

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale ex D. Lgs 152/2006

PROGETTO DEFINITIVO E STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

HUB ENERGETICO **AGNES ROMAGNA 1&2** UBICATO NEL TRATTO DI MARE ANTISTANTE LA COSTA EMILIANO-ROMAGNOLA E NEL COMUNE DI RAVENNA

Titolo:

RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE STRUTTURALE DELLE FONDAZIONI DELL'AEROGENERATORE

Codice identificativo:

AGNROM_EP-R_CAL-FOND-OWT

Proponente:



Agnes S.r.l.
P. IVA: 02637320397



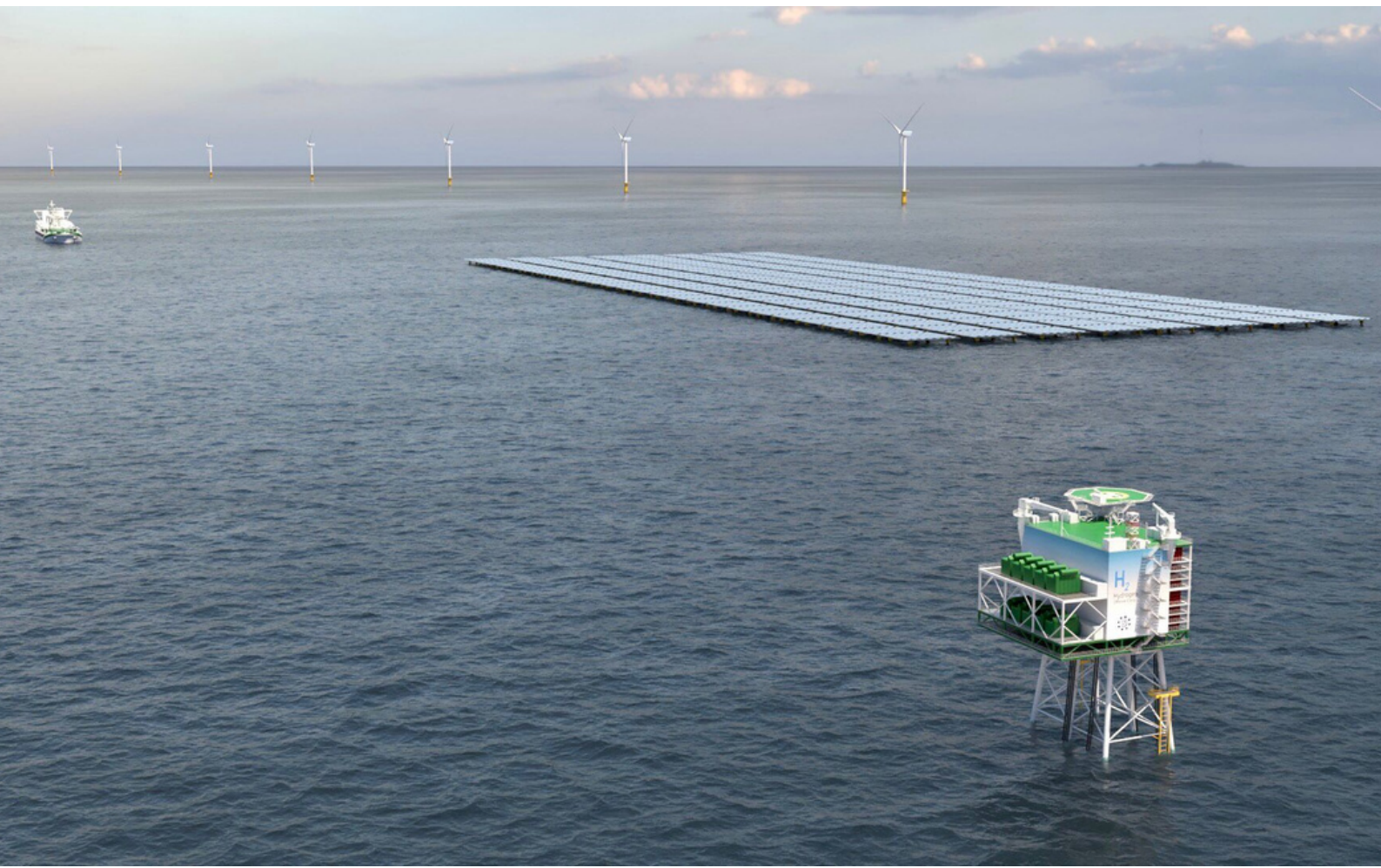
Autori del documento:



