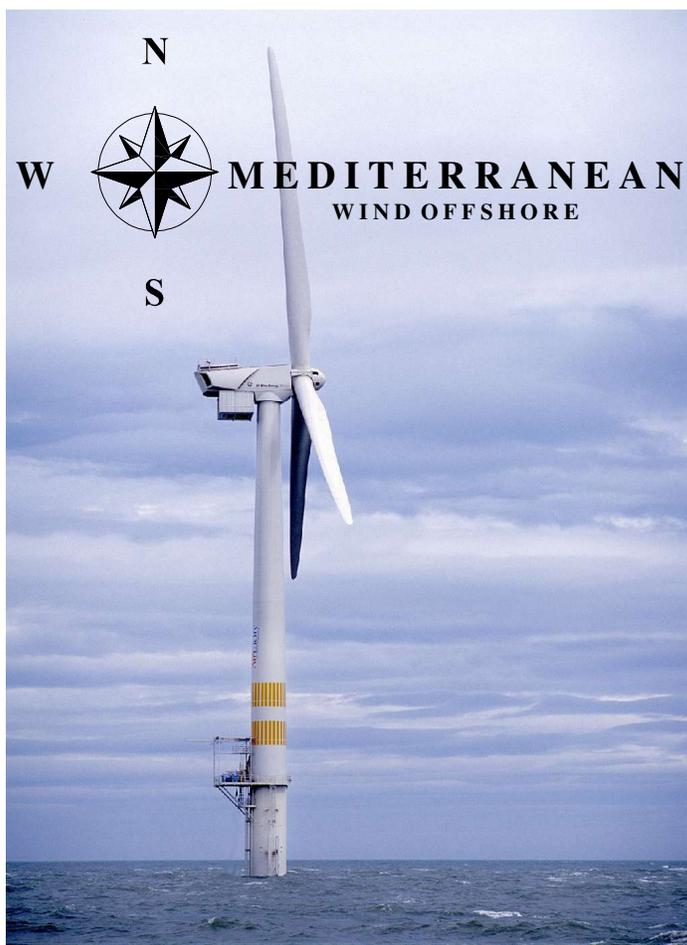




REGIONE SICILIANA

PARCO EOLICO OFFSHORE GOLFO DI GELA



RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA PARCO EOLICO

00	29/11/2006	EMISSIONE	Alessandro SAMMARTANO	Michele VENTURINI	Alessandro SAMMARTANO
REV	Data	Descrizione	Preparato	Verificato	Approvato
Autorizzazione Emissione					

INDICE DEI CONTENUTI

1 Relazione tecnica	3
1.1 BACKGROUND SULL'ENERGIA EOLICA E LE TECNOLOGIE OFFSHORE	3
1.2 FABBISOGNI STRATEGICI DI ENERGIA EOLICA	5
1.2.1 Internazionale	5
1.2.2 Europa	5
1.2.3 Nazionale	5
1.2.4 Regionale	8
1.4 SINTESI E BACKGROUND SULLA LOCALIZZAZIONE DEL SITO	8
1.4.1 Vincoli ambientali	9
1.4.2 Risorsa eoliche	9
1.4.3 Profondità dell'acqua e composizione del sottosuolo	9
1.4.4 Prossimità della rete elettrica	9
1.4.5 Presenza di infrastrutture portuali	9
1.5 BENEFICI AMBIENTALI E SOCIO-ECONOMICI DELL'ENERGIA EOLICA	10
1.6 LOCALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO	10
1.7 ANALISI DEGLI ASPETTI BIOLOGICI E FISICI – SEZIONE OCEANOGRAFICA	11
1.7.1 Premessa	11
1.7.2 Introduzione alle metodologie adottate	11
1.7.3 Metodologia di indagine batimorfologica	12
1.7.4 Metodologia di indagine sedimentologica e comunità bentoniche	15
1.7.5 Metodologi di indagine idraulica marina	18
1.7.6 Descrizione dell'area di indagine – Caratteristiche batimorfologiche e sedimentologiche dell'area	20
1.7.7 Descrizione dell'area di indagine – Caratteristiche idrauliche marine	22
1.8 INDUSTRIA DEL PETROLIO	28
1.8.1 Estrazione e raffinazione	28
1.8.2 Gasdotti e oleodotti marini	30
1.9 DESCRIZIONE IMPIANTO E PARTICOLARI COSTRUTTIVI	32
1.9.1 Localizzazione e dimensioni dell'area di sviluppo	32
1.9.2 Descrizione delle turbine e delle fondazioni	36
1.10 INFRASTRUTTURE ELETTRICHE E CONNESSIONE ALLA RETE	37
1.11 DETTAGLI SULLA COSTRUZIONE DELL'IMPIANTO	40
1.11.1 Costruzione delle turbine	40
1.11.2 Interramento dei cavi offshore	41
1.11.3 Costruzione delle infrastrutture elettriche onshore	42
1.11.4 Il piano di progetto previsto	42

1.12 GESTIONE E MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO	44
1.13 ANALISI VISIVA	44
1.14 FOTOSIMULAZIONE DELL'IMPIANTO	44

1 RELAZIONE TECNICA

1.1 BACKGROUND SULL'ENERGIA EOLICA E LE TECNOLOGIE OFFSHORE

L'aumento delle emissioni di anidride carbonica e di altre sostanze inquinanti (es. NOx, Sox, microinquinanti...) legato allo sfruttamento delle fonti energetiche convenzionali costituite da combustibili fossili, assieme alla loro limitata disponibilità, ha creato una crescente attenzione per lo sfruttamento delle fonti energetiche "rinnovabili", per la produzione di energia elettrica.

Per quanto concerne l'energia nucleare, le scelte del nostro Paese ne hanno da tempo impedito il ricorso, mentre per quanto riguarda i già citati combustibili fossili (petrolio, carbone, gas...), il loro uso determina un aumento netto del contenuto di anidride carbonica nell'atmosfera, con ripercussioni non più trascurabili sul fenomeno conosciuto come "effetto serra".

Accanto alla fonte idraulica, ampiamente utilizzata anche in Italia fin dalle origini dai produttori di energia elettrica, altre fonti rinnovabili si sono fatte strada negli anni più recenti. Fra queste, il vento ha dimostrato di essere in grado di fornire una integrazione significativa alle fonti tradizionali, garantendo il soddisfacimento dei requisiti di economicità e al contempo il rispetto delle esigenze di tutela dell'ambiente nel quale si inseriscono gli impianti.

Le emissioni nell'atmosfera delle tradizionali centrali di potenza di tipo termico costituiscono, infatti, a livello mondiale, il 40% del totale delle emissioni inquinanti e tale percentuale è destinata ad aumentare in previsione nel prossimo ingresso, nel novero dei paesi industrializzati, degli stati oggi emergenti o in via di sviluppo. Oltretutto, il problema si pone drammaticamente in questi ultimi mesi, dopo che gli accordi internazionali di Kyoto sono stati messi in discussione dagli Stati Uniti, con la motivazione che l'osservanza degli stessi comporterebbe un freno alla crescita della loro economia.

Al di là degli aspetti geopolitici, si pone un problema di fondo, legato all'estrema complessità, soprattutto da parte dei Paesi sviluppati dell'Occidente, di ridimensionare i livelli di consumo di energia, ormai funzionali ad un sistema di vivere e di produrre in continua crescita. Nel contempo, tuttavia, non è neanche ammissibile che i paesi in via di sviluppo rinunciano a standard sociali che è giusto che siano perseguiti, ma che implicano, inevitabilmente, un aumento del consumo pro-capite di energia.

L'alternativa a questa situazione non può che essere il ricorso a fonti di energia "pulita", cioè rinnovabile (biomasse, eolico, solare, geotermico...), allo scopo di limitare il più possibile l'aumento della quantità di anidride carbonica immessa nell'atmosfera. Ovviamente, la scelta deve essere compiuta senza trascurare gli aspetti ambientali che l'adozione di tali tecnologie comporta. Sarebbe paradossale, infatti, se il ricorso a queste fonti determinasse, a livello anche locale, guasti ambientali di altro genere.

Gli impianti di produzione di energia eolica, in particolare quelli costituiti da più aerogeneratori collegati alle reti elettriche, le così dette "wind farm", hanno avuto, da anni ormai, applicazioni consistenti, in particolare nel Nord Europa e negli Stati Uniti.

Lo sviluppo di energia eolica prosegue a ritmi sostenuti a livello mondiale dai primi anni '90. L'eolico in Italia, ha avviato il suo processo di diffusione in coincidenza con il provvedimento CIP 6/92 che regolava gli incentivi all'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili. A fine 2002 in Italia si conta una potenza eolica installata pari a 755 MW (EWEA – European Wind Energy Association – Novembre 2002).

Con l'evoluzione della tecnologia e con il crescere della dimensione delle turbine, si è avviato lo studio delle applicazioni in mare (off-shore). I primi studi sullo sfruttamento dell'energia eolica offshore risalgono agli ultimi anni '70. Le ragioni principali che hanno catalizzato le energie e le ricerche nel settore offshore sono:

- Scarsità, in alcuni Paesi, di siti adatti allo sfruttamento dell'energia eolica sulla terraferma
- Velocità del vento più alte
- Venti più stabili
- Rugosità superficiale minore, e quindi turbine più economiche
- Minore turbolenza: maggiore vita delle turbine

Nella Tabella 1.1 e Figura 1.1 è riportata la potenzialità di generazione eolica offshore in Europa.

Profondità del mare in metri	Entro i 10 km offshore	Entro i 20 km offshore	Entro i 30 km offshore
10 m	551	587	596
20 m	1.121	1.402	1.523
30 m	1.597	2.192	2.463
40 m	1.852	2.615	3.028

Tabella 1.1 Risorse eoliche offshore in Europa (prod. in TWh/anno: 1 TW = 1.000.000 MW)
(Fonte: "Study of Offshore Wind Energy in the EC" Garrad Hassan & Germanisher Lloyd, 1995)

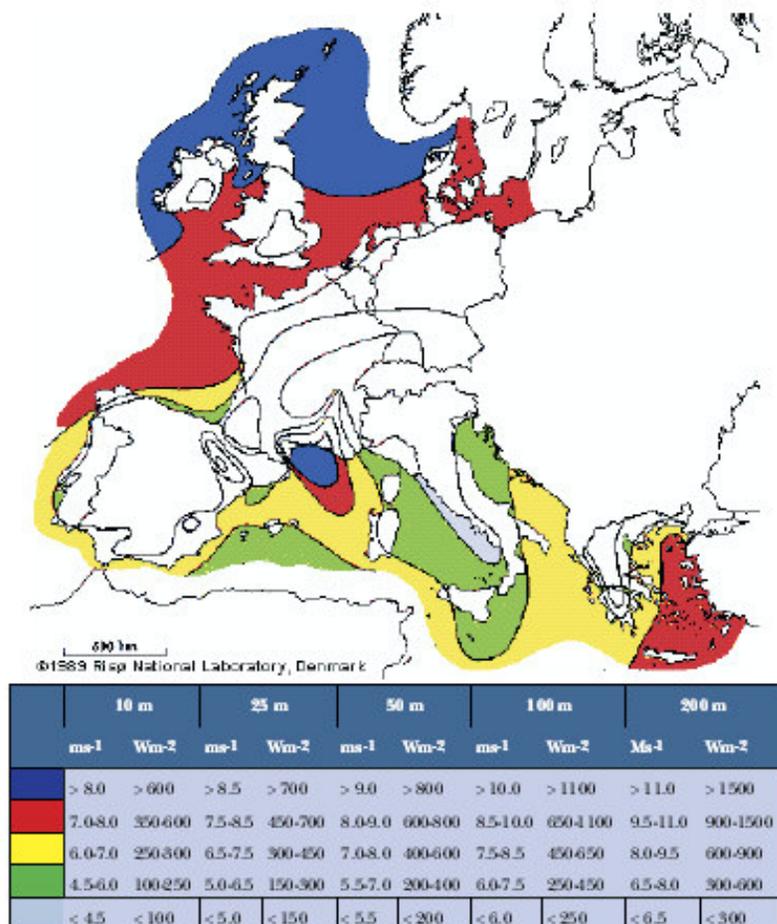


Figura 1.1 Velocità del vento offshore in Europa (fonte: Risoe, European Wind Atlas) con intensità energetica in Wm⁻² (quantità di energia che attraversa una superficie di un metro quadrato)

Nella Tabella 1.2 sono indicati i potenziali eolici offshore per l'UE ed i paesi membri (profondità fino a 40 m d'acqua, distanza fino a 30 km dalla costa, velocità media annuale del vento fino a 10 m/sec), viene compreso quello dell'Italia.

Paese	Potenziale offshore – TWh/anno	Fabbisogno elettrico (1994) TWh/anno
Gran Bretagna	986	321
Danimarca	550	32
Francia	477	355
Germania	237	432
Irlanda	183	13
Italia	154	235
Spagna	140	137
Olanda	136	75
Grecia	92	34
Portogallo	49	25
Belgio	24	63
Totale UE	3.028	1.846

Tabella 1.2 Il potenziale eolico offshore dei paesi della UE, valutato a profondità non superiore a 40 m (Fonte: “Study of Offshore Wind Energy in the EC” Garrad Hassan & Germanisher Lloyd, 1995)

Il potenziale eolico europeo risulta essere da questa tabella circa 3.000 TWh/anno, pari a circa il 130% dei consumi elettrici del '94. L'Italia per le stesse condizioni disporrebbe di 150 TWh/anno, cioè circa il 50% degli attuali consumi elettrici. Nel 1994 il prof. Gaudiosi dell'Università di Genova, da una verifica più dettagliata sui mari italiani, partendo dalla mappa eolica offshore del Risoe Laboratories entro 30 metri di profondità, ha ricavato un potenziale teorico di circa 60 TWh/anno. Tenendo conto di ulteriori limitazioni ambientali e di utilizzo del territorio (stima fattore di riduzione 10), il potenziale disponibile in Italia sarebbe di 6 TWh/anno, ovvero corrispondente a circa il 2,5% degli attuali consumi elettrici.

Le elaborazioni riportate in Figura 1.1 derivano da rilevazioni satellitari interpolate attraverso postazioni fisse dell'Aeronautica Militare e Civile. La natura delle rilevazioni è di conseguenza approssimata e poco puntuale se si considerano aree specifiche di dettaglio, infatti come sarà meglio descritto nei prossimi capitoli, le caratteristiche anemologiche del sito oggetto di questo studio, si discostano in positivo rispetto alle elaborazioni riportate a livello europeo. Tuttavia dalla mappa di Figura 1.1 si possono trarre alcune interessanti informazioni fra cui la più importante è che il sito (Golfo di Gela) è situato nel medesimo “corridoio” nel quale sono situate tutte le aree a maggiore attrattività a livello nazionale (es. appennini, monti ibilei in Sicilia...) e tutti i principali impianti eolici oggi in funzione in Italia.

Il primo passo verso le installazioni eoliche offshore è stato quello di realizzare alcune centrali eoliche lungo le banchine dei porti, a partire dagli anni '80. Fino al 2000 si contavano 5 centrali eoliche offshore in Europa, di cui Tunoe Knob (5 MW) e Vindeby (4,95 MW) in Danimarca, Lely (2 MW) e Dronten (11 MW) in Olanda, ed infine Gotland (2,5 MW) in acque svedesi. Nel 2000 è diventata operativa la prima centrale eolica offshore in Gran Bretagna, a Blyth, poco distante dalla già esistente installazione semi-offshore sulla banchina del porto. Altre due centrali sono state installate nel corso del 2000:

Middelgrunden (40 MW) in Danimarca e Uttgrunden (10,5 MW) in Svezia, per un totale di 8 impianti offshore in Europa al 2001. I progetti dei prossimi anni riguardano impianti di scala decisamente superiore:

- Mounth of the Western Scheldt, Olanda, 100 MW
- Ijmuiden, Olanda, 100 MW
- Horns Rev, Danimarca, 160 MW
- Laeso, Danimarca, 150 MW
- Omo Stalgrunde, Danimarca, 150 MW
- Geyser Rev, Danimarca, 15 MW
- Rodsand, Danimarca, 600 MW
- Lillgrund Bank, Svezia 48 MW
- Barsebank, Svezia, 750 MW
- Kish Bank, Irlanda, 250 MW+
- Arklow, off County Wicklow, Irlanda, 500 MW
- Gunfleet Sand, Essex, UK, 108 MW

1.2 FABBISOGNI STRATEGICI DI ENERGIA EOLICA

1.2.1 Internazionale

L'energia eolica continua a rappresentare la fonte di generazione di energia elettrica a maggiori tassi di crescita, infatti il tasso di crescita continua a superare il 30% all'anno.

All'inizio del 2002, le installazioni mondiali di potenza eolica hanno raggiunto i 25.000 MW, con oltre il 75% installata in Europa. Nel complesso, la potenza installata fornisce energia sufficiente a soddisfare il fabbisogno di circa 14 milioni di famiglie, ovvero oltre 35 milioni di persone (Greenpeace, Windforce 12).

Nel 1997, il Protocollo di Kyoto ha definito un target di riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra pari a 5,2% delle emissioni del 1990, nel periodo 2008-2012. Questa riduzione è stata successivamente riallocata nei singoli paesi che hanno sottoscritto il Protocollo attraverso target nazionali.

1.2.2 Europa

L'Unione Europea, per raggiungere il proprio obiettivo, ha definito fra le varie misure di riduzione dei gas serra, un target del 22% di produzione della propria energia attraverso fonti rinnovabili nel 2010.

La capacità di generazione eolica installata in Europa è cresciuta del 40% all'anno a partire dal 1996. Gli impianti eolici in Europa producono sufficiente energia per il fabbisogno di circa 5 milioni di persone. Il target di installazioni per la fonte eolica è pari a circa 60.000 MW di capacità nel 2010, che significa produrre energia per soddisfare il fabbisogno di circa 75 milioni di persone.

Nel 2001 è stata emessa una direttiva europea per la promozione dell'elettricità da fonti rinnovabili. Il documento definisce innanzitutto le fonti rinnovabili: sole, vento, geotermia, idraulica, onde, mare, gas discarica, gas residuati dei processi di depurazione, biogas e biomasse ivi incluse le frazioni

biodegradabili dei rifiuti. Esso stabilisce inoltre che i singoli Stati membri individuino propri obiettivi di incremento della quota dei consumi elettrici interni da soddisfare con le rinnovabili, con una progressione che consenta di giungere, al 2010 ai valori indicativi assegnati dalla stessa direttiva a ciascuno Stato, individuati sulla base di quanto era stato prospettato nel Libro Bianco comunitario, nella Tabella 1.3 i suddetti valori.

Paese	Situazione 1997 (*)	Obiettivo indicativo 2010 (* valori di riferimento)
Belgio	1,1	6
Danimarca	8,7	29
Germania	4,5	12,5
Grecia	8,6	20,1
Spagna	19,9	24,4
Francia	15,0	21
Irlanda	3,6	13,2
Italia	16,0	25
Lussemburgo	2,1	5,7
Paesi Bassi	3,5	9
Austria	70	78,1
Portogallo	38,5	39
Finlandia	24,7	31,5
Svezia	49,1	60
Regno Unito	1,7	10
Unione Europea	13,9	22

Tabella 1.3 Situazione e obiettivi di incremento della penetrazione delle rinnovabili nel mercato elettrico (* dati espressi in % del consumo lordo di elettricità da coprire con fonti rinnovabili) (N.B. La direttiva non include tra le rinnovabili la frazione umida non biodegradabile dei rifiuti)

In Figura 1.2 il contributo relativo dei paesi dell'Unione Europea alla produzione di energia rinnovabile.

1.2.3 Nazionale

L'eolico in Italia ha avviato il suo processo di diffusione in coincidenza con il provvedimento CIP 6/92, che regolava gli incentivi all'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili.

Inoltre, nel quadro delle disposizioni stabilite dalla Conferenza di Kyoto, riconoscendo la coerenza e la validità degli orientamenti programmatici comunitari fino a quel momento assunti in materia di politiche per lo sviluppo sostenibile, il Consiglio dei Ministri dell'Ambiente dell'Unione Europea procede, in data 17 giugno 1998, ad una ripartizione delle quote di riduzione delle emissioni tra gli Stati-membri, da conseguirsi entro il periodo 2008-2010. Al nostro Paese viene assegnato un obiettivo di riduzione delle emissioni, esteso ai sei gas di riferimento, pari al 6,5% rispetto ai livelli del 1990: un'entità di riduzione,

quest'ultima che, considerando la crescita tendenziale delle emissioni, corrisponde secondo le stime della Commissione Europea a circa 100 milioni di tonnellate di anidride carbonica equivalente.