Rosetti Marino S.p.A.
P. IVA: 00082100397



Tecon S.r.l.
P. IVA: 06503230150



DETTAGLI DEL DOCUMENTO

Titolo documento	Relazione di calcolo preliminare strutturale delle fondazioni dell'aerogeneratore
Codice documento	AGNROM_EP-R_CAL-FOND-OWT
Titolo progetto	Hub energetico Agnes Romagna 1&2
Codice progetto	AGNROM
Data	26/01/2023
Versione	1.0
Autore/i	F. Ricci; J. Albagli
Tipologia elaborato	Relazione
Cartella	VIA_2
Sezione	Elaborati di progetto
Formato	A4

VERSIONI

1.0	00	F. Ricci; J. Albagli	A. Bernabini	AGNES	Emissione finale
Ver.	Rev.	Redazione	Controllo	Emissione	Commenti

FIRME DIGITALI



Agnes S.r.l.

Via Del Fringuello 28, 48124 Ravenna (IT)

Questo documento è di proprietà di Agnes S.r.l.
Qualunque riproduzione, anche parziale, è vietata senza la sua preventiva autorizzazione.
Ogni violazione sarà perseguita a termini di legge.



Sommario

1. INTRODUZIONE	6
1.1 SCOPO DEL DOCUMENTO.....	7
2. INQUADRAMENTO DELL'AREA DI PROGETTO.....	11
2.1 GEOGRAFIA E CARATTERISTICHE ESSENZIALI.....	11
2.1.1 AREA MARINA	11
2.1.2 AREA TERRESTRE.....	12
2.2 SEDIMENTI	14
2.3 GEOLOGIA.....	15
2.4 PROFILO BATIMETRICO.....	18
2.5 SISMICA	19
2.6 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	21
2.7 CONDIZIONI METEOMARINE TIPICHE ED ESTREME.....	22
2.7.1 ONDE.....	23
2.7.2 CORRENTE.....	23
2.7.3 VELOCITÀ VENTO.....	23
2.7.4 ACCRESCIMENTO MARINO.....	24
2.7.5 COEFFICIENTI IDRODINAMICI	24
3. CRITERI DI PROGETTAZIONE	25
3.1 NORME DI RIFERIMENTO.....	25
3.2 NORME E STANDARD PER LA PROTEZIONE ALLA CORROSIONE	26
3.3 CARATTERISTICHE AEROGENERATORE	26
3.4 MATERIALI	28
3.4.1 PROTEZIONE ALLA CORROSIONE	28
3.5 CRITERI DI PROGETTO	29
3.6 DATI GEOTECNICI.....	29
3.7 TIPOLOGIE DI FONDAZIONE	30
4. PROCEDURA DI CALCOLO	31
4.1 ANALISI STATICA IN SERVIZIO	32
4.2 ANALISI DINAMICA.....	41
5. CALCOLO CAPACITÀ ASSIALE DEI PALI DI FONDAZIONE	42
5.1 GEOMETRIA DEI PALI DI FONDAZIONE.....	42
5.2 DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA ASSIALE DEI PALI	42
5.2.1 GEOMETRIA DI PALO N. 1 (TRIPODE/JACKET).....	42
5.2.2 GEOMETRIA DI PALO N. 2 (MONOPALO).....	45
6. CURVE DI INTERAZIONE PALO-TERRENO.....	48
6.1 COMPORTAMENTO ASSIALE - CURVE T-Z E Q-Z.....	48
6.2 COMPORTAMENTO A CARICHI ORIZZONTALI - CURVE P-Y.....	48
6.2.1 CONSIDERAZIONI IN MERITO AI PALI DI GRANDE DIAMETRO	48