A tal proposito viene approvato, con la delibera CIPE del 19 novembre 1998, un documento "Linee Guida per le politiche e le misure nazionali di riduzione delle emissioni dei gas serra", che fissa gli obiettivi e le azioni necessarie per la riduzione, entro il 2008-2012 e rispetto ai livelli del 1990, del 6.5% delle emissioni dei gas controllati dal Protocollo di Kyoto. A questo riguardo, i criteri che hanno ispirato la definizione delle azioni a valenza nazionale, ivi contenute, sono i seguenti:

- Valorizzare il potenziale di riduzione e assorbimento delle emissioni dei gas serra connesso ai programmi ed agli interventi comunque necessari per l'adeguamento alle direttive ed ai regolamenti europei, oltre che alle leggi nazionali in materia di protezione dell'ambiente, di produzioni agricole e forestali, di produzione e distribuzione dell'energia, di reti e mezzi di trasporto
- Orientare l'ammodernamento del sistema energetico e industriale, e delle infrastrutture per la mobilità e il trasporto delle merci, secondo il criterio della migliore efficienza energetica
- Favorire lo sviluppo delle tecnologie innovative a basse emissioni, con particolare riferimento alle fonti rinnovabili, al fine di potenziare sia le capacità produttive nazionali, sia le prospettive della cooperazione internazionale nell'ambito del Protocollo di Kyoto
- Favorire programmi di assorbimento e fissazione del carbonio atmosferico attraverso forme stabili di aumento della copertura vegetale, dentro e fuori azioni nazionali per la riduzione dei gas serra

	Mt CO2 obiettivo al 2002	Mt CO2 obiettivo al 2006	Mt CO2 obiettivo al 2008-2012
Aumento di efficienza nel parco temoelettrico	-4/5	-10/12	-20/23
Riduzione dei consumi energetici nel settore dei trasporti	-4/6	-9/11	-18/21
Produzione di energia da fonti rinnovabili	-4/5	-7/9	-18/20
Riduzione dei consumi energetici nei settori industriale/abitativo/terziario	-6/7	-12/14	-24/29
Riduzione delle emissioni nei settori energetici	-2	-7/9	-15/19
Assorbimento delle emissioni di CO2	-	-	(-0,7)
Totale	-20/25	-45/55	-95/112

Tabella 1.4 Obiettivi di riduzione delle emissioni collegati alle sei sezioni a carattere nazionale (Fonte: Delibera del CIPE del 19/11/1998)

L'Italia ha ratificato il protocollo di Kyoto con la legge del 1° giugno 2002, n. 120. In tal senso ed alla luce del nuovo panorama normativo, il CIPE ha elaborato una proposta di revisione delle linee guida per le politiche e misure nazionali di riduzione delle emissioni dei gas serra, identificando un ulteriore target di riduzione dei gas serra pari a 41,1 Mt CO₂eq anche attraverso la possibilità di ricorrere al mercato

dei permessi di emissione o allo scambio di quote di emissione secondo i meccanismi di Emissions Trading (ET) e di Joint Implementation (JI) e Clean Development Mechanism (CDM) del Protocollo di Kyoto.

Inoltre nel 1999 è stato approvato dal CIPE il Libro Bianco per la valorizzazione energetica delle fonti rinnovabili, con il quale sono stati individuati, per ciascuna fonte e dunque anche per l'eolico, gli obiettivi di diffusione al 2010. La Tabella 1.5 riporta la situazione della produzione di elettricità nel 2000 e gli obiettivi al 2010, sempre relativi al settore elettrico, indicati nel Libro Bianco.

Tecnologia	Situazione al 2000		Obiettivi 2010	
	MWe	TWh	MWe	TWh
Idro > 10 MW	14.445	36,1	15.000	36,0
Idro < 10 MW	2.200	8,1	3.000	11,1
Geotermia	626	4,7	800	5,9
Eolico	681(*)	1,2	25.000	5,0
Solare	16	0,01	300	0,3
Biomasse, biogas e rifiuti (**)	685	1,9	31.000	17,8
Totale	18.653	52,0	24.700	76,1

Tabella 1.5 Produzione lorda di elettricità da rinnovabili nel 2000, previsioni di sviluppo al 2010 del Libro Bianco (* Dato riferito a fine 2001) (La voce biomasse, biogas, rifiuti include il contributo energetico dei rifiuti ivi compresa la frazione non biodegradabile, esclusa dal novero delle rinnovabili dalla direttiva europea)**

Si ricorda, ora, che l'obiettivo (indicativo) al 2010 previsto per l'Italia dalla direttiva europea sull'elettricità da rinnovabili è pari al 25% dei consumi elettrici. Il consumo di elettricità nel nostro paese è stato, nel 2000, pari a 297 TWh: si supponga che, anche in virtù di politiche di contenimento dei consumi (peraltro avviate con i decreti ministeriali 24 aprile 2001), i consumi di elettricità crescano solo del 2,5% l'anno: se ne deduce che il consumo interno al 2010 salirebbe a 380 TWh. Conseguentemente, l'obiettivo del 25% corrisponde a un apporto delle rinnovabili di 95 TWh.

Ora, gli obiettivi delineati dal Libro Bianco, individuati sulla base di una valutazione del potenziale sfruttabile che ha tenuto conto dello stato dell'arte delle diverse tecnologie, sono stati a suo tempo giudicati ambiziosi ma realistici: gli obiettivi (indicativi) previsti dalla direttiva aggiungono circa 20 TWh; se si tiene conto che la direttiva esclude dalla definizione delle rinnovabili la frazione non biodegradabile dei rifiuti, che invece, nello scenario del Libro Bianco, apporterebbe un contributo di alcuni TWh, si comprende come il conseguimento dell'obiettivo (indicativo) assegnato dalla direttiva all'Italia appaia di grande complessità.

Considerate le potenzialità, lo stato dell'arte della tecnologia e i tassi di crescita registrati a livello internazionale, si può desumere che l'eolico ha un importante ruolo al fine del conseguimento degli obiettivi nazionali e del massimo avvicinamento a quelli (indicativi) riportati nella direttiva. Peraltro, anche nel nostro Paese sembra avviato un processo di crescita della potenza eolica in esercizio.

Wind power installed in Europe by Autumn 2002
In MW (Megawatts)

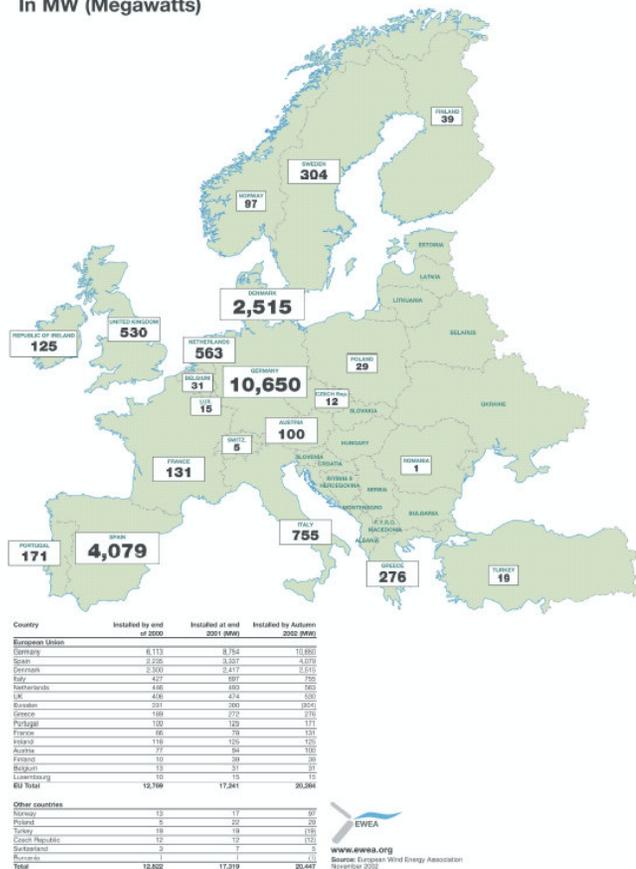


Figura 1.2 La generazione eolica in Europa (MW)

3.3.3.1 Il decreto Bersani ed il nuovo meccanismo di incentivazione delle energie rinnovabili

La predisposizione del decreto legislativo 79/99 di riassetto del settore elettrico, ha fornito l'occasione di aggiornare il quadro degli incentivi nazionali alle fonti rinnovabili. Poiché si è ritenuto che le fonti rinnovabili debbano integrarsi nel mercato dell'elettricità, anche le logiche di sostegno sono state ispirate a questo principio. E dunque si è introdotto un criterio di incentivazione basato sulla creazione di una domanda certa: si è infatti imposto l'obbligo, a carico dei grandi produttori e importatori di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili, di immettere in rete elettrica, a decorrere dal 2002, una quota minima di elettricità prodotta da impianti entrati in esercizio dopo il 1 aprile 1999 (data di entrata in vigore del decreto legislativo 79/99), elettricità che inoltre gode della precedenza nel dispacciamento. La quota è stata inizialmente fissata nel 2% e potrà essere incrementata con successivi atti. La regolamentazione dell'obbligo del 2% è stata effettuata con il decreto ministeriale 11 novembre 1999, con il quale sono stati introdotti i certificati verdi. Talune modifiche e integrazioni, riguardanti soprattutto la co-combustione e i rifacimenti idroelettrici e geotermoelettrici, sono state introdotte con il decreto ministeriale del 18 marzo 2002.

In sostanza, l'elettricità viene immessa in rete e partecipa al mercato elettrico con le relative regole. In aggiunta il produttore che offre elettricità da fonti rinnovabili al fine di soddisfare la domanda del 2% vengono rilasciati i certificati verdi, commerciabili in un mercato parallelo svincolato da quello dell'elettricità: essi costituiscono lo strumento con il quale i soggetti sottoposti all'obbligo del 2% devono dimostrare di avervi adempiuto.

La struttura dell'incentivo, mirando a soddisfare la domanda con il costo minimo per la collettività, prescinde dalla fonte, a vantaggio di una competizione tra le diverse tipologie. Trattandosi di un meccanismo di mercato, non è possibile fissare, a priori e senza variazioni nel tempo, il ricavo complessivo per KWh prodotto.

Art. 11 del DL 79/99 Energia elettrica da fonti rinnovabili

- Al fine di incentivare l'uso delle energie rinnovabili, il risparmio energetico, la riduzione delle emissioni di anidride carbonica e l'utilizzo delle risorse energetiche nazionali, a decorrere dall'anno 2001 gli importatori e i soggetti responsabili degli impianti che, in ciascun anno, importano o producono energia elettrica da fonti non rinnovabili hanno l'obbligo di immettere nel sistema elettrico nazionale, nell'anno successivo, una quota prodotta da impianti da fonti rinnovabili entrati in esercizio o ripotenziati, limitatamente alla producibilità' aggiuntiva, in data successiva a quella di entrata in vigore del presente decreto.
- L'obbligo di cui al comma 1 si applica alle importazioni e alle produzioni di energia elettrica, al netto della cogenerazione, degli autoconsumi di centrale e delle esportazioni, eccedenti i 100 GWh; la quota di cui al comma 1 e' inizialmente stabilita nel due per cento della suddetta energia eccedente i 100 GWh.
- Gli stessi soggetti possono adempiere al suddetto obbligo anche acquistando, in tutto o in parte, l'equivalente quota o i relativi diritti da altri produttori, purché immettano l'energia da fonti rinnovabili nel sistema elettrico nazionale, o dal gestore della rete di trasmissione nazionale. I diritti relativi agli impianti di cui all'articolo 3, comma 7, della legge 14 novembre 1995, n. 481 sono attribuiti al gestore della rete di trasmissione nazionale. Il gestore della rete di trasmissione nazionale, al fine di compensare le fluttuazioni produttive annuali o l'offerta insufficiente, può acquistare e

- vendere diritti di produzione da fonti rinnovabili, prescindendo dalla effettiva disponibilità, con l'obbligo di compensare su base triennale le eventuali emissioni di diritti in assenza di disponibilità'.
- 4 Il gestore della rete di trasmissione nazionale assicura la precedenza all'energia elettrica prodotta da impianti che utilizzano, nell'ordine, fonti energetiche rinnovabili, sistemi di cogenerazione, sulla base di specifici criteri definiti dall'Autorità per l'energia elettrica e il gas, e fonti nazionali di energia combustibile primaria, queste ultime per una quota massima annuale non superiore al quindici per cento di tutta l'energia primaria necessaria per generare l'energia elettrica consumata.
 - 5 Con decreto del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, di concerto con il Ministro dell'ambiente, sono adottate le direttive per l'attuazione di quanto disposto dai commi 1, 2 e 3, nonché gli incrementi della percentuale di cui al comma 2 per gli anni successivi al 2002, tenendo conto delle variazioni connesse al rispetto delle norme volte al contenimento delle emissioni di gas inquinanti, con particolare riferimento agli impegni internazionali previsti dal protocollo di Kyoto.
 - 6 Al fine di promuovere l'uso delle diverse tipologie di fonti rinnovabili, con deliberazione del CIPE, adottata su proposta del Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato, sentita la Conferenza unificata, istituita ai sensi del decreto legislativo 28 agosto 1997, n. 281, sono determinati per ciascuna fonte gli obiettivi pluriennali ed è effettuata la ripartizione tra le regioni e le province autonome delle risorse da destinare all'incentivazione. Le regioni e le province autonome, anche con proprie risorse, favoriscono il coinvolgimento delle comunità locali nelle iniziative e provvedono, attraverso procedure di gara, all'incentivazione delle fonti rinnovabili.

1.2.4 Regionale

La Regione Sicilia ha adottato una linea programmatica (v. DPEF 2003 – 2006, pagg. 63 e ss.) che comprende l'applicazione di incentivi comunitari e nazionali e di altre iniziative in materia di risparmio energetico e di utilizzo di fonti rinnovabili. A tal proposito va sottolineato il progressivo decentramento delle funzioni e delle disposizioni per mezzo di diverse leggi delega come la L. 308/1982, la L. n. 10/1991 e la legge delega n. 59/1997 attuata con il D.L.vo n.112/98.

La Regione ha fatto affidamento anche sulle risorse messe a disposizione dai Fondi strutturali europei e Agenda 2000. Il POR Sicilia ha stabilito come obiettivo specifico per il settore Energia "la progressiva riqualificazione del sistema energetico regionale verso fonti energetiche e sistemi di trasformazione dell'energia che offrano la possibilità di coniugare rendimenti economici e abbassamento dell'impatto ambientale" (POR pag. 54 e ss.).

L'interesse dimostrato verso il tema dell'Energia da parte della Programmazione Regionale trova riscontro nelle cifre stanziare a favore delle due misure del POR, la 1.16 e la 1.17, complessivamente pari a 251 M€ di risorse pubbliche per il settore dell'energia distribuiti sulle due misure, pari a circa il 15% del totale stanziato per l'Asse Risorse Naturali.

La Misura 1.17 – "Diversificazione della produzione energetica" mira a finanziare la realizzazione di interventi finalizzati alla produzione di energia da fonti rinnovabili, ad alto indice di risparmio energetico e basso livello di emissioni inquinanti e climalteranti.

L'importanza di interventi votati alla promozione delle energie rinnovabili è supportata, anche e soprattutto, dalla situazione geomorfologia e climatica della Sicilia che offre, in tal senso, condizioni (si pensi all'esposizione solare ed eolica) più favorevoli. Le linee di intervento, distinte per fonte rinnovabile sono:

- Energia eolica

- Biomasse
- Solare fotovoltaico
- Solare termico
- Geotermia

Se, da un punto di vista strategico, la politica energetica si sposta verso la promozione delle fonti rinnovabili, i dati sulla diffusione dell'utilizzo non sono confortanti. Come si vede nella Tabella 1.4, l'energia prodotta da fonti rinnovabili è scesa percentualmente rispetto alla produzione netta totale, nonostante l'incremento del numero di impianti eolici e fotovoltaici.

Al momento attuale, l'unica tecnologia capace di produrre grandi quantità di energia da fonti rinnovabili a costi di mercato è la tecnologia eolica. Per tale motivo, è stato sottoscritto un accordo tra il Ministero dell'Ambiente e le Regioni che prevede la realizzazione di impianti eolici per circa 3000 MW entro il 2010, in quote da stabilire.

Tra il 1999 e il 2001 in Sicilia sono entrati in funzione 3 piccoli impianti eolici aventi ciascuno una potenza di circa 7 MW, ubicati a:

- Sclafani Bagni (potenza di 7,26 MW è costituito da 11 turbine tripala, alti 50 mt.)
- Caltabellotta
- Carlentini

	1997	1998	1999	2000
Totale fonti rinnovabili	889	924	923	805
Totale	22.494	23.072	24.040	25.300
%	3,95	4,00	3,84	3,18

Tabella 1.6 Energia prodotta da fonti rinnovabili rispetto al totale energia prodotta (per tipologia di fonte) (Fonte: GRTN)

Altri impianti stanno ultimando l'iter autorizzativo ed altri ancora, di grandi dimensioni e gestiti da privati che hanno fatto domanda di autorizzazione. In particolare, negli ultimi anni si è assistito ad un fenomeno esplosivo delle richieste di autorizzazione di progetti eolici in Sicilia, le domande sono centinaia e spesso sono caratterizzate da motivazioni speculative e non da reale capacità di realizzazione da parte del soggetto proponente.

1.4 SINTESI E BACKGROUND SULLA LOCALIZZAZIONE DEL SITO

La scelta di sviluppare un progetto eolico utilizzando la risorsa offshore non è stata casuale ma risponde ad una logica razionale, orientata da un lato a minimizzare l'impatto ambientale nel territorio regionale e dall'altro massimizzare la produzione di energia da fonti rinnovabili in Sicilia.

Sulla base dei principi sopra citati, la scelta del sito è stata orientata sin da subito sulla possibilità di sviluppo nella Regione Sicilia di un'installazione eolica offshore, che risponde indubbiamente nel

migliore dei modi ad entrambi gli obiettivi di minimizzazione dell'impatto ambientale e massimizzazione della produzione di energia da fonte rinnovabile, in particolare tale considerazione acquista una valenza maggiore se confrontata con le installazioni onshore.

Quanto sopra esposto, può essere razionalmente motivato attraverso le seguenti considerazioni oggettive:

- L'impatto visivo del sito offshore è notevolmente più ridotto rispetto a quello onshore in quanto sarà installato ad una distanza media dalla costa, ovvero da centri abitati, di oltre 2 miglia, distanza questa pari ad oltre 5 volte la distanza consentita per i siti onshore (1.000 metri)
- Le turbine per siti offshore presentano una densità di potenza per palo decisamente superiore rispetto ai siti onshore, infatti tipicamente i pali onshore hanno una potenza media pari a circa 750 – 1.000 KW/palo contro le 3.600-4.600 KW/palo previsti per il sito in esame
- Le caratteristiche meteorologiche dei siti offshore consentono una produttività superiore per unità di potenza installata. Infatti tipicamente le velocità del vento sul mare sono significativamente più alte rispetto alla terraferma. Inoltre i venti in mare presentano una maggiore stabilità oltre al fatto che l'assenza di rugosità della superficie del mare consente praticamente condizioni di assenza di turbolenze che implica minori carichi sui supporti e quindi strutture relativamente più snelle
- Inoltre, tipicamente i siti onshore sono installati in aree rurali di particolare interesse paesaggistico-ambientale e spesso in crinali montani, mentre per il sito offshore in esame è stata scelta un'area a forte vocazione industriale (vedi prossimi capitoli) ed a basso interesse sia turistico sia peschereccio

Per quanto concerne la localizzazione del sito è stata condotta una valutazione preliminare, che ha portato ad identificare l'area del Golfo di Gela come una delle più vocate a livello regionale per questo tipo di installazioni.

La scelta del sito non è stata condotta in maniera superficiale ma è stata il frutto di un attenta fase di preselezione fra tutti quelli potenzialmente appetibili a livello regionale, in particolare sono stati presi in considerazione i seguenti fattori:

- Vincoli ambientali
- Risorse eoliche
- Profondità dell'acqua e composizione del sottosuolo
- Prossimità della rete elettrica
- Presenza di infrastrutture portuali

1.4.1 Vincoli ambientali

Una prima analisi preliminare è stata condotta per identificare le aree in prossimità del sito, che presentano vincoli ambientali di varia natura (es. paesaggistici, archeologici, riserve o aree protette...), oltre a tutte le informazioni pubbliche a disposizione e che riguardano l'area di interesse.

Gli strumenti utilizzati per raccogliere questo tipo di informazioni, oltre a tutte quelle pubbliche (es. carte nautiche, ricerche, pubblicazioni...) sono stati la bibliografia e le pubblicazioni quali quelle della Regione Sicilia o contatti con autorità e organizzazioni di gestione del territorio quali la Capitaneria di Porto di Gela e la LIPU Gela.

Da una prima analisi dei dati raccolti si è giunti alla conclusione che l'area identificata meritava ulteriori approfondimenti.

1.4.2 Risorsa eoliche

Per verificare l'attrattività del sito da un punto di vista della risorsa eolica, sono stati analizzati e correlati dati provenienti da varie fonti sia onshore sia offshore. In particolare sono stati analizzati i dati della rada di Gela, i dati dell'Aeronautica Militare, dati della raffineria di Gela e dati dell'anemometro della piattaforma petrolifera posta al largo del golfo di Gela.

L'analisi dei dati a disposizione ha permesso di giungere alla conclusione che l'area presenta interessanti caratteristiche in particolare per le macchine tipiche per le installazioni offshore.

1.4.3 Profondità dell'acqua e composizione del sottosuolo

L'area identificata è una delle più studiate dal punto di vista geomorfologico grazie all'intensa attività di esplorazione petrolifera condotta nei decenni passati. Ciò ha consentito di ottenere informazioni importanti per quanto concerne la composizione del sottosuolo. Queste informazioni sono fondamentali per identificare quale tipologia di fondamenta è necessaria per la costruzione dell'impianto.

Nello specifico, la presenza di sabbie, ghiaie e argilla fino a profondità significative, rende l'area in esame interessante anche dal punto di vista della facilità ed economicità della costruzione oltre che del minore impatto ambientale durante l'installazione degli stessi.

Per quanto concerne le batimetriche dell'area, nella fase di selezione e studio preliminare, si è fatto riferimento alla cartografia ufficiale IIM (Istituto Idrogeografico della Marina Militare), rimandando alla fase di studio di dettaglio la rilevazione dettagliata.

In ogni caso già la cartografia nautica permette in maniera semplice di giungere alla conclusione che pochissime aree in tutta la Sicilia offrono profondità relativamente basse a distanze dalla costa consentite e soprattutto non per effetto di secche che come noto rappresentano aree ad elevatissima importanza naturalistica.

1.4.4 Prossimità della rete elettrica

La prossimità della rete elettrica nazionale rappresenta un altro fattore determinante chiave per la selezione di un sito atto all'installazione di un impianto eolico. Le informazioni sulla mappa della rete elettrica (150.000 Volts, 220.000 Volts e 330.000 Volts) regionale sono state fornite dal Gestore (GRTN).

1.4.5 Presenza di infrastrutture portuali

Infine, è stata valutata la presenza di infrastrutture portuali utilizzabili per la logistica e la costruzione del sito. In particolare sono state identificate tre possibili soluzioni alternative (Augusta, Gela, Pozzallo) che saranno approfondite meglio nella fase di progettazione esecutiva del cantiere.

Le informazioni sulle caratteristiche dei suddetti porti sono state richieste e approfondite alle Capitanerie di Porto di riferimento.

Le aree portuali identificate sono ideali per lo scopo, sia in termini di presenza di aree di movimentazione e stoccaggio sia di potenzialità di attracco. Anche questo elemento ha contribuito a considerare il sito vocato alla realizzazione di un impianto eolico offshore.

1.5 BENEFICI AMBIENTALI E SOCIO-ECONOMICI DELL'ENERGIA EOLICA

Il beneficio dell'energia eolica può essere sintetizzato nei seguenti aspetti:

- Emissioni evitate
- Riduzione della dipendenza dalle fonti energetiche fossili
- Riduzione del costo della bolletta elettrica in vista dell'introduzione del meccanismo di Emission Trading da parte della Comunità Europea

Il beneficio ambientale derivante dalla sostituzione con produzione eolica di altrettanta energia prodotta da combustibili fossili, può essere valutato come mancanza di emissione, ogni anno, di rilevanti quantità di inquinanti. Di seguito i valori delle principali emissioni associate alla generazione elettrica da combustibili tradizionali:

- CO₂ (anidride carbonica): 1.000 g/KWh
- SO₂ (anidride solforosa): 1,4 g/KWh
- NO_x (ossidi di azoto): 1,9 g/KWh

Tra questi gas, il più rilevante è proprio l'anidride carbonica o biossido di carbonio, il cui progressivo incremento potrebbe contribuire all'effetto serra e quindi causare drammatici cambiamenti climatici. Se pensiamo ai circa 700 MW di impianti oggi installati in Italia, possiamo ipotizzare un'energia prodotta pari a 1,4 miliardi di chilowattora (0,5% del fabbisogno nazionale). Questa produzione potrà sostituire l'utilizzo di combustibili fossili; in tal caso le emissioni annue evitate sarebbero:

- CO₂ (anidride carbonica): 1,4 milioni di tonnellate
- SO₂ (anidride solforosa): 1.960 tonnellate
- NO_x (ossidi di azoto): 2.660 tonnellate

Altri benefici sono la riduzione della dipendenza dall'estero e la riduzione del costo della bolletta energetica nazionale in particolare alla luce delle nuove norme Comunitarie in tema di emissioni di CO₂. La Comunità Europea sta approvando una direttiva sull'emission trading ovvero un meccanismo di scambio dei diritti di emissione di gas ad effetto serra sulla base di target imposti a livello comunitario per le varie tipologie di emettitori. In particolare la generazione di energia elettrica contribuisce per circa il 27-30% alle emissioni di CO₂ a livello europeo e ciò comporta un limite pari a circa 700 Mton/anno contro un valore di circa 800 Mton nel 2000 per raggiungere valori dell'ordine di 1000-1100 Mton nel 2010 e di 1200-1300 Mton nel 2020.

Indipendentemente dal protocollo di Kyoto, la direttiva prevede per ogni impianto industriale l'assegnazione di diritti ad emettere una certa quantità di CO₂; attraverso il meccanismo dell'emission trading gli impianti con eccedenza di emissioni possono acquisire diritti sul mercato. L'Italia presenta¹, rispetto agli altri partner europei, un forte ritardo infatti al 2001 presentava un gap del 10,9% rispetto al target (% sulle emissioni del 1990) che secondo i principali analisti finanziari ed i primari gruppi energetici

nazionali, peserà circa 13-26 €/ton di CO₂² da risparmiare equivalente ad un incremento medio del costo di generazione pari a circa 2,5 €/MWh. La produzione eolica contribuisce quindi a ridurre nel futuro le necessità di riduzione delle emissioni e quindi contribuisce a ridurre l'impatto economico imposto dal meccanismo dell'emission trading.

Inoltre è provato che una turbina eolica recupera l'energia necessaria alla propria messa in produzione, considerando l'intero ciclo di vita (produzione delle componenti della macchina, installazione, operation e decommissioning), in circa tre mesi di operatività e nei circa 25 anni di vita la turbina genera oltre 100 volte l'energia necessaria il suddetto input energetico (Danish Wind Turbine Manufacturers Association – Wind Power Information Note 16, 1997).

Le installazioni offshore presentano i benefici sopra descritti con un impatto ambientale inferiore rispetto ai siti onshore dovuto al minor impatto visivo ed al minor impatto sonoro.

1.6 LOCALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO

Il sito per la localizzazione dell'impianto proposto è localizzato nelle acque territoriali del Canale di Sicilia antistanti il tratto di costa delimitato a Nord-Ovest dalla città di Licata e a Sud-Est dalla città di Scoglitti (vedi Figura 1.3).

¹ UNECC, EEA

² Stima contenuta nel memorandum esplicativo allegato alla proposta di Direttiva Europea



Figura 1.3: Inquadramento geografico dell'area di studio

L'area presa in considerazione ricade a cavallo fra le province di Agrigento, Caltanissetta ed è cartograficamente rappresentata nella carta nautica n. 20 "Da Licata a Marina di Avola" dell'Istituto Idrografico della Marina Militare.

L'area in esame è collocata in un ambito funzionale caratterizzato in maniera molto netta dalla presenza industriale frammista ad attività legate ai porti commerciali presenti nell'area, di secondaria importanza il settore agricolo, mentre relativamente sviluppato il comparto della pesca.

In particolare, l'area industriale si sviluppa nella terraferma in località Piana del Signore nel comune di Gela, nella quale area è situato il polo petrolchimico di Gela, mentre nelle acque del golfo di Gela sono presenti diverse infrastrutture per l'estrazione del petrolio, il trasporto di idrocarburi e infrastrutture portuali per le attività di movimentazione via nave di merci. Le presenze industriali più significative sono senza alcun dubbio legate al ciclo del petrolio (estrazione, raffinazione e chimica).

1.7 ANALISI DEGLI ASPETTI BIOLOGICI E FISICI – SEZIONE OCEANOGRAFICA

1.7.1 Premessa

La presente sezione è stata sviluppata con il supporto tecnico specialistico della società "Nautilus – Servizi per l'oceanografia e la gestione ambientale". Di seguito si riporta una sintesi dello studio completo inserito nello Studio di Impatto Ambientale.

Lo studio ha come obiettivo la caratterizzazione dell'ambiente naturale, di quello fisico ed antropico dell'area di sviluppo e la valutazione dei possibili impatti provocati nell'area dalla costruzione e messa in funzione di un impianto eolico off-shore.

1.7.2 Introduzione alle metodologie adottate

Tutte le attività di rilievo sono state realizzate a bordo della M/n oceanografica "Coopernaut Franca" opportunamente attrezzata (vedi 3.7.9 B1 per dettagli). Le attività di elaborazione e restituzione sono state condotte dal Centro Elaborazione Dati della Nautilus presso Vibo Valentia. Le attività di analisi dei campioni raccolti sono state effettuate parzialmente nei laboratori di bordo della M/n oceanografica e successivamente completate nei Laboratori della Nautilus.

1.7.2.1 Area lavori

Inizialmente l'area individuata per la realizzazione dell'impianto era costituita da due zone, area 1 ed area 2 (Figura 1.4), per una superficie totale di 146 km². Le indagini correntometriche, gli studi sull'attività della pesca e sulla presenza di mammiferi marini riguardano entrambe le aree. Tuttavia, tenuto conto della maggiore vicinanza del Biviere di Gela all'area 2, si è optato per concentrare la realizzazione dell'impianto nell'area 1, le indagini batimorfologiche sono state eseguite esclusivamente sull'area 1.

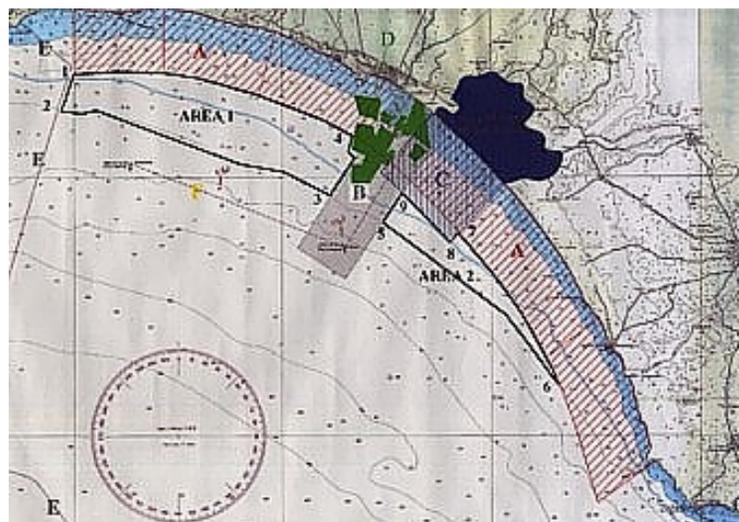


Figura 1.4: Carta con l'individuazione preliminare dell'area di studio

L'area lavori per il rilievo batimorfologico comprende la zona di mare definita dal poligono determinato dalle seguenti coppie di coordinate:

	Coordinate geografiche (coordinate Roma 40)		Coordinate piane (Gauss Boaga)		Area di indagine kmq
	Latitudine	Longitudine	Nord	Est	
A	37° 04' 30,7"	13° 59' 47,6"	4103753	2430801	124,7
B	37° 04' 33,9"	14° 05' 55,1"	4103756	2439876	
C	37° 03' 29,4"	14° 10' 13,6"	4101713	2446243	
D	37° 01' 57,4"	14° 13' 00,8"	4098845	2450348	
E	37° 00' 14,3"	14° 12' 30,9"	4095674	2449584	
F	36° 59' 11,9"	14° 11' 11,3"	4093766	2447600	

Tabella 1.7: Coordinate dei vertici dell'area di studio – Area 1

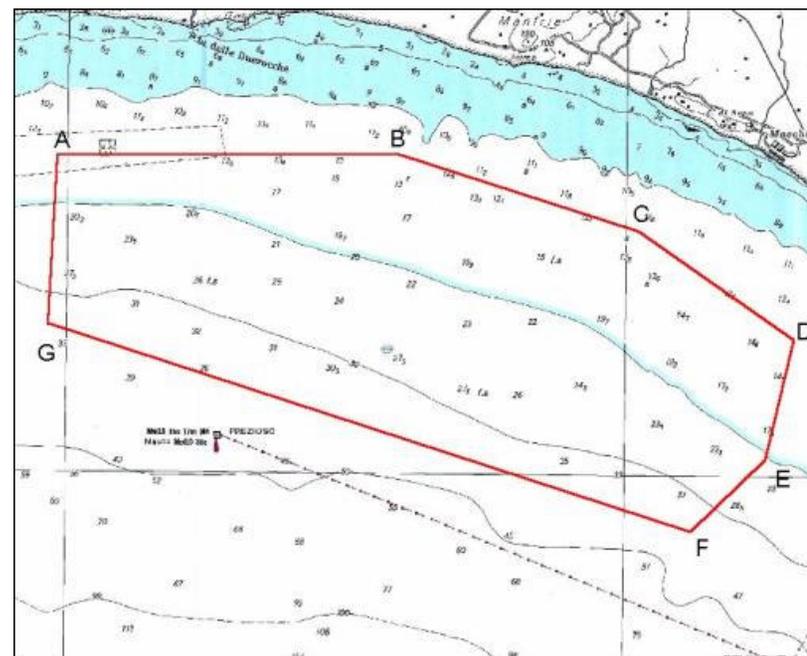


Figura 1.5: Area di indagine batimorfologica

1.7.3 Metodologia di indagine batimorfologica

Il programma dei rilievi si è sviluppato in due diverse fasi:

- Una fase preliminare in cui sono state pianificate le attività di campo;
- Una seconda fase di rilievo vero e proprio che si è protratta a partire dal 24 Gennaio 2004 fino al 05 febbraio 2004.

In totale sono stati eseguiti 277 km di rilievo Side Scan Sonar e 280 Km di rilievo batimetrico, 7 prelievi con benna Van Veen, 5 immersioni subacquee.

La fase di rilievo è stata realizzata in due tempi; in un primo momento sono stati eseguiti contestualmente il rilievo Side Scan Sonar e il rilievo batimetrico del fondo marino che hanno consentito di avere una visione panoramica dell'area di interesse. In seguito ad una prima elaborazione ed interpretazione dei sonogrammi sono state evidenziate delle zone dove le risposte strumentali indicavano o che facevano presupporre la presenza di aree di particolare interesse e/o difficoltà. In questi siti sono state effettuate una serie di campionamenti (7) mediante benna Van Venn al fine di meglio identificare la tipologia del

substrato e la biocenosi caratterizzante il fondale. I rilievi sono stati quindi completati con verifiche subacquee delle biocenosi presenti.

1.7.3.1 Pianificazione delle attività di indagine e di rilievo

Prima di iniziare le attività di rilievo sono stati elaborati e predisposti gli schemi di survey, ovvero l'insieme dei profili da eseguire nella successiva fase operativa, tenendo conto dei livelli di risoluzione e di dettaglio ottimali in funzione delle diverse tipologie di aree da investigare. Tali profili (coordinate di inizio e fine, X-Y) sono stati immessi nel sistema di navigazione del mezzo navale (interfacciato col sistema di posizionamento satellitare) che ha provveduto a "guidare" il mezzo lungo le rotte predefinite (figura 3.6).

In ragione della tipologia di indagine è stato pianificato di utilizzare il sistema Side Scan Sonar con la frequenza operativa di 100 kHz ed un range laterale di 200 m. Ciò ha consentito di mantenere una risoluzione delle immagini di ordine inferiore al metro (0.25 m).

Tutti i parametri misurati sono stati visualizzati contemporaneamente su due monitor (uno per il pilota ed uno per il navigatore) in formato grafico e alfanumerico.

La visualizzazione in tempo reale della strisciata Side Scan Sonar era disponibile sul video della stazione ISIS collegata anche al software di navigazione per l'acquisizione dei dati di posizione e velocità del mezzo nautico.

Il team di tecnici incaricati dei rilievi in mare era composto come di seguito:

1. Geofisico senior
2. Tecnico esperto in rilievi batimetrici (single-beam e multi-beam)
3. Tecnico esperto sistema ISIS e Side Scan Sonar
4. Topografo

Lo stesso personale è stato impiegato per l'elaborazione e la restituzione dei dati nei formati richiesti.

Rilievi morfologici del fondo marino

I rilievi morfologici del fondo sono stati eseguiti con il sistema Side Scan Sonar EG&G model 260, a correzione di immagine, che consente di ottenere in tempo reale la fotogrammetria ultracustica del fondo marino.

Il rilievo Side Scan Sonar è stato effettuato seguendo delle rotte mediamente parallele alla linea di costa fino a coprire interamente le macrozone oggetto della specifica e utilizzando un range operativo di 200 per lato con una sovrapposizione (overlap) minima del 30%.

In totale per l'intera area lavori sono stati acquisiti 32 profili (16 sub area A e 16 sub area B) di lunghezza media di 10 Km.

Note metodologiche di dettaglio: Side Scan Sonar

Il sistema è composto da una unità di controllo e registrazione grafica di superficie e da una unità subacquea (tow-fish EG&G model 272-TD), nella quale sono alloggiati i due trasduttori laterali, e da un cavo armato di connessione tra le due unità. Il segnale analogico prodotto dal sistema viene inviato al sistema di acquisizione digitale: un computer equipaggiato con schede A/D e DSP e software ISIS (Triton Elics) sotto ambiente Windows NT. ISIS processa le immagini e le correda, accettando in input una stringa di dati provenienti dal computer di navigazione (PDS 2000). La stringa contiene tutte le informazioni necessarie alla successiva post-elaborazione consentendo di ottenere delle immagini georeferenziate e quindi mosaicabili.

Il software di navigazione permette di specificare il layback del tow-fish e attraverso un algoritmo interno ne simula il comportamento in acqua (virate, aumento-diminuzione del cavo), quindi fornisce in tempo reale la rotta seguita da quest'ultimo e provvede a sua volta ad inviare, ad intervalli prestabiliti, una stringa di informazioni (posizione, velocità, angolo di rotta, ora UTC e data) al sistema ISIS che le usa per georeferenziare i pixel di cui è composta ciascuna strisciata digitale del Side Scan Sonar.

ISIS campiona il segnale alla frequenza di arrivo e processa i dati in tempo reale. Ciò ha consentito di interpretare gli aspetti visibili nei dati al momento della raccolta e di prendere decisioni in tempo reale basandosi su queste interpretazioni.

Prima di effettuare i rilievi sono stati eseguiti tutti i test per verificare la corretta operatività del sistema, delle connessioni elettriche (segnali e alimentazione), del collegamento tra i canali del tow-fish e quelli dell'unità di registrazione, nonché il funzionamento del circuito T.V.G. (Time Varying Gain). La verifica finale del corretto funzionamento dell'intero sistema è stata eseguita tramite delle uscite in mare e ulteriori test in acqua nelle zone limitrofi all'area lavori, attraverso dei profili di prova.

La fase di post-processing delle registrazioni Side Scan Sonar è avvenuta attraverso una ulteriore verifica visuale della qualità delle registrazioni e quindi attraverso l'impostazione dei corretti parametri (level, holdoff) per il corretto aggancio al fondo (bottom-track) e alla successiva correzione dello slant-range e la chiusura della colonna d'acqua. Il successivo passaggio ha prodotto una strisciata elaborata e georeferenzata che il modulo DELPH MAP (Triton Elics) mosaica ed esporta in formato GeoTiff.

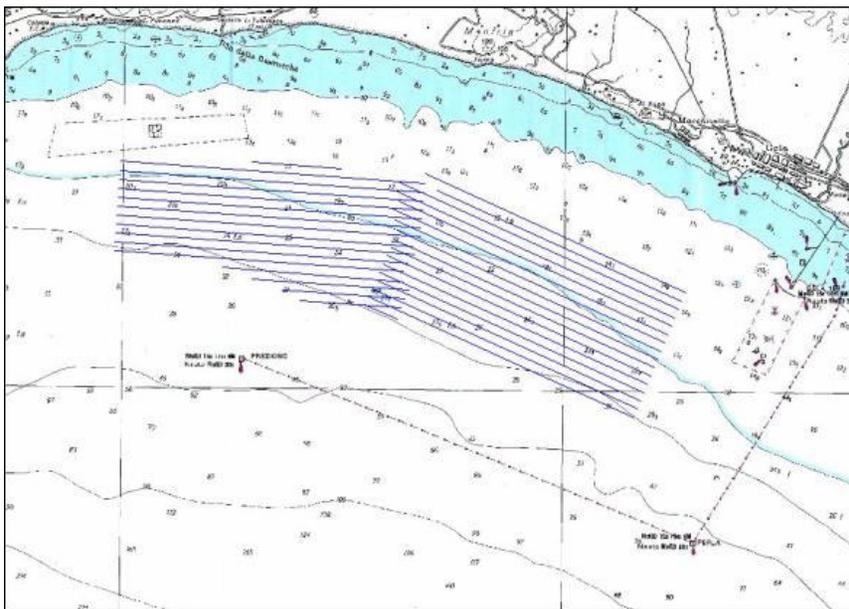


Figura 1.6: Rotte teoriche dei rilievi con Side Scan Sonar

Rilievo batimetrico del fondo marino

I rilievi batimetrici, finalizzati ad acquisire l'andamento topografico del fondo marino sono stati effettuati impiegando un ecoscandaglio idrografico a tecnologia single-beam, tipo HONEWELL ELAC LAZ 4700 con unità digitale STG 721 digitizer a doppia frequenza, direttamente interfacciato ad un computer di bordo, che acquisisce in continuo il profilo del fondo marino associandovi i dati di posizione (per ogni punto rilevato) forniti dal sistema di posizionamento satellitare GPS.