7.	RISULTATI ANALISI.....	50
7.1	MONOPALO.....	50
7.1.1	ANALISI STATICA IN SERVIZIO.....	51
7.1.1	ANALISI DINAMICA.....	54
7.1.1	CONCLUSIONI.....	57
7.2	JACKET A TRE GAMBE.....	58
7.2.1	ANALISI STATICA IN SERVIZIO.....	59
7.2.2	ANALISI DINAMICA.....	62
7.2.1	CONCLUSIONI.....	65
7.3	PALI INCLINATI CON SOVRASTRUTTURA IN CALCESTRUZZO.....	66
7.3.1	ANALISI STATICA IN SERVIZIO.....	67
7.3.2	ANALISI DINAMICA.....	70
7.3.3	CONCLUSIONI.....	73



Indice delle figure

FIGURA 1.1: DISEGNI STRUTTURALI DELLE FONDAZIONI – MONOPALO.....	8
FIGURA 1.2: DISEGNI STRUTTURALI DELLE FONDAZIONI – JACKET CON TRE PALI	9
FIGURA 1.3: DISEGNI STRUTTURALI DELLE FONDAZIONI – PALI VERTICALI E MODULO DI RACCORDO IN CALCESTRUZZO	10
FIGURA 2.1: POSIZIONE DEGLI SPECCHI ACQUEI DI ROMAGNA 1 E ROMAGNA 2	12
FIGURA 2.2: POSIZIONAMENTO DELLE OPERE A TERRA.....	13
FIGURA 2.3: STRALCIO DELLA CARTA SEDIMENTOLOGICA DELL'ALTO ADRIATICO CON INDICAZIONE SCHEMATICA DELL'AREA DI PROGETTO	15
FIGURA 2.4: CARTA GEOLOGICA CON L'UBICAZIONE DEI DEPOSITI SABBIOSI ANTISTANTI LA COSTA DELLA REGIONE EMILIA-ROMAGNA (EMILIA-ROMAGNA, 2021) – LE AREE TRATTEGGIATE IN AZZURRO SONO INDICATIVAMENTE LE AREE DI INTERESSE DEI CAMPI EOLICI ROMAGNA 1 E ROMAGNA 2.....	16
FIGURA 2.5: EVOLUZIONE DEL BACINO ADRIATICO NEGLI ULTIMI 18000 ANNI (REGIONE EMILIA-ROMAGNA, 2021).....	18
FIGURA 2.6: CARTA BATIMETRICA (DTM) IN FORMATO GEOTIFF DELL'AREA DI INDAGINE	19
FIGURA 2.7: ZONE SISMOGENETICHE RICADENTI IN UN RAGGIO DI CIRCA 200KM DALL'AREA DI PROGETTO.....	20
FIGURA 2.8: POSIZIONI DELLE FAGLIE CAPACI (PROGETTO ITHACA – ISPRA) RISPETTO ALL'AREA DI PROGETTO	21
FIGURA 4.1: DESCRIZIONE MODULI STRUTTURALI SACS	31
FIGURA 4.3: - CARICHI VERTICALI SULLA NAVICELLA	32
FIGURA 4.4: CARICHI ORIZZONTALI IN X E Y SULLA NAVICELLA.....	34
FIGURA 5.1: RESISTENZE ASSIALI ULTIME (NON FATTORIZZATE) - PALO DIAMETRO 2590.8MM (102'') – PROFILO "SOFT"	43
FIGURA 5.2: RESISTENZE ASSIALI ULTIME (NON FATTORIZZATE) - PALO DIAMETRO 2590.8MM (102'') – PROFILO "STIFF"	44
FIGURA 5.3: RESISTENZE ASSIALI ULTIME (NON FATTORIZZATE) - PALO DIAMETRO 10000 MM – PROFILO "SOFT"	46
FIGURA 5.4: RESISTENZE ASSIALI ULTIME (NON FATTORIZZATE) - PALO DIAMETRO 10000MM – PROFILO "STIFF".....	47
FIGURA 7.1: MONOPALO – MODELLO SACS 3D	50
FIGURA 7.2: MONOPALO – TERRENO SOFT – MASSIMI UC	51
FIGURA 7.3: MONOPALO – TERRENO STIFF – MASSIMI UC	52
FIGURA 7.4: MONOPALO - DIAGRAMMA MOMENTO E SPOSTAMENTI	53
FIGURA 7.5: MONOPALO - PRIMO PERIODO – TERRENO SOFT	55
FIGURA 7.6: MONOPALO - PRIMO PERIODO – TERRENO STIFF	56
FIGURA 7.7: JACKET TRE PALI – MODELLO SACS 3D	58
FIGURA 7.8: JACKET – TERRENO SOFT – MASSIMI UC	59
FIGURA 7.9: JACKET – TERRENO STIFF – MASSIMI UC	60
FIGURA 7.10: JACKET - DIAGRAMMA MOMENTO E SPOSTAMENTI	61
FIGURA 7.11: JACKET -PRIMO PERIODO – TERRENO SOFT	63
FIGURA 7.12: JACKET -PRIMO PERIODO – TERRENO STIFF.....	64
FIGURA 7.13: PALI INCLINATI – MODELLO SACS 3D	66
FIGURA 7.14: PALI INCLINATI – TERRENO SOFT – MASSIMI UC	67
FIGURA 7.15: PALI INCLINATI – TERRENO STIFF – MASSIMI UC	68
FIGURA 7.16: PALI INCLINATI - DIAGRAMMA MOMENTO E SPOSTAMENTI.....	69
FIGURA 7.17: PALI INCLINATI - PRIMO PERIODO – TERRENO SOFT	71
FIGURA 7.18: PALI INCLINATI - PRIMO PERIODO – TERRENO STIFF	72