La calibrazione dell'ecoscandaglio è stata eseguita dopo aver determinato la velocità del suono in acqua in situ mediante una sonda CTD e verificata col metodo del bar-check, ovvero immergendo sotto la verticale dei trasduttori una sagola graduata alla cui estremità è connessa una barra metallica.

I files grafici relativi all'andamento batimetrico del fondale sono stati inseriti nella base cartografica di riferimento. Su questa stessa base sono stati successivamente posizionati i fotomosaici digitali prodotti dal modulo DELPH MAP di ISIS.

Note metodologiche di dettaglio: Rilievo Batimetrico

L'elaborazione, l'analisi ed il controllo di qualità dei dati di profondità acquisiti, sono stati eseguiti attraverso metodi automatici e manuali che vengono di seguito descritti in sequenza logica:

1. visualizzazione planimetrica ed altimetrica dei profili di navigazione eseguiti ed eliminazione, tramite operatore, dei salti di posizione (scarsa copertura satellitare, disturbi nella frequenza di trasmissione, PDOP elevato) e di quelle posizioni con falsi echi di profondità;
2. interpolazione lineare tra le profondità di due fix successivi nei casi in cui un fix intermedio presenti una perdita del segnale con relativa $z=0$;
3. riduzione della profondità al livello medio del mare, utilizzando i dati di marea;
4. creazione di files ASCII dei dati X, Y e Z (i passaggi 1, 2, 3, 4 e 5 vengono eseguiti simultaneamente tramite il software HYDRO) e loro trasferimento in formato ASCII sul modulo grafico SURFER-7;
5. costruzione puntuale delle rotte di navigazione, attraverso unione dei fix appartenenti allo stesso profilo;
6. seconda verifica e filtraggio dei dati di posizione e di profondità tramite stampa delle rotte di navigazione con indicazione delle profondità;
7. calcolo del DTM, utilizzando il metodo del Kriging con maglie quadre differenti, in considerazione della distribuzione dei dati e della distanza tra i profili rilevati;
8. confronto tra le carte batimetriche, ottenute da DTM a differenti maglie, e scelta di quella più adeguata, in base alla maglia di rilevamento;
9. sovrapposizione cartografica dei profili batimetrici, contenenti i dati di profondità di ogni fix, con la carta batimetrica ed ulteriore controllo manuale-visivo di punti a batimetria singolare;
10. costruzione della carta batimetrica tramite trasferimento di un file DXF da Surfer ad AutoCad;
11. rifinitura delle isobate ed eliminazione di singolarità dovute al calcolo del DTM.

1.7.3.2 Sistema di navigazione e acquisizione dati

Per l'acquisizione simultanea di tutti i parametri misurati è stato utilizzato un sistema integrato di acquisizione dati la cui base software è rappresentata dal modulo PDS-2000 della Thales Geosolutions. Il software è un modulo di navigazione capace di gestire contemporaneamente, attraverso la digiboard a sei porte seriali di cui è dotato, le comunicazioni tra 8 diversi strumenti o unità hardware di interfacciamento. Tale modulo consente anche di acquisire e processare i dati single-beam.

Il software è suddiviso in varie sezioni dedicate ciascuna alle varie fasi del rilievo:

1. pianificazione del rilievo;
2. acquisizione dati e navigazione;
3. analisi dati ed editing;
4. elaborazione ed output dei dati.

1.7.3.3 Parametri geodetici

Tutti i dati di posizione e la cartografia restituita è stata realizzata secondo il sistema di riferimento Gauss Boaga fuso Est. I parametri geodetici utilizzati sono i seguenti:

Datum: Roma 1940	Schiacciamento: 297	Falso Est: 2520.000
Sferoide: Internazionale	Meridiano Centrale: 15°00'00" Est	Falso Nord: 0
Semiassse Maggiore: 6378388 mt	Latitudine d'origine: 00°00'00" Est	Fattore di Scale: 0.9996

Il sistema di posizionamento satellitare GPS, impiegato per il calcolo della posizione dei mezzi navali, utilizza come ellissoide di riferimento quello internazionale WGS84 caratterizzato dai seguenti parametri:

Semiassse maggiore 6378137 mt	Schiacciamento 298.26
---	---------------------------------

Il software di navigazione PDS-2000 consente il passaggio da un ellissoide di riferimento ad un altro, e la trasformazione, in tempo reale, dalle coordinate geografiche alle coordinate piane U.T.M. (Universal Transverse Mercator) e viceversa.

1.7.3.4 Sistema di archivio dati

I dati acquisiti nel corso delle attività di rilievo e indagine sono stati archiviati nei formati standard più diffusi, per assicurare la trasferibilità su altre piattaforme informative. Per ogni giorno di lavoro sono state eseguite le copie di back-up dei files generati da ciascun sistema impiegato (Side Scan Sonar, ecoscandaglio single-beam).

1.7.3.5 Restituzione cartografica

Sono state realizzate:

- N° 1 carta dei rilievi in scala 1:50.000 elaborato;
- N° 4 carte con le caratteristiche batimorfologiche dell'area in scala 1:10.000 elaborati.

1.7.4 Metodologia di indagine sedimentologica e comunità bentoniche

I rilievi sul campo, hanno previsto il campionamento di sedimenti, il setacciamento, il sorting e il trattamento dei campioni biologici raccolti e, parallelamente a queste, il sub campionamento di sedimento destinato alle determinazioni granulometriche.



Figura 1.7: Benna Van Venn

1.7.4.1 Indagini sul sedimento e sulle biocenosi bentoniche

Al fine di meglio interpretare i transetti del Side Scan Sonar, In 7 siti opportunamente individuati nell'area, sono stati effettuati i campionamenti di sedimento marino.

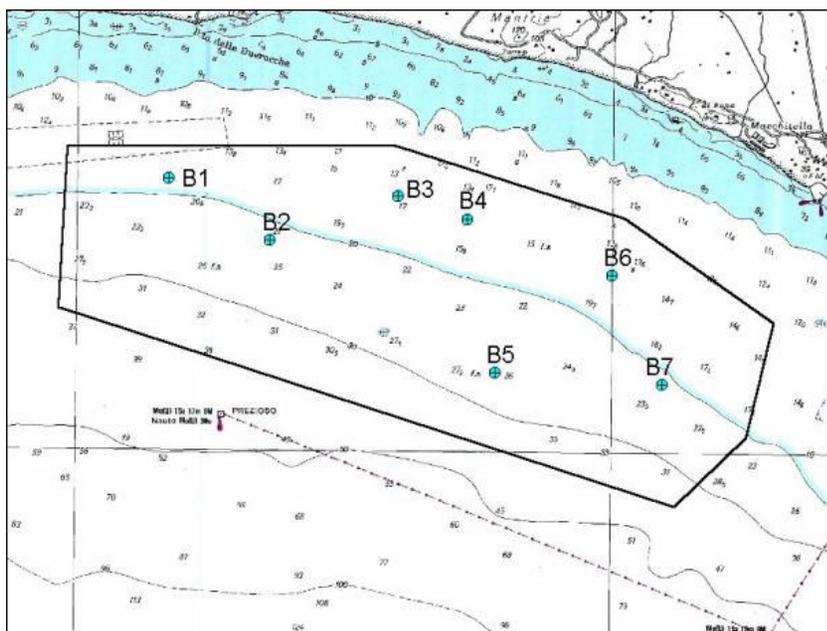


Figura 1.8: Siti delle bennate

Metodologie di campionamento

Il campionamento dei sedimenti di fondo è stato effettuato utilizzando una benna di tipo Van Veen modificata ed appesantita, avente una capacità massima di prelievo pari a 70 dm³ ed una superficie di campionamento di 0,4 m².

Da ogni campione raccolto è stato estratto un sub-campione di circa 1000 cc destinato all'esame granulometrico, mentre il restante sedimento di 5 dei 7 campioni, per un volume minimo di 50 dm³, è stato destinato all'esame delle biocenosi.



Figura 1.9: Apertura benna e prelievo del sedimento

Analisi granulometrica

L'indagine granulometrica è stata eseguita su campioni volumetrici, ricavati dalla quartazione del subcampione iniziale (1000 cc di sedimento). In linea generale, trattandosi di sedimenti omogenei ed a tessitura medio-fine, si è operato su campioni volumetrici di circa 200 cc.



Figura 1.10: Sedimento della stazione B4

Dopo una fase preliminare di dissalazione ed eliminazione delle componenti organiche mediante perossido di idrogeno a 10 volumi, i sedimenti sono stati sottoposti a completo essiccamento in stufa a 105 °C. Si è proceduto, quindi, alla separazione delle classi granulometriche, mediante agitatore elettromeccanico fino ad un diametro di 63 µm, e tramite sedimentazione in colonna per le frazioni più fini (BUCHANAN & KAIN, 1971). I setacci utilizzati, appartenenti alla serie ASTM, sono stati scelti in modo da costituire una serie continua, con intervalli di $1/2 \phi$ ($\phi = -\log_2$ diam. mm).

Note metodologiche di dettaglio: Analisi Granulometrica

Dai pesi percentuali delle singole frazioni sono stati calcolati alcuni dei principali parametri statistici proposti da FOLK e WARD (1957):

$$\text{DIAMETRO MEDIO (Mz)} = \frac{\phi 16 + \phi 50 + \phi 84}{3}$$

Il diametro medio o media è uno dei cosiddetti valori di tendenza centrale e definisce l'andamento della porzione centrale della curva, fornendo informazioni sulla dimensione media della matrice del sedimento. Si vuole ricordare che i valori di questo indice sono espressi in ϕ e sono quindi inversamente proporzionali alle dimensioni della classe granulometrica che rappresentano.

$$\text{SKEWNESS (Sk)} = \left[\frac{(\phi 16 + \phi 84 - 2 \phi 50)}{2(\phi 84 - \phi 16)} \right] + \left[\frac{(\phi 5 + \phi 95 - 2 \phi 50)}{2(\phi 95 - \phi 5)} \right]$$

Il coefficiente di asimmetria, Sk, definisce la posizione della coda di interferenza rispetto alla matrice, pertanto non ha valore assoluto, ma va confrontato con la media ed il classamento. I limiti della scala di Skewness sono +1 e -1, si registrano valori negativi quando il sedimento presenta una coda di materiali più grossolani nella propria matrice, viceversa si hanno valori positivi quando la coda di interferenza è costituita da materiali più fini.

I valori di Skewness esprimono quindi il grado di interferenza delle classi sedimentarie meno abbondanti sulla matrice del sedimento, restituendo valori positivi quando i materiali residuali hanno granulometria più fine della moda, o negativi in caso contrario. Valori di Skewness, definiti simmetrici (Folk e Ward, 1957), compresi fra +0.1 e -0.1, che testimoniano un'alternanza di fasi sedimentarie e quindi un rimescolamento delle classi granulometriche.

$$\text{CLASSAMENTO } (\sigma) = (\phi 84 - \phi 16)/4 + (\phi 95 - \phi 5)/6.6$$

Questo coefficiente definisce il grado di classamento (o cernita) del sedimento che può variare da "molto ben classato" a non "classato" (scala verbale di FOLK e WARD, 1957).

Il grado di classamento si considera modesto per valori tra $\sigma = 0.50 - 1.00$. Mentre un buon classamento presenta $\sigma < 0.50$.

$$\text{KURTOSIS (Kg)} = (\phi 95 - \phi 5)/2.44(\phi 75 - \phi 25)$$

Il coefficiente di appuntimento, Kg, esprime il rapporto fra il classamento della parte centrale della curva e quello delle zone estreme, valuta cioè la dispersione delle classi granulometriche intorno alla classe predominante. Curve normali mesocurtiche hanno una distribuzione equilibrata delle classi granulometriche ($Kg=0.90 - 1.11$), valori maggiori corrispondono a curve con picco centrale accentuato (leptocurtiche), ($Kg>1.11$), in cui la moda, o comunque la matrice del sedimento, risulta dominante sulle classi granulometriche contigue. Curve appiattite (platicurtiche) avranno invece valori di Kg minori di 1.

Determinazione delle biocenosi

Il sedimento destinato alle determinazioni di tipo bionomico è stato setacciato su vaglio di 1 mm di luce netta mediante l'uso delle manichette di bordo e di setacci appositamente progettati e realizzati. Al termine delle operazioni di lavaggio, il trattenuto è stato conservato in contenitori ermetici con acqua di mare e formalina per una concentrazione finale del 4%.

Durante le operazioni di lavaggio è stata estratta tutta la megalofauna (organismi di dimensione centimetrica). Particolare attenzione è stata prestata al rilevamento delle forme più facilmente deteriorabili (Policheti, Celenterati, Echinoidi Irregolari, etc.).



Figura 1.11: Campione per l'analisi faunistica

Nella successiva fase di Sorting, tutti gli organismi macrobentonici sono stati separati per grandi categorie tassonomiche, etichettati e conservati per essere poi sottoposti alle determinazioni specifiche.

I risultati ottenuti dall'analisi faunistica dei singoli campioni sono stati interpretati secondo il modello bionomico proposto da Peres (1982).

Verifiche subacquee sono state realizzate soprattutto nella zona più costiera intorno alla batimetria dei 15 metri.

1.7.5 Metodologi di indagine idraulica marina

Lo studio dell'idraulica marina è stato suddiviso in tre filoni di indagine: correntometria, moto ondoso e trasporto dei sedimenti.

Per ciascuna tematica è stata condotta una preliminare raccolta bibliografica.

Inoltre, per quanto riguarda le onde sono stati acquisiti i dati provenienti dalla Boa Ondometrica di Mazara del Vallo, che anche seppur trovandosi ad una certa distanza dalla zona in esame, fornisce indicazioni per l'intera area del Canale di Sicilia.

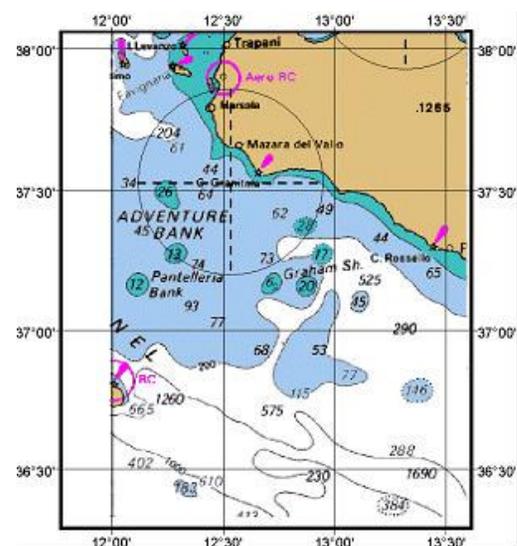


Figura 1.11b: Posizione della boa ondometrica di Mazara del Vallo

Riguardo la correntometria, oltre alla raccolta delle informazioni bibliografiche sono state effettuate misurazioni in situ tramite due correntometri di tipo Sensor Data 6000 posizionati nei seguenti punti di coordinate:

Coordinate Piane (Gauss Boaga)		
1	E 2440882,5	N 4099656,82
2	E 2453097,7	N 4092691,10

Così come evidenziato in Figura 1.12:

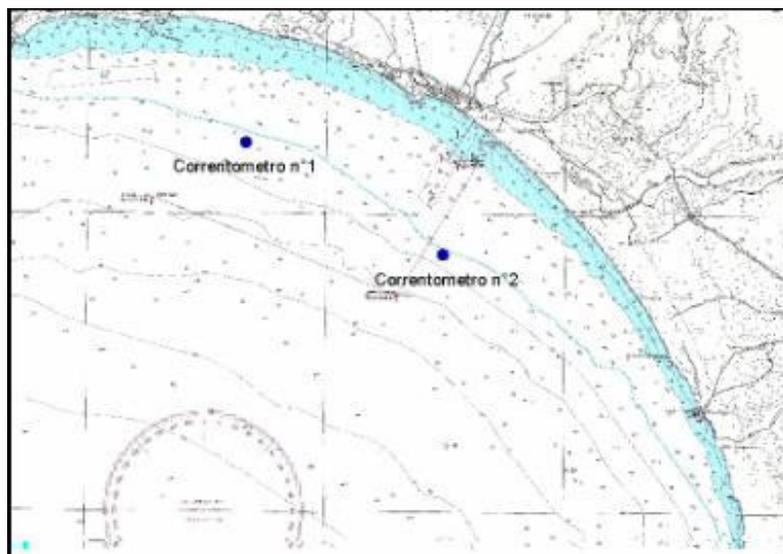


Figura 1.12: Posizione dei correntometri

I due correntometri sono stati posti al centro delle due aree originali di indagine ad una distanza di 14 km uno dall'altro, alla stessa batimetrica ed alla medesima profondità per un periodo di 11 giorni dal 24 gennaio al 3 febbraio 2004. L'ancoraggio è stato assicurato mediante un cavo di acciaio inox (da 5 mm di diametro) collegato a delle zavorre da 30 kg, per un totale di 6 pezzi per ciascun correntometro. Ogni apparecchio è stato segnalato da una boa collegata al galleggiante, la cui funzione era quella di tenere il più verticale possibile il cavo cui era collegato il correntometro riducendo al minimo l'influenza del moto ondoso. L'intervallo di acquisizione è stato programmato ogni 30 minuti.



Figura 1.13: Le zavorre utilizzate per l'ancoraggio dei correntometri

Note metodologiche di dettaglio: Analisi Correntometrica

Gli strumenti utilizzati sono correntometri del tipo Sensor-Data 6000, in grado di misurare ed acquisire simultaneamente una terna di dati relativi a velocità, direzione della corrente e temperatura dell'acqua.

La misura della velocità avviene mediante un contagiri magnetico che registra il numero di rivoluzione del rotore nel tempo di misura (che ricordiamo essere costante), la direzione è indicata, invece, dal settore in cui si trova l'ago magnetico al momento della misura. I dati acquisiti vengono quindi trasformati da segnali elettrici, così come il dato di temperatura (misurato da un termistore), in dati digitali e registrati sulla memoria interna.

I dati sono stati trasferiti dai correntometri a dei PC ed inizialmente elaborati presso il CED della cooperativa Nautilus per mezzo del software fornito dalla ditta produttrice degli strumenti, e restituiti in forma tabellare, con tutte le indicazioni relative a data e ora di messa in posto, nome della stazione e profondità.



Figura 1.14: Galleggiante con boa di segnalazione cui era collegato il correntometro



Figura 1.15: Tecnico subacqueo in fase di recupero del correntometro

1.7.6 Descrizione dell'area di indagine – Caratteristiche batimorfologiche e sedimentologiche dell'area

La mosaicatura dei sonogrammi side scan sonar, sovrapposta ai risultati dei rilievi batimetrici è rappresentata in figura 1.16 in scala ridotta ed in scala 1:50.000. L'interpretazione dei tracciati side scan sonar combinata con i risultati delle analisi granulometriche permette la realizzazione della carta dei sedimenti discussa in questo paragrafo. A sua volta l'aggiunta delle informazioni dei campionamenti faunistici con benna permettono l'interpretazione dei sonogrammi in chiave biocenotica. La carta delle biocenosi è presentata nei prossimi paragrafi.

La morfologia si presenta molto semplice (caratteristica comune a tutta la piattaforma di Gela) infatti, l'area risulta avere una certa uniformità delle pendenze che non supera mai lo 0.003%.

L'intera area è caratterizzata dalla presenza di un substrato costituito, quasi esclusivamente, da materiali mobili (sabbie e/o limi, argille), i quali si differenziano in direzione trasversale alla costa passando da sabbie molto fini in prossimità della costa a peliti ed argille verso largo. Intorno alla profondità di 15 metri è stata evidenziata la presenza all'interno delle sabbie fini di radi ciuffi sparsi di *Cymodocea nodosa*. (vedi prossimi paragrafi).

I risultati relativi alla classificazione sedimentologica dei campioni raccolti sono esposti in scala ridotta in Figura 1.17 e in scala 1:10.000 nella cartografia prodotta per l'area.

Sul fondale è stato spesso possibile rilevare delle strutture tipiche di solchi causati probabilmente da attività di pesca da strascico.

I campioni B1, B3, B4 prelevati nelle fasce batimetriche comprese tra i -10 e i -15 metri consistono in peliti con consistente quota sabbiosa.

Il campione B6 prelevato alla quota dei -13 metri, come anche quelli prelevati nella fascia dei -20 metri (B2, B7) presentano litotipi a prevalenza sabbiosa, mentre il campione B5 prelevato a -25 metri conferma che i litotipi relativi alle batimetrie di -25 e -30 metri sono tutti classificabili come pelitici.

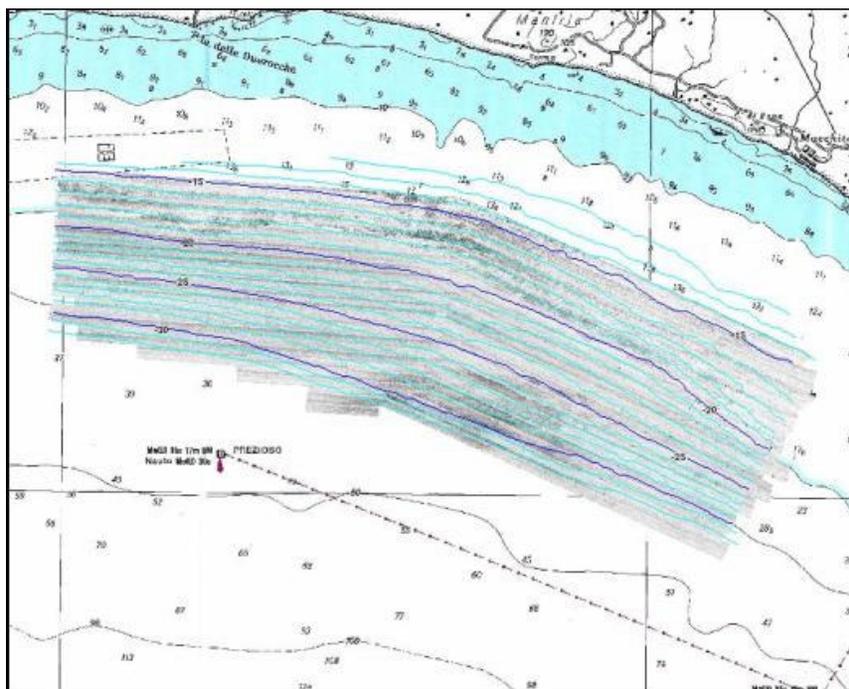


Figura 1.16: Mosaicatura dei sonogrammi side scan sonar e batimetrie

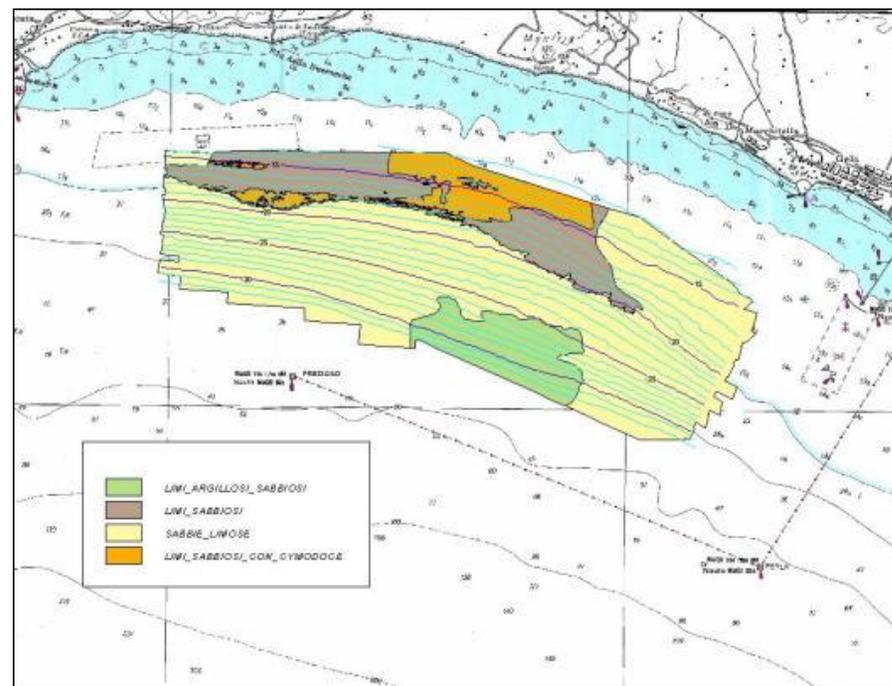


Figura 1.17: Carta sedimentologica dell'area di indagine in scala ridotta

Per una descrizione di maggiore dettaglio delle caratteristiche dei singoli campioni si rimanda all'allegato relativo dove per ognuno dei campioni esaminati sono riportati i dati ottenuti e le relative elaborazioni grafiche.

Note bibliografiche: Inquadramento geologico e geomorfologico del Canale di Sicilia

Il Canale di Sicilia comprende il tratto di mare tra la costa meridionale della Sicilia e le coste africane, ed è caratterizzato da fondali di modeste profondità che costituiscono una divisione tra i bacini occidentali ed orientali del Mediterraneo.

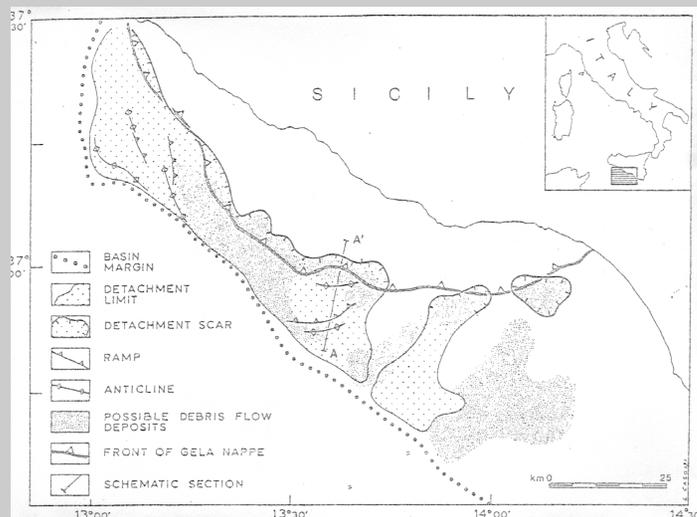


Figura: Canale di Sicilia

La regione presenta una struttura di tipo transensionale dovuta a movimenti tettonici verificatisi durante il Plio-Quaternario (3.6-1.64 M.a.) in cui si nota un processo di rifting o di assottigliamento crostale della litosfera continentale, che ha dato inizio all'apertura del Canale di Sicilia (Trincardi F. & Argnani A.1990).

Tali movimenti di tipo estensionale hanno dato luogo all'apertura del canale di Sicilia di tipo Horst-Graben, l'asse della struttura presenta un'orientazione NW-SE

La morfologia dell'area si presenta molto blanda e con assenza di asperità, tipica di un'ambiente marino deposizionale progrado, che copre il fronte delle nappe di Gela.

Le nappe di Gela consistono in assemblaggi caotici, risultanti da un processo di accrezione tettonica, sovrastata da una copertura relativamente indisturbata.

Le nappe mostrano una geometria a forma di cuneo che s'ispessisce verso nord mascherando la maggior parte delle strutture più profonde.

Dopo la messa in posto delle nappe di Gela, un sollevamento generale ha caratterizzato l'evoluzione tardo-quadernaria dell'area frontale del sovrascorrimento ed un'attività vulcanica si diffuse sia all'interno che all'esterno del bacino d'avanzata.

Dal punto di vista morfologico nell'area è possibile riconoscere un'estesa zona di piattaforma continentale presentante profondi bacini chiusi e banchi poco profondi.

Le estese zone di bassa profondità e la presenza di bacini chiusi hanno dato luogo ad una sedimentazione complessa (Colantoni P. 1976).

1.7.7 Descrizione dell'area di indagine – Caratteristiche idrauliche marine

Per caratterizzare il moto ondoso due parametri principali devono essere considerati, l'altezza delle onde e la loro direzione.

I dati raccolti dalla boa ondometrica di Mazara del Vallo, facente parte del RON (Rete Ondometrica Nazionale) in quasi 15 anni di funzionamento, sono sintetizzati in dei parametri che descrivono dal punto di vista probabilistico il comportamento del clima del mare per l'intera area (Boccotti, 1997).

Dalla elaborazione di tali parametri si è ottenuta la tabella seguente, in cui per un dato periodo di ritorno, sono state calcolate le altezze significative ed il loro periodo dominante.

Periodo di ritorno (anno)	Hs (m)	Tp (s)
0.2	0.26	2.17
0.252	1	4.26
0.5	1.88	5.88
1	2.52	6.76
50	5.14	9.66

Tabella 1.8: Altezze significative e periodi dominanti per assegnati periodi di ritorno

Tendenzialmente la zona risulta caratterizzata da altezze significative non troppo elevate; il valore di 1 metro di altezza viene superato solo ogni 3 mesi circa.

Riguardo le probabilità direzionali si è considerata la seguente tabella in cui sono riportati i valori dei parametri w_a e w_β .

Settore	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
W_{α}	0.666	0.600	0.808	0.978	1.003	0.735	0.440						0.759	0.756	0.514	0.555
W_{β}	0.655	0.591	0.795	0.895	0.907	0.710	0.431						0.740	0.628	0.479	0.533

Tabella 1.9: Parametri della probabilità direzionale

Il parametro w_{α} dà indicazioni sul settore di traversia caratterizzato da altezze d'onda più elevate (Boccotti, 1997); per la zona del Canale di Sicilia, il settore è il quinto. I seguenti grafici (Figg. 1.18, 1.19, 1.20, 1.21, 1.22) rappresentanti le probabilità direzionali delle onde significative, le altezze d'onda per settore e le distribuzioni direzionali delle altezze d'onda nel 2003 indicano che i settori di traversia dominanti sono due: il quinto caratterizzato da fenomeni ondosi più accentuati e il quattordicesimo settore, che coincidono con i settori dove il fetch è maggiore.

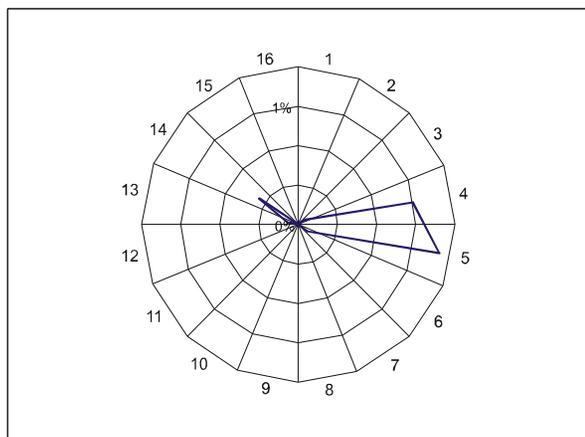


Figura 1.18: Probabilità direzionale di superamento di una altezza significativa di 1 metro

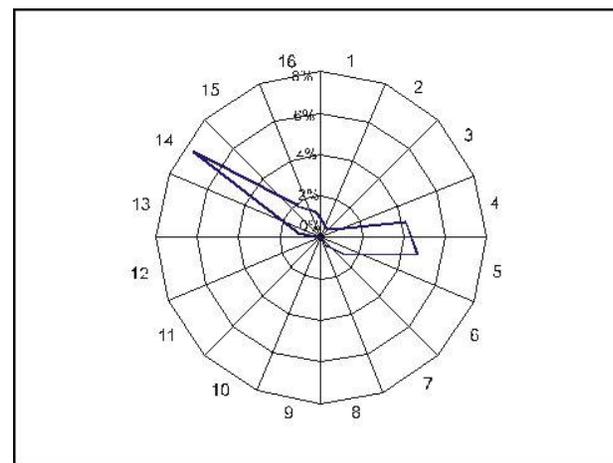


Figura 1.19: Probabilità direzionale di superamento di una altezza significativa di 2 metri

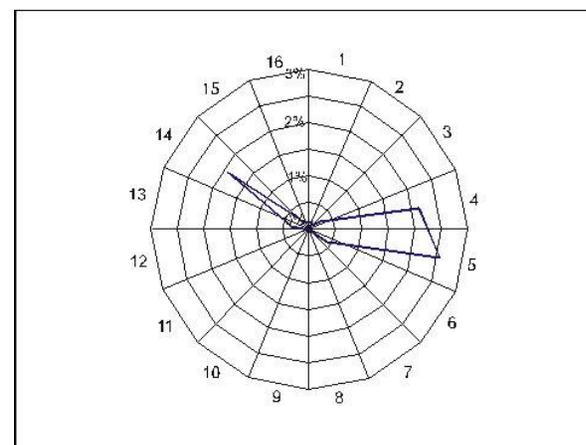


Figura 1.20: Probabilità direzionale di superamento di una altezza significativa di 3 metri

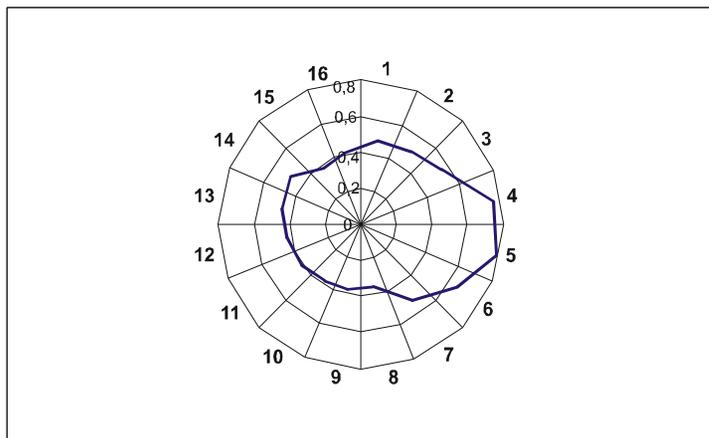


Figura 1.21: Altezza d’onda per settore

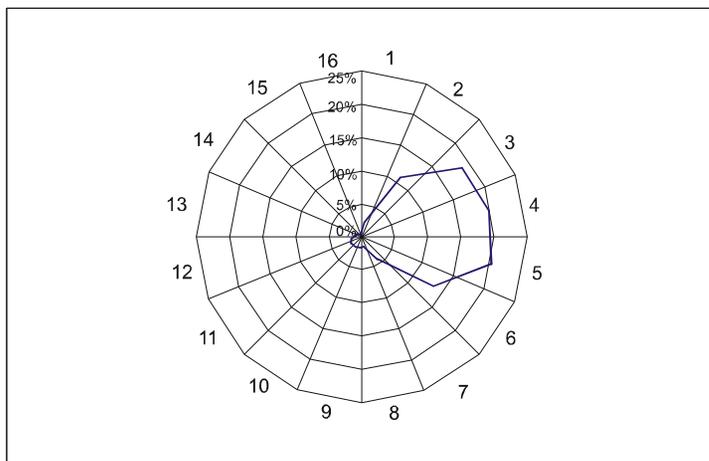


Figura 1.22: Distribuzione direzionale delle altezze d’onda nel 2003 della boa ondometrica di Mazara del Vallo

1.7.7.1 Correnti marine

Il golfo di Gela trovandosi nel Canale di Sicilia, è interessato soprattutto ai movimenti del Modified Atlantic Water (MAW) che tendenzialmente ha una direzione NordOvest – SudEst (Molcard et al., 2002), ma a causa della conformità del golfo e dei venti, modifica sovente la sua direzione.

Le caratteristiche del golfo sono:

- Basso fondale (così come risulta anche dalla figura 1.24)
- Conformazione capace di interagire con la direzione delle correnti predominanti
- Presenza di foci di torrenti (Fiume Salso)

Queste condizioni provocano un’intensa ed anche frequente attività di rimescolamento delle acque costiere.

I dati raccolti dai due correntometri appositamente posizionati nel golfo (vedi metodiche nei precedenti paragrafi) hanno confermato che le direzioni dominanti sono quelle da Nord-Ovest verso Sud –Est (Figg. 1.23 – 1.24).

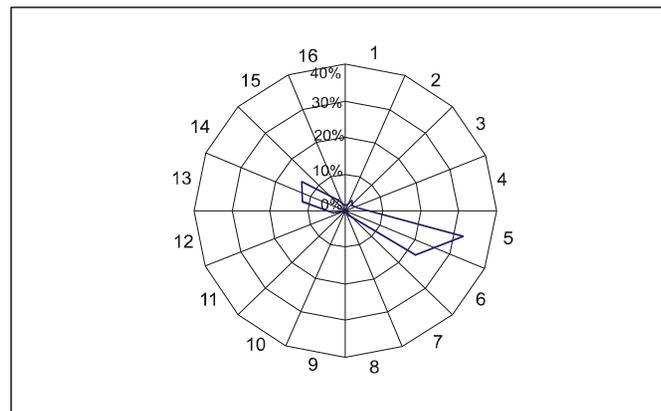


Figura 1.23: Distribuzione della direzioni delle velocità del correntometro 1

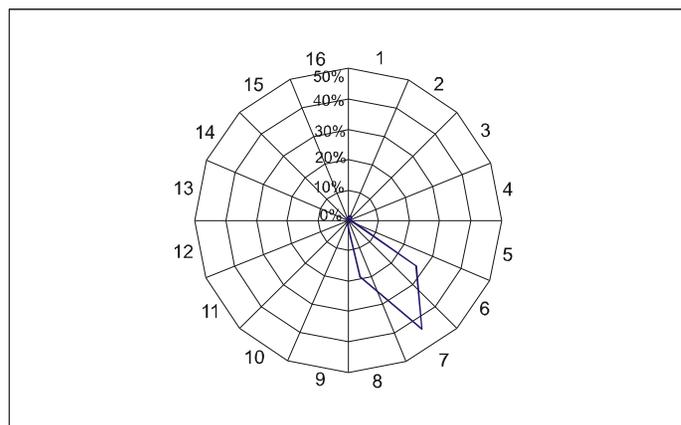


Figura 1.24: Distribuzione delle direzioni delle velocità del correntometro 2

Le direzioni registrate sono quindi parallele alla costa (Figura 1.25). La velocità media è di 16,6 cm/s e di 15,8 cm/s, rispettivamente per il primo ed il secondo correntometro. Gli scostamenti dei valori medi delle velocità tra i due strumenti non sono molto elevate ad indicare l'esistenza di un'unica corrente che si muove nel golfo con direzione tendenzialmente parallela alla linea di costa.

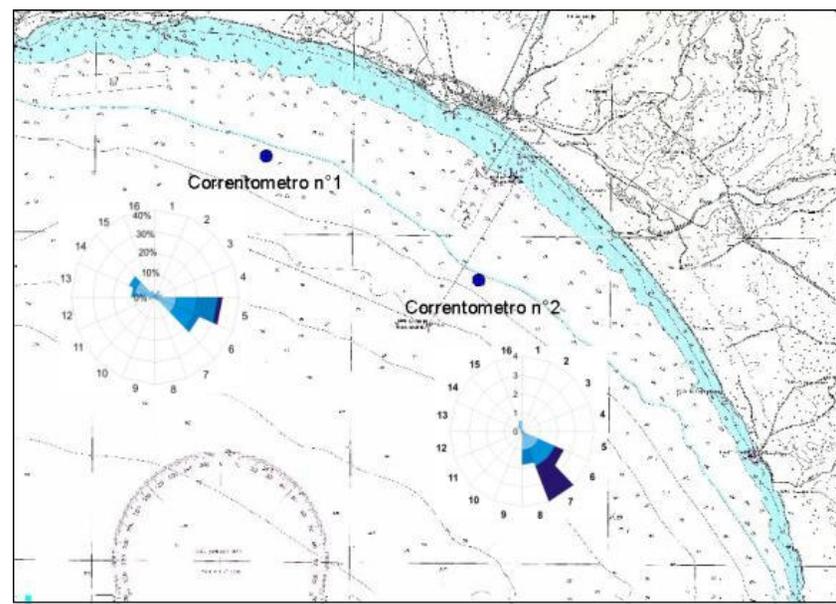


Figura 1.25: Rappresentazione delle direzioni principali registrate dai due correntometri

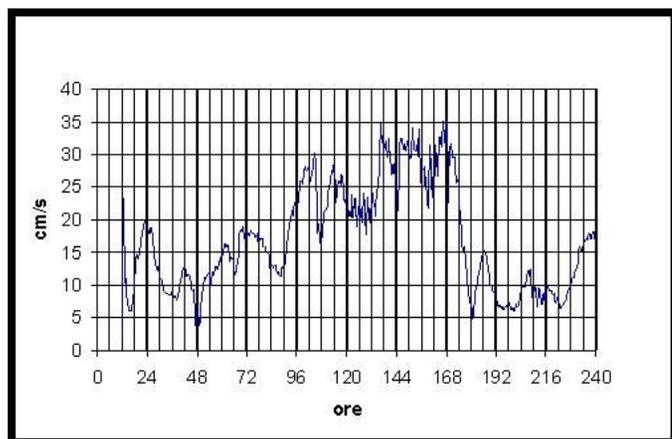


Figura 1.26: Correntometro n. 1 – registrazione della velocità delle correnti



Figura 1.28: Correntometro n. 2 – registrazione della velocità delle correnti

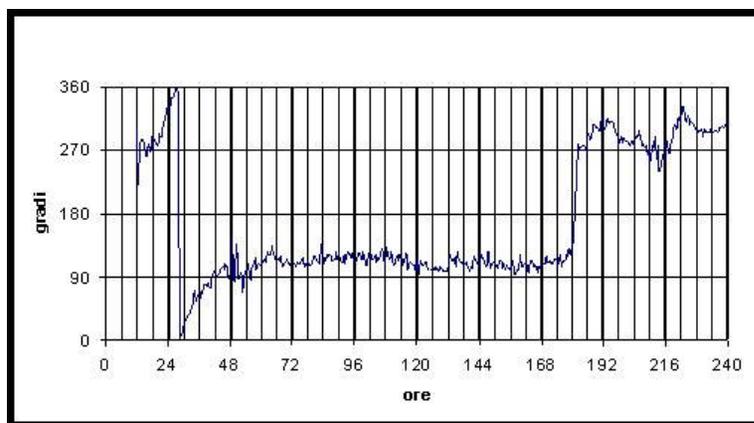


Figura 1.27: Correntometro n. 1 – direzione delle correnti

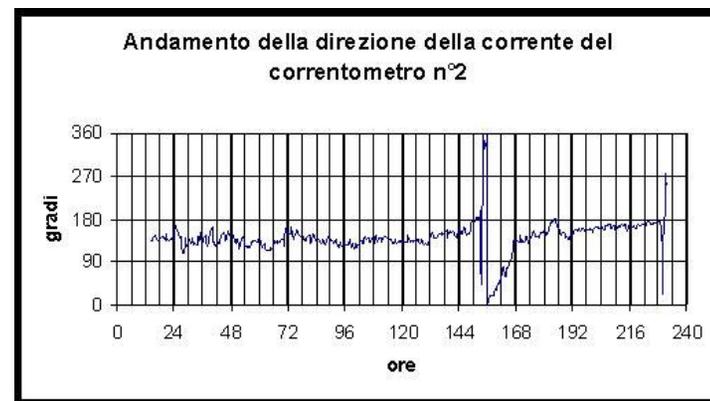


Figura 1.29: Correntometro n. 2 – direzione delle correnti. Il picco anomalo dopo circa 150 ore di registrazione è probabilmente stato causato dal trascinarsi del correntometro da parte di una rete da pesca, infatti lo strumento è stato trovato spostato di un centinaio di metri dalla sua posizione originaria

1.7.7.2 Trasporto litoraneo

La corrente e il moto ondoso, sono caratterizzati dalla medesima direzione di propagazione (NordOvest – SudEst), di conseguenza anche il trasporto litoraneo avrà la medesima direzione, così come confermato dall'Atlante delle spiagge (1997).

urbani costieri, pennelli) che ha influenzato l'equilibrio apporto-trasporto dei sedimenti (Relazione sullo Stato dell'Ambiente in Sicilia 2002).