Indice delle tabelle

TABELLA 2.1: PARAMETRI SISMICI E MAGNITUDO MASSIME DEFINITE DALLA RELAZIONE DI GUTENBERG & RICHTER ASSOCIATE ALLE ZS COLLOCATE IN UN RAGGIO DI CIRCA 200KM DALL'AREA DI PROGETTO	20
TABELLA 2.2: PROFILO STRATIGRAFICO DI PROGETTO "SOFT" PER IL PROGETTO AGNES ROMAGNA.....	22
TABELLA 2.3: PROFILO STRATIGRAFICO DI PROGETTO "STIFF" PER IL PROGETTO AGNES ROMAGNA.....	22
TABELLA 2.4: ALTEZZA E PERIODO ONDE	23
TABELLA 2.5: VELOCITÀ CORRENTE	23
TABELLA 2.6: VELOCITÀ VENTO	24
TABELLA 3.1: CARATTERISTICHE TECNICHE AEROGENERATORE DI PROGETTO	26
TABELLA 3.2: TABELLA DELLE SOLLECITAZIONI AGENTI MASSIME SUL BASAMENTO TORRE DERIVANTI DAI CARICHI VENTO	27
TABELLA 3.3: TABELLA DEI PESI	27
TABELLA 3.4: PERIODO NATURALE DI FREQUENZA	28
TABELLA 3.5: CARATTERISTICHE MECCANICHE ACCIAIO STRUTTURALE	28
TABELLA 3.6: FATTORI DI RESISTENZA	29
TABELLA 4.1: COMBINAZIONI 1 - 100Y WAVE 100Y WIND 10Y CURRENT	35
TABELLA 4.2: COMBINAZIONI 2 - 10Y WAVE 10Y WIND 100Y CURRENT	36
TABELLA 4.3: COMBINAZIONI 3 - 100Y WAVE 100Y WIND 10Y CURRENT	37
TABELLA 4.4: COMBINAZIONI 4 - 10Y WAVE 10Y WIND 100Y CURRENT	38
TABELLA 4.5: COMBINAZIONI 5 - 100Y WAVE 100Y WIND 10Y CURRENT	39
TABELLA 4.6: COMBINAZIONI 6 - 10Y WAVE 10Y WIND 100Y CURRENT	40
TABELLA 7.1: MONOPALO UC MASSIMI	51
TABELLA 7.2: MONOPALO - AZIONI TESTA PALO	53
TABELLA 7.3: MONOPALO - ANALISI DINAMICA - MASSE	54
TABELLA 7.4: JACKET TRE PALI UC MASSIMI.....	59
TABELLA 7.5: JACKET - AZIONI TESTA PALO	61
TABELLA 7.6: JACKET - ANALISI DINAMICA - MASSE	62
TABELLA 7.7: PALI INCLINATI- UC MASSIMI	67
TABELLA 7.8: PALI INCLINATI - AZIONI TESTA PALO	69
TABELLA 7.9: PALI INCLINATI - ANALISI DINAMICA - MASSE.....	70



La consultazione di questo elaborato è riservata ai soli enti autorizzati.