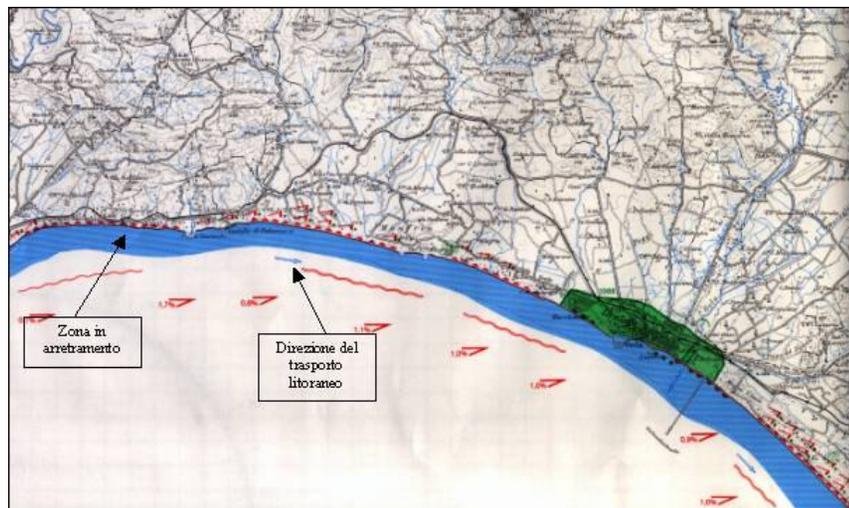


Figura 1.30: Particolare dell'area di studio estratto dall'Atlante delle Spiagge (1997)

Il trasporto dei sedimenti, presente essenzialmente lungo costa, è causato da correnti innescate dal moto ondoso (longshore currents), quando l'attacco del fronte d'onda non è perpendicolare alla linea di battigia (Di Natale, Piccirillo, 1998).

La direzione dominante del moto ondoso a largo è quella del V settore di traversia, apparentemente parallelo alla costa, come ampiamente discusso. In realtà il fronte d'onda avvicinandosi alla costa, risente del cambiamento di profondità, interagendo con il fondo, con dei fenomeni di shoaling-rifrazione (Boccotti, 1997), con conseguente cambiamento di direzione, che tende a divenire perpendicolare rispetto alla linea di costa (dal quinto al quarto settore), ed aumento dell'altezza d'onda.

Attualmente l'intera zona del Golfo di Gela è in erosione (Atlante delle spiagge 1997, Relazione sullo Stato dell'Ambiente in Sicilia 2002) con una area critica di 44 km (63% dell'intera estensione del Golfo).

Tale fenomeno è causato dall'effetto combinato dell'azione antropica nell'entroterra (interventi sui bacini idrografici alimentatori come quelli sul Fiume Salso) e lungo il profilo costiero (porti, insediamenti

1.8 INDUSTRIA DEL PETROLIO

1.8.1 Estrazione e raffinazione

L'area del Golfo di Gela è una delle più famose in Italia per le attività connesse all'estrazione e raffinazione del petrolio.

Nel 1953 la scoperta del giacimento petrolifero di Ragusa avvia il settore della esplorazione&produzione di idrocarburi in Sicilia tutt'oggi ancora in piena attività e concentrato principalmente nella costa meridionale dell'isola ed in particolare nello specchio di mare del Golfo di Gela.

Infatti, i principali giacimenti siciliani oggi in produzione si trovano nell'area di Gela e Ragusa sia off-shore sia in-shore. In Figura 1.31 è riportata una mappa dei campi attivi di idrocarburi nel territorio della regione⁴.



Figura 1.31 Mappa dei campi attivi di produzione di idrocarburi in Sicilia (Fonte: Assomineraria)

⁴ Dagli atti del convegno annuale di Assomineraria – Siracusa, 20-21 ottobre 2000 – Risorse e prospettive degli investimenti in Sicilia

In particolare, nell'area in esame sono presenti 3 piattaforme off-shore di produzione di greggio denominate Perla, Prezioso e Gela1, una quarta piattaforma (Gela2) ha interrotto la produzione e una quinta piattaforma denominata Vega è presente al largo del ragusano e poco distante dall'area in esame.

Nella Tabella 1.10 sono riportate le principali informazioni per la localizzazione delle piattaforme petrolifere sopra citate:

Nome piattaforma	Distanza dalla costa (miglia marine)	Distanza dalla costa (Km)
Prezioso	5,8	10,8
Perla	6,2	11,5
Gela 1	0,97	1,8
Gela 2	1,03	1,9
Vega	11,2	20,8

Tabella 1.10 Coordinate delle piattaforme offshore di produzione petrolifera nell'area del sito

Inoltre, in Figura 1.32 è riportata, a titolo illustrativo, una riproduzione fotografica della piattaforma di Perla, le immagini riportate derivano dall'archivio fotografico dell'ENI.

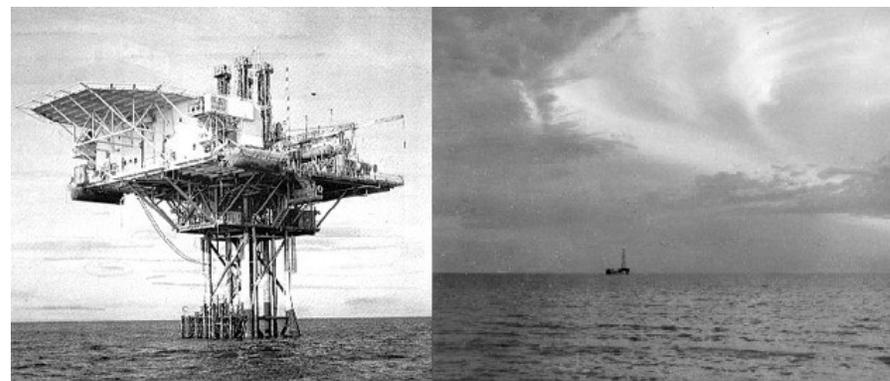


Figura 1.32 Immagini fotografiche della piattaforma di Perla (Fonte: archivio fotografico dell'ENI)

Oltre ai pozzi petroliferi in produzione⁵, l'area del sito è caratterizzata da concessioni e titoli minerari riportate in Figura 1.33

In particolare l'Eni ha espresso interesse specifico per l'esplorazione di un'area che non interferisce con l'area di sviluppo del sito eolico.

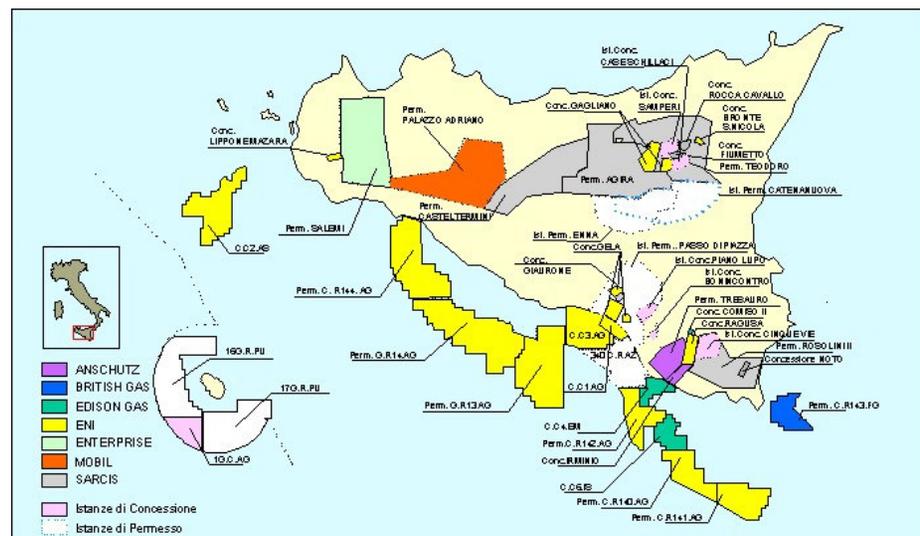


Figura 1.33 Mappa delle concessioni e dei permessi minerari della regione Sicilia (Fonte: Assomineraria)

Lo sviluppo della produzione di petrolio greggio ha avviato, nelle immediate vicinanze dei pozzi, il processo di integrazione verticale con i processi di raffinazione e con la chimica di base facendo nascere il polo petrolchimico di Gela che ancora oggi rappresenta di gran lunga la base indiscussa dell'economia locale, anche se la crisi della chimica italiana ha ridotto notevolmente il peso della produzione di prodotti chimici lasciando di fatto l'attività principale della raffineria.

Nella Figura 1.34 è riportato un estratto della carta nautica ufficiale dell'Istituto Idrografico della Marina Militare, che evidenzia la vasta estensione del polo petrolchimico rispetto alla città di Gela.

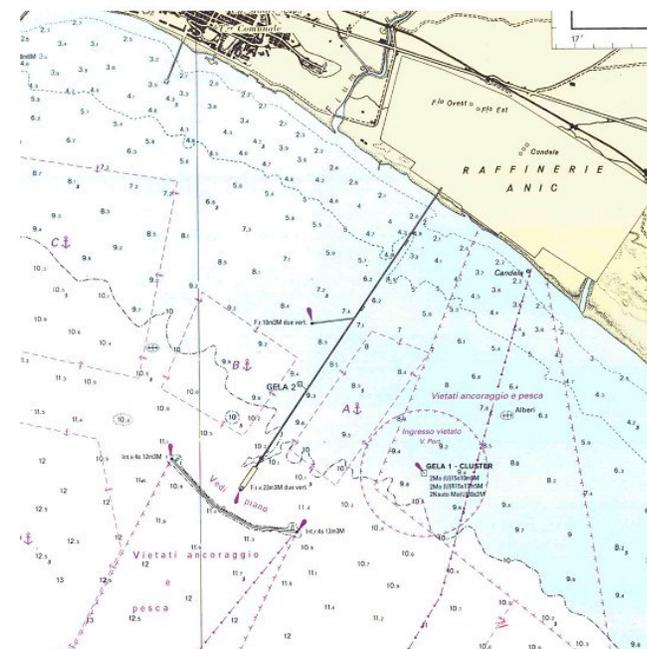


Figura 1.34 Estratto della carta nautica Litorale di Gela (IIM)

Situata sulla costa meridionale della Sicilia in località Piana del Signore, nel Comune di Gela, la Raffineria occupa un'area di 500 ettari, divisa in 28 isole delimitate da 26 km di strade principali. Lo stabilimento nasce nel 1959 quando viene costituita la Società Anic Gela S.p.A. (Azienda Nazionale Idrogenazione Combustibili) per la costruzione di uno stabilimento petrolchimico a lavorazione integrata, per lo sfruttamento del greggio proveniente dai giacimenti dell'Agip localizzati nell'area gelese. Gli investimenti attuati nel corso degli anni hanno consentito un continuo sviluppo delle strutture di raffinazione collocando la Raffineria di Gela tra le più complesse e avanzate in Europa, portando la

⁵ Assomineraria

capacità di raffinazione a 5 milioni di tonn/anno. Nel complesso la raffineria occupa circa 1.500 addetti (1563 nel 1999⁶) e mediamente circa 600 addetti nell'indotto.

Oltre alla Raffineria di Gela, nel medesimo comprensorio è presente lo stabilimento di Polimeri Europa (Eni) attiva nei settori della chimica di base e del polietilene per una superficie totale pari a 100.000 mq ed un numero di addetti pari a circa 120, la Enichem (oggi Syndial) con circa 300 addetti, la Agip Gas nell'attività di imbottigliamento del GPL con circa 20 addetti ed il deposito petroli con circa 30 addetti.

Nell'ambito delle attività del polo petrolchimico di Gela è importante evidenziare anche l'attività di produzione di energia elettrica, attività questa funzionale non solo alle esigenze dello stabilimento ma anche della città stessa di Gela. Infatti, integrata con la raffineria è presente una centrale termoelettrica di circa 240 MWe che oltre a fornire energia elettrica e vapore a tutto il polo industriale, alimenta sia di vapore (impianti multflash) sia di energia elettrica (multiflash e osmosi inversa) il dissalatore ed il depuratore biologico entrambi a servizio della città di Gela. La centrale termoelettrica utilizza come combustibile il PETCOKE che è una sostanza che deriva dalla lavorazione del petrolio.

Quindi, il solo polo petrolchimico di Gela, genera il 15% della totale occupazione dichiarata di Gela e il 6% dell'area di vasta scala, infatti:

- Occupati Raffineria 1.563 (diretti nel 1999)
- Area chimica 420 addetti
- Area Estrazione petrolifera ca 300 addetti
- Occupazione indiretta di primo livello (principalmente servizi di manutenzione) pari a circa il 40% (la raffineria presenta mediamente 600 indiretti) dei diretti
- Occupati Gela 15.440 (diretti nel 1991 – fonte Istituto Tagliacarte)

Ovviamente questa valutazione è assolutamente da considerarsi conservativa in quanto non tiene conto di tutte le attività che vivono intorno alle attività del polo petrolchimico (nell'analisi si è considerato soltanto il personale diretto delle società ENI e del personale di manutenzione) sia direttamente (es. personale catering, logistica...) che indirettamente attraverso il beneficio sull'economia locale (es. attività commerciali, servizi...).

1.8.2 Gasdotti e oleodotti marini

Per l'identificazione di pipeline e cavidotti sottomarini esistenti si è fatto riferimento, come indicato dalla Capitaneria di Porto Ufficio Circondariale di Gela, alla carta nautica attualmente in vigore per l'area in oggetto (carta n. 20 Da Licata a Marina di Avola – Istituto Idrografico della Marina Militare – Scala 1:100.000).

In particolare nell'area sono presenti due principali oleodotti, un oleodotto che collega la piattaforma di Prezioso alla piattaforma di Perla, ed un oleodotto che collega la piattaforma di Perla alla raffineria, il layout dei suddetti oleodotti è riportato in Figura 1.35.

Oltre alle attuali pipeline, l'area è interessata dalla costruzione di un gasdotto (Greenstream) lungo 600 chilometri e del diametro di 81 centimetri che dalle coste libiche alla Sicilia, prevedibilmente a partire dalla fine del 2004-5, porterà in Italia circa 8 miliardi di m³ annui di metano.

Il tracciato del gasdotto (fonte SIA Greenstream – Settembre 2000) è riportato in Figura 1.35.

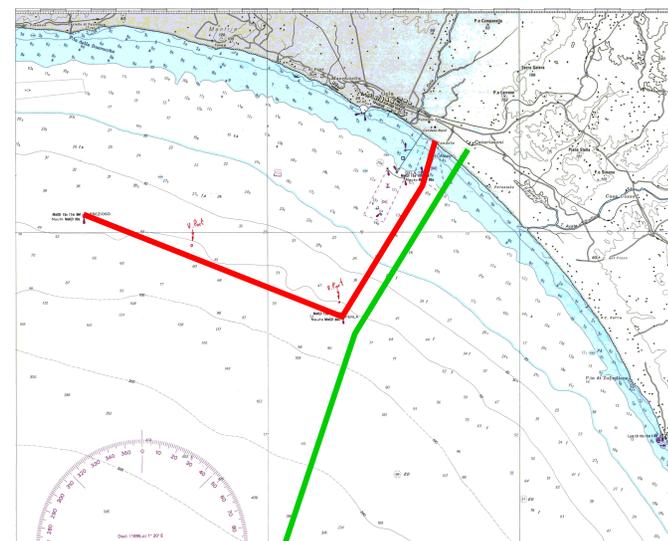


Figura 1.35 Lay-out degli oleodotti e del futuro gasdotto presenti nell'area (Le linee rosse rappresentano i tracciati degli oleodotti, la linea verde gasdotto) (Fonte: carta n. 20 IIM, Studio di Impatto Ambientale "Greenstream" - Aquater)

Per tenere conto della presenza del gasdotto, la Capitaneria di Porto Ufficio circondariale di Gela ha dato indicazioni di considerare un'area di interdizione ad immediato confine della rada di Gela distante circa due miglia in direzione di levante per una distanza dalla costa di sette miglia marine.

⁶ Fonte Eni – Divisione Refining&Marketing



1.9 DESCRIZIONE IMPIANTO E PARTICOLARI COSTRUTTIVI

1.9.1 Localizzazione e dimensioni dell'area di sviluppo

L'area proposta per lo sviluppo del sito è situata nelle acque territoriali del Canale di Sicilia antistanti il Comune di Butera.

L'area individuata per lo sviluppo della wind farm è indicata nella Figura 1.36.

Le coordinate dei punti di riferimento dell'area di sviluppo è indicata nelle Tabelle 1.11 e 1.12 secondo le coordinate del sistema di riferimento UTM ED50 Zone 33 e secondo le coordinate geografiche in termini di latitudine e longitudine.

#	north	east
A	37° 03',41 Nord	14° 01',38 Est
B	37° 03',92 Nord	14° 01',17 Est
C	37° 04',10 Nord	14° 02',49 Est
D	37° 04',30 Nord	14° 02',65 Est
E	37° 04',08 Nord	14° 03',69 Est
F	37° 04',28 Nord	14° 03',84 Est
G	37° 03',97 Nord	14° 04',19 Est
H	37° 03',77 Nord	14° 04',04 Est
I	37° 03',14 Nord	14° 04',77 Est
J	37° 02',74 Nord	14° 04',47 Est
K	37° 03',41 Nord	14° 01',38 Est

Tabella 1.11 Coordinate dei punti di riferimento dell'area di sviluppo (sistema di riferimento UTM ED50 Zone 33)

#	latitudine	longitudine
A	412.550	4.102.298
B	412.776	4.102.664
C	414.754	4.102.985
D	414.980	4.103.351
E	416.506	4.102.940
F	416.732	4.103.306
G	417.268	4.102.735
H	417.042	4.102.369
I	418.116	4.101.227
J	417.664	4.100.496
K	413.086	4.101.727

Tabella 1.12 Coordinate geografiche dei punti di riferimento dell' area di sviluppo in termini di Latitudine e Longitudine

L'area ha un'estensione di circa 9,5 km².

All'interno dell'area saranno disposti 38 aerogeneratori. Per la disposizione di suddette macchine si veda Figura 1.3 e i documenti progettuali.

Con l'applicazione delle misure di mitigazione la spaziatura tra gli aerogeneratori è stata aumentata fino a circa 450x800m.

La potenza complessiva installata dell'impianto nella sua configurazione finale è di circa 136,8 MW

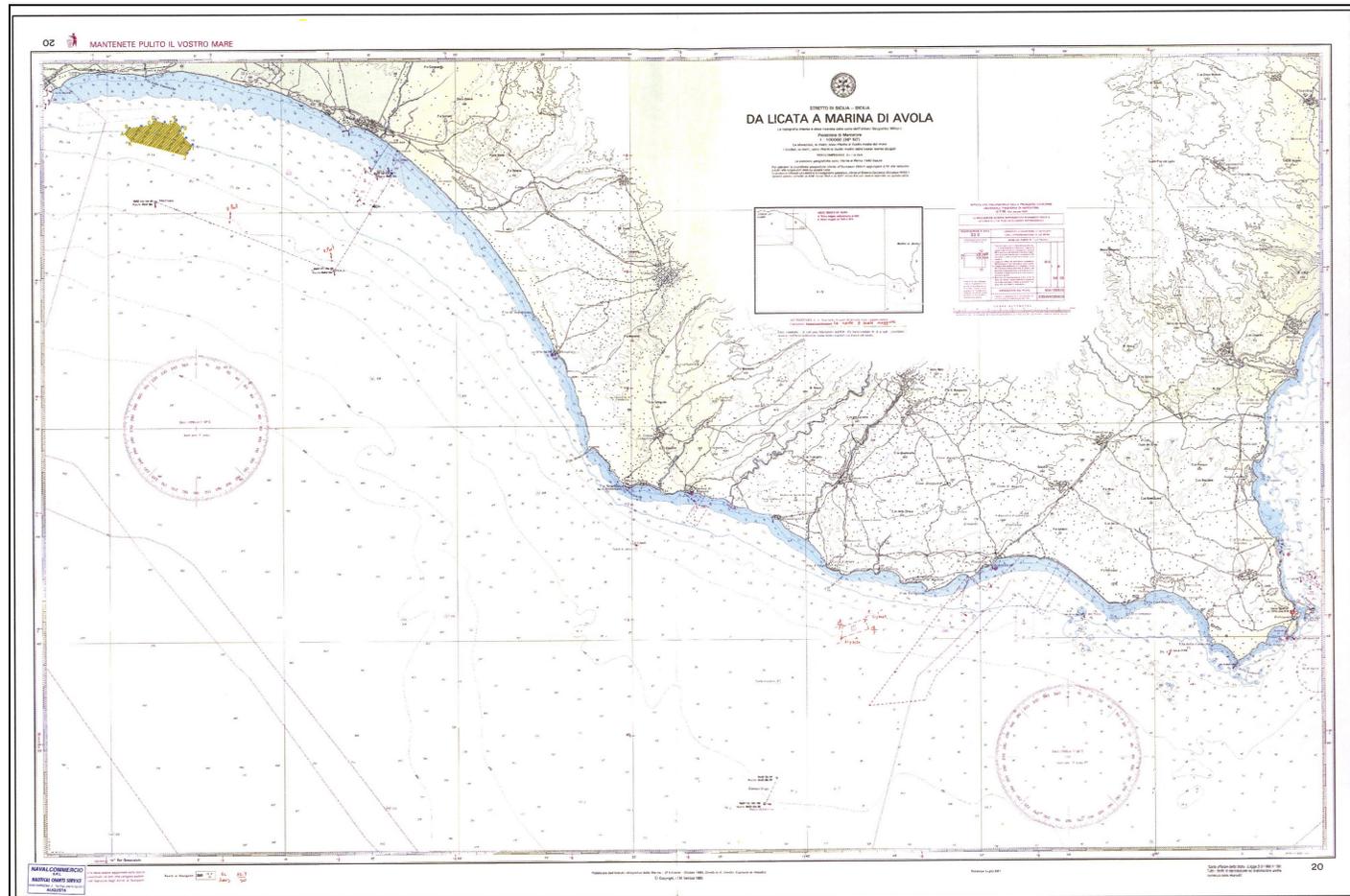


Figura 1.36 Localizzazione geografica dell'area di sviluppo (estratto dalla carta nautica n.20 Da Licata a Marina di Avola con indicazione dell'area di studio – Istituto Idrografico della Marina Militare)

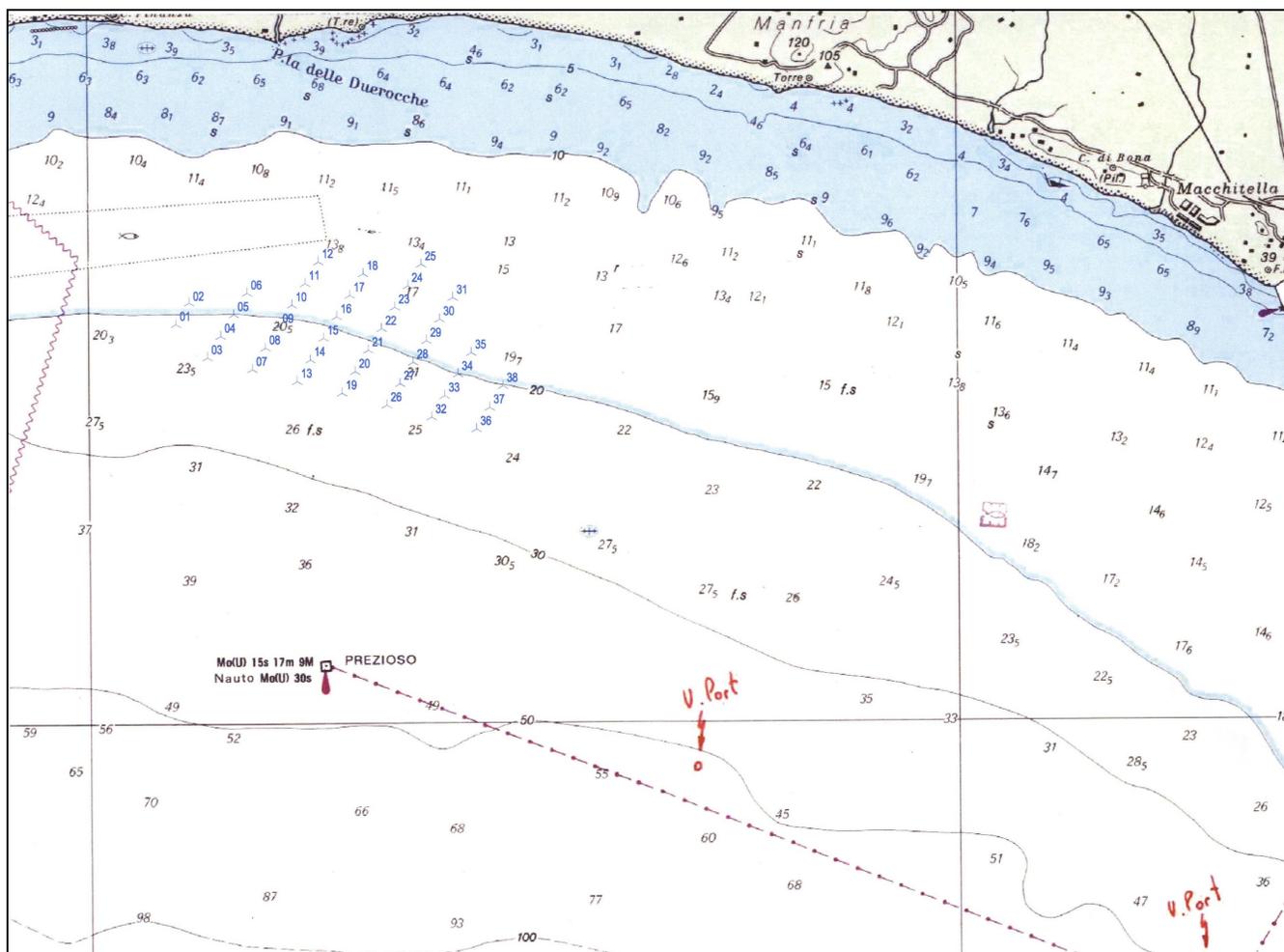


Figura 1.37 Lay-out dell’impianto eolico offshore (estratto dalla carta nautica n.20 Da Licata a Marina di Avola – Istituto Idrografico della Marina Militare)

1.9.2 Descrizione delle turbine e delle fondazioni

Le turbine proposte per questo progetto avranno un'altezza dell'hub pari a 80 m ed un diametro massimo del rotore pari a 110 m, ovvero la massima altezza raggiunta da una pala nel corso della rotazione sarà 135 m, come mostrato in Figura 1.38



Figura 1.38 Dimensioni caratteristiche delle turbine proposte per la realizzazione dell'impianto

Il diametro della torre alla base è di 5 m ed all'hub di 4 m.

Per quanto concerne le fondazioni, saranno generalmente di tipo monopalo (o tripode: struttura a base triangolare, ed unico palo affiorante dal mare, sostenuta da tre cilindri di acciaio del diametro di 2m circa conficcati nel suolo) ovvero si tratta di un cilindro di acciaio del diametro di 5 m conficcato nel suolo ad una profondità in funzione delle caratteristiche geofisiche e geotecniche del sottosuolo.

Il sistema di fondazione monopalo (o tripode) in acciaio piantato direttamente nel sottosuolo è un'operazione facilitata dalle caratteristiche geomorfologiche del sito. Questa scelta è la più economica e a minor impatto ambientale fra tutte le opzioni possibili.

La localizzazione delle turbine è riportata nelle Tabelle 1.13 e 1.14, nella quali si riportano rispettivamente le coordinate nel sistema di riferimento UTM ED50 Zone 33 ed in coordinate geografiche in termini di latitudine e longitudine.

#	north	east
1	37° 03',72 Nord	14° 01',00 Est
2	37° 03',92 Nord	14° 01',17 Est
3	37° 03',41 Nord	14° 01',38 Est
4	37° 03',61 Nord	14° 01',52 Est
5	37° 03',81 Nord	14° 01',68 Est
6	37° 04',00 Nord	14° 01',83 Est
7	37° 03',30 Nord	14° 01',88 Est
8	37° 03',50 Nord	14° 02',03 Est
9	37° 03',70 Nord	14° 02',19 Est
10	37° 03',90 Nord	14° 02',34 Est
11	37° 04',10 Nord	14° 02',49 Est
12	37° 04',30 Nord	14° 02',65 Est
13	37° 03',19 Nord	14° 02',40 Est
14	37° 03',39 Nord	14° 02',55 Est
15	37° 03',59 Nord	14° 02',70 Est
16	37° 03',79 Nord	14° 02',88 Est
17	37° 03',99 Nord	14° 02',01 Est

#	north	east
18	37° 04',19 Nord	14° 03',17 Est
19	37° 03',08 Nord	14° 02',91 Est
20	37° 03',27 Nord	14° 03',07 Est
21	37° 03',48 Nord	14° 03',22 Est
22	37° 03',68 Nord	14° 03',38 Est
23	37° 03',88 Nord	14° 03',53 Est
24	37° 04',08 Nord	14° 03',69 Est
25	37° 04',28 Nord	14° 03',84 Est
26	37° 02',97 Nord	14° 03',43 Est
27	37° 03',17 Nord	14° 03',59 Est
28	37° 03',37 Nord	14° 03',74 Est
29	37° 03',57 Nord	14° 03',89 Est
30	37° 03',77 Nord	14° 04',04 Est
31	37° 03',97 Nord	14° 04',19 Est
32	37° 02',86 Nord	14° 03',94 Est
33	37° 03',05 Nord	14° 04',10 Est
34	37° 03',26 Nord	14° 04',25 Est
35	37° 03',45 Nord	14° 04',40 Est
36	37° 02',74 Nord	14° 04',47 Est
37	37° 02',94 Nord	14° 04',61 Est
38	37° 03',14 Nord	14° 04',77 Est

Tabella 1.13 Coordinate delle turbine (sistema di riferimento UTM ED50 Zone 33)

#	latitudine	longitudine
1	412.550	4.102.298
2	412.776	4.102.664
3	413.086	4.101.727
4	413.312	4.102.093
5	413.539	4.102.459
6	413.765	4.102.825
7	413.849	4.101.522
8	414.075	4.101.888
9	414.301	4.102.254
10	414.528	4.102.619
11	414.754	4.102.985
12	414.980	4.103.351
13	414.612	4.101.317
14	414.838	4.101.683
15	415.064	4.102.048
16	415.290	4.102.414
17	415.517	4.102.780

#	latitudine	longitudine
18	415.443	4.103.146
19	415.375	4.101.112
20	415.601	4.101.477
21	415.827	4.101.843
22	416.053	4.102.209
23	416.279	4.102.575
24	416.506	4.102.940
25	416.732	4.103.306
26	416.138	4.100.906
27	416.364	4.101.272
28	416.590	4.101.638
29	416.816	4.102.004
30	417.042	4.102.369
31	417.268	4.102.735
32	416.901	4.100.701
33	417.127	4.101.067
34	417.353	4.101.433
35	417.579	4.101.798
36	417.664	4.100.496
37	417.890	4.100.862
38	418.116	4.101.227

Tabella 1.14 Nuove coordinate geografiche delle turbine in termini di Latitudine e Longitudine

Le turbine proposte per la realizzazione dell'impianto sono macchine offshore in grado di sviluppare una potenza massima pari a 3,6 MW per ognuna. La capacità totale dell'impianto, con tutte le turbine che generano la massima potenza, è pari 136,8 MW. Le turbine cominciano a generare energia a partire da una velocità del vento pari a 3,5 m/s (metri al secondo), raggiungono la massima capacità di generazione di energia ad una velocità del vento pari a 14 m/s. La massima velocità del vento, detta velocità di "cut-out", è pari a 25 m/s, nonostante le strutture siano progettate per resistere fino a velocità del vento pari a 70 m/s.

Le strutture delle torri sono fatte in acciaio tubolare, le pale del rotore sono costruite in materiali compositi (fibra di vetro e resina epossidica). Ciascuna pala è protetta dai fulmini attraverso un sistema multi-receptor che consiste in tre ricettori per pala che sono uniformemente distribuiti nella superficie della pala. Rispetto al tradizionale sistema single-receptor, questo sistema è marcatamente superiore in termini di sicurezza. Il relativo sistema di messa a terra è parte delle fondamenta.

Il passo di ciascuna pala è regolabile per adattarsi alle condizioni del vento. Il range di rotazione del passo delle pale va da 0° a 90°. Nelle normali condizioni di funzionamento, il passo delle pale è regolato con un angolo di 0° in modo da garantire che la sezione della pala è parallela alla direzione del vento. Nelle fasi in cui la turbina non produce energia, il passo delle pale è regolato con un angolo di 90°.

Questo sistema di controllo del passo è possibile grazie al sistema di controllo del passo variabile. Il sistema è rappresentato dalla combinazione tra la variazione del passo delle pale ed il sistema

"generator/frequent converter torque control". Se il generatore raggiunge la massima capacità di generazione e la velocità del vento continua ad incrementare, attraverso la variazione del passo delle pale si rende uniforme l'input meccanico al generatore fino alla velocità di cut-off nella quale il passo delle pale raggiunge il passo di 90°.

Durante le operazioni di freno della rotazione del rotore, le pale vengono posizionate con un passo pari a 90° ad una velocità che viene definita dal sistema di controllo. Durante questo processo, le pale operano come dei freni aerodinamici e sono quindi in grado di ridurre la velocità del rotore in maniera sicura e controllata fino a quando si raggiunge la posizione di fermo macchina. Due pale sono sufficienti a gestire il processo di frenata. Il sistema di gestione del passo delle tre pale è alimentato dal punto di vista elettrico in maniera indipendente, quindi in caso di power failure, shutdown di emergenza o altre situazioni di anomalia, l'alimentazione elettrica passa dal sistema di alimentazione centrale al sistema di batterie indipendenti delle tre pale. Questo rappresenta un sistema di frenaggio ridondante e quindi a maggiore sicurezza.

Le turbine sono inoltre attrezzate con un sistema di doppio freno a disco montati nella sezione ad alta velocità del riduttore. Due sistemi di frenaggio idraulici agiscono sui due dischi in parallelo. Questo sistema di frenaggio è utilizzato soltanto in situazioni particolari come ad esempio il fermo macchina manuale durante le operazioni di manutenzione. Inoltre le turbine sono attrezzate con un sistema di blocco del rotore che entra in funzione nel corso delle operazioni di manutenzione.

1.10 INFRASTRUTTURE ELETTRICHE E CONNESSIONE ALLA RETE

L'elettricità generata dagli aerogeneratori è pari a 690V, e successivamente trasformata a 36 kV per essere evacuata, la stazione di trasformazione è situata nella navicella delle turbine in testa alla torre. I cavi di collegamento delle turbine partono direttamente dalle stesse per essere interrati nel fondo del mare (vedi paragrafo 1.11.2).

Il parco eolico è costituito da quattro gruppi di generatori collegati in serie ed ogni gruppo è connesso alla sottostazione elettrica di trasformazione MT/AT a terra. La sottostazione elettrica (punto V sbarco dei cavi sottomarini, vedi Tabella 1.15), provvede alla trasformazione della tensione da 36KV a 220KV per permettere il collegamento alla rete nazionale. La connessione tra la suddetta sottostazione e la rete nazionale sarà realizzata in cavo interrato ad una profondità di 1-2 m avente sezione di 400mmq. In prossimità dell'elettrodotto nazionale sarà realizzata una sottostazione di connessione AT/AT. La connessione lato ente nazionale sarà realizzato in configurazione entra/esce. Il punto esatto di collegamento con la rete di trasmissione nazionale sarà definito in accordo con il GRN al quale è stata inoltrata la richiesta di connessione per l'impianto nella sua configurazione finale.

Questa tipologia di configurazione prevede strutture minime a terra. Infatti i cavi rimarranno interrati anche oltre il punto di "sbarco" sulla battigia fino ad una sottostazione realizzata il più possibile in prossimità delle linee elettriche esistenti e comunque oltre il limite di competenza del demanio marittimo. Dalla sottostazione proseguirà poi un cavo interrato (lungo un percorso quasi interamente carrabile) fino all'elettrodotto esistente; nei documenti progettuali è riportato il percorso a terra del cavo di collegamento della sottostazione con la rete di trasmissione nazionale, il percorso è stato studiato per avere il minimo impatto con le aree a terra e seguendo un percorso carrabile già esistente.

Per il collegamento tra i generatori saranno utilizzati cavi tripolari aventi sezioni massime di 400mm². I cavi di interconnessione tra i generatori e tra i generatori e la sottostazione a terra saranno adatti all'installazione sottomarina e saranno costituiti da 3 conduttori in rame isolati in XLPE aventi tensione di isolamento di 45 KV.

I cavi elettrici in media tensione in entrata/uscita dei generatori eolici, saranno inseriti in tubi conduit (riser) protetti dalla corrosione marina.

I cavi di collegamento con la terraferma saranno anch'essi costituiti da 3 conduttori in rame isolati in XLPE avente tensione di isolamento di 45 KV e aventi sezione massima di 400mm².

I cavi di collegamento tra la sottostazione di trasformazione MT/AT e la sottostazione di connessione all'elettrodotto, saranno costituiti, per ogni fase, da n° 1 conduttore in rame isolato in XLPE aventi tensione di isolamento di 245 KV.

La sottostazione di trasformazione MT/AT è costituita dal quadro di media tensione, dai trasformatori MT/AT e dagli interruttori di AT e componenti accessori quali unità UPS. Ventilazione dei locali ecc.

Saranno previsti nella sottostazione, due trasformatori da 90 MVA ad olio, che lavorano in parallelo per sopportare tutta la potenza che i generatori sono in grado di produrre.

La scelta di utilizzare due trasformatori al posto di uno unico da 180 MVA è per dare la possibilità di produrre almeno a metà potenza nel caso di manutenzione o avaria di uno dei due trasformatori.

La rotta dei cavi sottomarini che collegano i gruppi di aerogeneratori e la sottostazione elettrica di trasformazione MT/AT a terra nel Comune di Butera (punto V sbarco dei cavi sottomarini - Marina di Butera - Contrada Desusino, vedi Tabella 1.15), è stata calcolata analizzando le caratteristiche geofisiche del fondo. I suddetti cavi saranno probabilmente interrati ad una profondità pari a 1-2 m sotto il livello del fondo; queste valutazioni saranno eseguite in maniera dettagliata all'atto della progettazione di dettaglio dell'opera di posa. Tale valutazione verrà eseguita a valle dell'autorizzazione alla costruzione dell'impianto nonostante si sia proposta una ipotetica rotta dei cavi sottomarini.

#	latitudine	longitudine
Punto V sbarco dei cavi sottomarini	418,331	4,107,411

Tabella 1.15a Punto di sbarco dei cavi sottomarini di collegamento del parco eolico alla terraferma (sistema di riferimento UTM ED50 Zone 33)

#	north	east
Punto V sbarco dei cavi sottomarini	37° 06',50 Nord	14° 04',90 Est

Tabella 1.15b Punto di sbarco dei cavi sottomarini di collegamento del parco eolico alla terraferma (coordinate geografiche in termini di latitudine e longitudine)

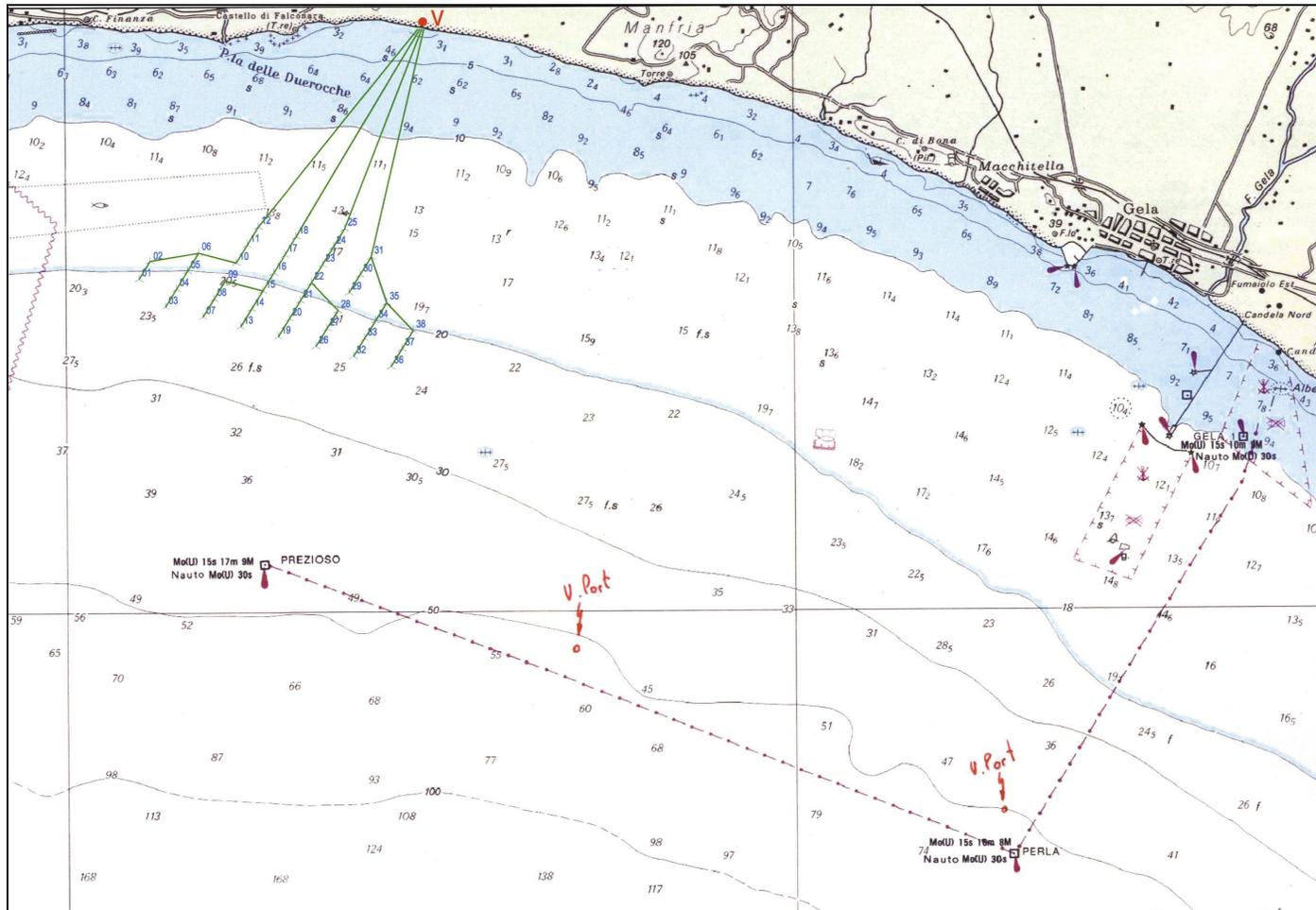


Figura 1.39 Configurazione dei collegamenti elettrici

1.11 DETTAGLI SULLA COSTRUZIONE DELL'IMPIANTO

1.11.1 Costruzione delle turbine

La costruzione delle turbine utilizzerà diversi tipi di imbarcazioni che tipicamente consistono in:

- Barge da trasporto
- Rimorchiatori
- Imbarcazione con gru
- Gommoni

Nelle Figure da 1.40 a 1.43, sono riportate alcune foto dei tipici sistemi utilizzati per la costruzione delle turbine.



Figura 1.40 Operazione di sbarco di componenti della turbina

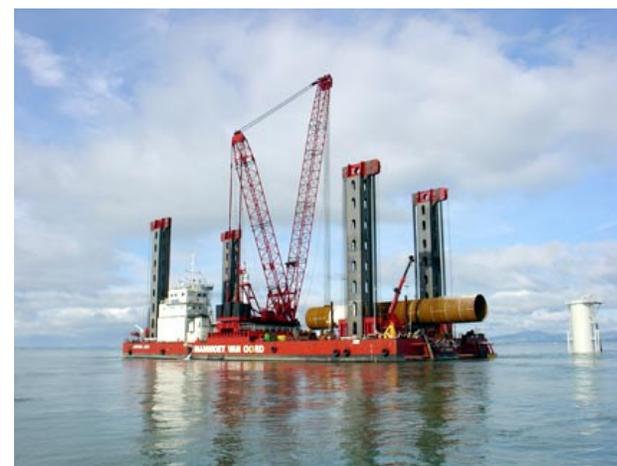


Figura 1.41 Barge di trasporto



Figura 1.42 Operazione posizionamento del monopalo delle fondamenta

Inoltre, per l'installazione delle fondamenta si farà uso di un martello ad azionamento idraulico, in Figura 1.43 si riporta un'immagine della "battitura" di un monopalo.



Figura 1.43 Operazione di “battitura” del monopalo

Per quanto riguarda le operazioni di installazione delle turbine, queste saranno eseguite per piccoli gruppi, nell’area di costruzione si terrà conto di una zona di sicurezza. Quando il gruppo di turbine è stato montato, si sposta l’area di sicurezza e si ripete l’operazione di montaggio per il prossimo gruppo di turbine. Tipicamente è prevista una barge con gru posizionata nell’area della costruzione mentre un mezzo approvvigiona le componenti delle turbine trasportandole dalle aree di stoccaggio e movimentazione.

L’erezione di ogni singola turbina segue un set di sequenze standard di una prestabilita procedura. Il monopalo viene conficcato nel sottosuolo ad una velocità di circa 1 cm per ogni colpo del martello idraulico. Le sezioni della torre sono erette sulle fondazioni. Il monopalo e la prima sezione della torre attraverso una flangia circolare di connessione. Una volta montata la torre, viene montata la “navicella” e successivamente il rotore. Una volta montato il rotore si montano le pale. Se il tempo lo permette si può prevedere il montaggio del rotore già pre-assemblato con le tre pale. Una volta completata l’erezione della turbina verranno montati all’interno della torre i cavi per la connessione della turbina alla rete.

1.11.2 Interramento dei cavi offshore

I cavi che collegano le singole turbine tra loro e le turbine ai sistemi onshore, saranno interrati ad una profondità di circa 1-2 m sotto il livello del fondo.

La pratica operativa dell’ultimo trentennio nel campo della posa di condotte e cavidotti sottomarini ha portato a distinguere tre metodologie di base: il pre-scavo (pre-trenching), ovvero scavo preventivo e tracciamento della trincea destinata ad accogliere la condotta prima che abbia luogo l’operazione di posa della stessa; lo scavo contemporaneo (co-trenching) al varo e alla posa della tubazione; lo scavo successivo (post-trenching) alla posa della condotta, ovvero infossamento della tubazione asportandole materiale da sotto, dopo che è stata varata, tirata o posata nella posizione voluta. Ciascuna di queste tre metodologie di base s’avvale di tecniche esecutive e operative diverse, sebbene possano esistere punti in comune.

Ovviamente, la scelta di un metodo, invece di un altro, dipende dalle condizioni ambientali e dalle circostanze generali e specifiche del progetto. La logica e la pratica, hanno confermato che la scelta del metodo dipende fondamentalmente dalle condizioni geolitologiche e morfologiche dei fondali lungo il tracciato. Come regola di massima, si potrebbe sintetizzare che i fondali compatti, costituiti da sedimenti cementati o litificati o da rocce, richiedono l’adozione dei metodi di pre-scavo, mentre i fondali coperti da una coltre di sedimenti incoerenti di «potenza» superiore alla profondità di scavo richiesta, oppure costituiti da materiali non litificati, né cementati, o facilmente disgregabili, consentono l’adozione del metodo di scavo successivo alla posa della tubazione.

I metodi di pre-scavo possono talora essere applicati anche nel caso di fondali costituiti da sedimenti teneri non litificati, o anche da materiali incoerenti; a condizione però, che tali sedimenti offrano garanzie di stabilità e di conservazione del pendio e della scarpata, per tempi adeguatamente lunghi e sufficienti alla posa ed all’installazione della tubazione. Inoltre, le condizioni ambientali non devono essere caratterizzate da effetti riflessi di rimaneggiamento dei sedimenti sul fondo, a causa del moto ondoso o delle correnti litoranee e/o di marea. In questi ultimi casi, così come nel caso di approdi su spiagge o su coste basse, sabbiose o limose, il pre-scavo può essere attuato mantenendo poi la trincea aperta per mezzo di barriere artificiali o palancole. I metodi di scavo contemporaneo alla posa della tubazione (co-trenching) rappresentano l’applicazione di tecniche comuni ad uno degli altri due metodi o ad ambedue, e il ricorso a operazioni di scavo in contemporaneità a quelle di posa della tubazione, dipende molto più da ragioni pratiche ed esecutive che da motivi ambientali.

Nei limitati casi in cui viene attuato, il co-trenching si effettua in terreni soffici, suscettibili a facile movimentazione con sistemi d’aspirazione o di separazione.

Infatti, anche sistemi di separazione del suolo rappresentati da un gigantesco aratro, Opportunamente montato su di un affusto e su delle ruote, proporzionate e dotate d’ampia superficie d’appoggio, sono stati utilizzati, con accertabili risultati, su fondali marini di facile modellabilità e incisione. In genere, tuttavia, si ricorre al pre-scavo sui suoli rocciosi o comunque compatti, e al post-scavo su fondali incoerenti e mobili, lasciando poi il compito del ricoprimento spontaneo ai fattori naturali, in acque abbastanza profonde, o ricorrendo ad un ricoprimento artificiale con ghiaiatore o scarico di pezzame roccioso nei tratti poco profondi, negli approdi costieri e in tutti i settori esposti ad una più energica azione del moto ondoso o della risacca.

Per l’attuazione dei tre fondamentali metodi di scavo (pre-trenching, co-trenching, post-trenching), diretti all’attività d’infossamento delle tubazioni, si fa ricorso a tecniche diverse, che possono venire raggruppate in quattro fondamentali famiglie:

- Tecniche di dragaggio: Comprendono principalmente tutte le tecniche di dragaggio e di raccolta dei materiali dal fondo con apparati per lo scavo meccanico (fresatura, sgretolamento e incisione della roccia o dei sedimenti più compatti - figura 1.44). In questa categoria sono anche compresi i sistemi d’aspirazione che risucchiano sedimenti e materiali incoerenti con tecniche diverse (pompe idrovore, sorbone, aspira fango).
- Tecniche d’impiego degli esplosivi: Rientrano in questa categoria, tutte le tecniche di distruzione e sgretolamento delle rocce del fondo per mezzo di sostanze esplosive, usate in vario modo (cariche cubiche, cariche in fornello, cariche cave, cariche lineari).
- Tecniche d’impiego dei getti d’acqua: Il ricorso a getti d’acqua sotto pressione (lancia idraulica figura 1.45) per disperdere, sconvolgere o comunque

– Tecniche d'aratura:

asportare i sedimenti plastici o incoerenti e fini dal fondo: argille, fanghi, limi, sabbie; ha trovato frequente applicazione, unitamente ad altre tecniche di aspirazione e, talvolta, come sistema unico.

Su fondali favorevoli dal punto di vista della profondità, delle caratteristiche dei sedimenti e della morfologia, è possibile fare ricorso a tecniche di vera e propria aratura, governate dalla superficie con il trascinarsi di un apparato di scavo meccanico, avente le caratteristiche di un vero e proprio aratro, che separa i sedimenti incidendoli alla profondità voluta; mentre un apposito affusto funge da telaio di guida per fare scorrere il vomere lungo la tubazione, senza arrecarle danno.



Figura 1.44 Macchina di scavo, con grosse frese e potenti pompe idrovore

Ad eccezione delle tecniche d'impiego degli esplosivi (blasting techniques), che devono essere limitate alle metodologie di pre-scavo per non porre in pericolo l'integrità della condotta, le tecniche di dragaggio (dredging techniques), quelle d'uso dei getti d'acqua sotto pressione (jetting techniques), e quelle di aratura (ploughing techniques), si prestano a essere utilizzate nell'esecuzione di lavori secondo le esigenze delle tre diverse metodologie applicative (pre-trenching, cotrenching, post-trenching), con variazioni e adeguamenti delle attrezzature, che devono naturalmente rispondere alle precise esigenze e alle specifiche finalità dei tre diversi metodi.

Le tecniche moderne prevedono l'utilizzo di macchine di scavo completamente controllate dalla superficie. Il funzionamento di queste macchine durante la progressione e l'esecuzione dello scavo, è totalmente telecomandato e controllato tramite un ombelicale costituito da un fascio di tubi flessibili, che fornisce l'alimentazione idraulica e pneumatica, e da cavi che collegano i comandi delle diverse funzioni e dei

sensori (pressioni, assetto, stabilità, avanzamento, contatto con la tubazione), installati sulla macchina stessa.



Figura 1.45 Ripresa subacquea dell'uso di una lancia idraulica

Il controllo della macchina, è mantenuto in superficie a bordo della nave appoggio, dove gli operatori intervengono su un pannello di comando. Spesso vengono utilizzate anche delle telecamere subacquee che però possono essere di poca utilità a causa della permanente nuvola torbida che circonda la macchina e la zona di lavoro.

Il sistema ad aratro è considerato il più efficiente per l'interramento dei cavi nei fondali oggetto del presente studio. Una lama anteriore scava il solco sul fondale per richiuderlo successivamente sopra il cavo che viene posato sul fondo del solco.

1.11.3 Costruzione delle infrastrutture elettriche onshore

A seguito delle disposizioni del Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale il punto finale di consegna dell'energia elettrica è stato individuato sulla linea a doppia terna a 220 kV "Favara-Chiaramonte Gulfi"; è stato scelto di utilizzare al massimo le infrastrutture esistenti nella scelta del percorso dell'elettrodotto interrato (interamente su viabilità esistente) e nella connessione alla rete elettrica nazionale.

1.11.4 Il piano di progetto previsto

L'attività di costruzione dell'impianto verrà avviata entro pochi mesi dall'ottenimento delle necessarie autorizzazioni. Ovviamente tale pianificazione è del tutto ipotetica, nel senso che è soggetta al processo di autorizzazione. Tuttavia le tempistiche sono sufficientemente indicative del tempo di costruzione dell'impianto.

In particolare in figura 1.46 si riporta una possibile ipotesi di piano di progetto, tale piano può subire modifiche o variazioni in funzione delle potenziali indicazioni che possono pervenire nel corso del percorso autorizzativi.

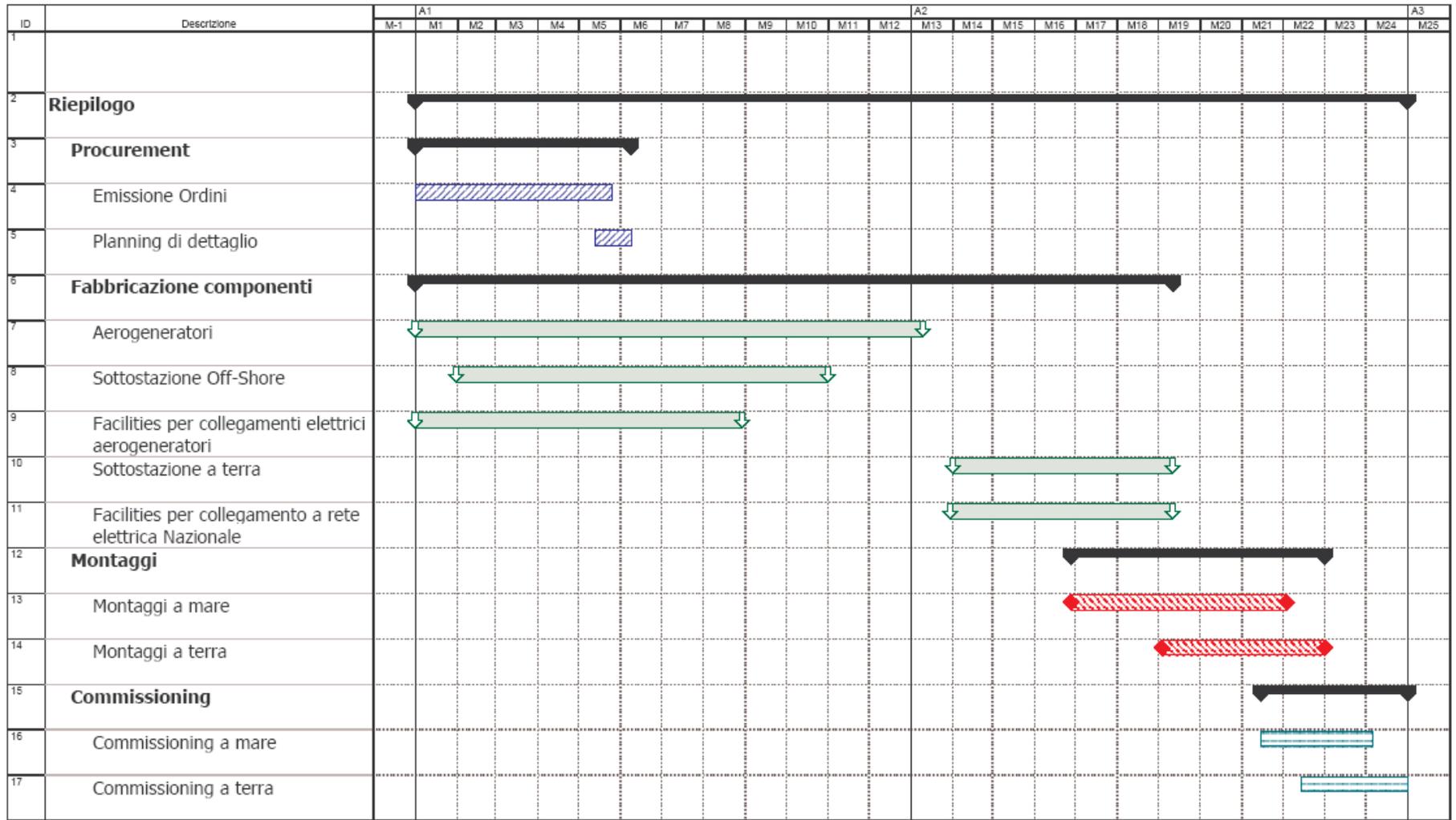


Figura 1.46 Ipotesi di piano di progetto

1.12 GESTIONE E MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO

Durante la fase di gestione dell'impianto non è prevista nessun tipo di emissioni dalle turbine. Ciascun meccanismo all'interno delle turbine sarà monitorato attraverso il sistema SCADA, che può essere visionato sia nelle turbine sia nell'area di manutenzione onshore.

Il sistema SCADA che sarà impiegato per il monitoraggio e controllo della Wind Farm richiede una rete di comunicazione tra i generatori eolici e la stazione a terra. La comunicazione avverrà tramite cavo a fibra ottica che sarà compreso nel cavo di potenza di collegamento tra i generatori e tra le sottostazioni offshore e terra. La scelta di realizzare una rete in fibra ottica permette di avere a disposizione un mezzo di comunicazione esente da disturbi, isolamento galvanico ed avere una banda larga di comunicazione anche per lunghe distanze.

Il sistema SCADA utilizzato in impianti eolici offshore, ha le stesse caratteristiche di un sistema che si utilizza per impianti a terra.

Il sistema SCADA è concettualmente separato dai generatori eolici e dai loro controllori a bordo macchina. Infatti nel caso avaria della comunicazione con il sistema SCADA, in ogni caso i generatori funzioneranno autonomamente e gestiti dal proprio sistema di controllo.

Dal sistema SCADA saranno visualizzati su pagine grafiche tutti i generatori eolici, lo stato di funzionamento, le anomalie, gli allarmi, lo stato di funzionamento delle sottostazioni, lo stato degli interruttori ecc.

Si prevede che ciascuna turbina venga servita (da un punto di vista dei cicli di manutenzione) due volte all'anno. In caso di problemi di funzionamento, il sistema SCADA allenterà l'operatore in remoto il quale programmerà una visita. Questo sistema è stato utilizzato con successo per il monitoraggio di:

- Temperatura dell'olio
- Pressione dell'olio
- Livello dell'olio
- Differenziali di pressione per il monitoraggio dei filtri
- Temperature dei cuscinetti

Il personale di manutenzione utilizzeranno dei battelli per raggiungere le turbine. All'interno delle navicelle sono installati dei paranchi/gru che hanno l'obiettivo di innalzare attrezzature pesanti fino al livello dell'hub. Sono previste zone di esclusione (500 m di raggio) durante le operazioni di manutenzione offshore.

1.13 ANALISI VISIVA

La posizione dell'area di sviluppo del sito eolico, posto a 2 miglia marine dalla costa e con un interesse di circa 450x800m tra un aerogeneratore e l'altro, mitiga notevolmente il disturbo visivo. Infatti la percezione di un palo di 5 metri di diametro a tale distanza in condizioni di ottima visibilità è molto limitata.

Si deve inoltre notare che raramente in mare si hanno condizioni di perfetta visibilità e che la zona più vicina al sito in esame, tra Gela e Licata, è priva di insediamenti abitativi di grandi dimensioni.

1.14 FOTOSIMULAZIONE DELL'IMPIANTO

Si è quindi fatta una analisi della vista dell'impianto da tre "viewpoint" posizionati sulla costa nei pressi dei centri abitati, ovvero, da Est verso Ovest, Scoglitti, Gela e Licata. Tale analisi è rappresentata tramite fotosimulazioni nei documenti progettuali.