

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 SULLA FILOSOFIA DI SICUREZZA DELL'HUB ENERGETICO E RELATIVE PRESCRIZIONI

Codice identificativo:

AGNROM_EP-R_REL-SICUREZZA

Proponente:



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



Autori del documento:



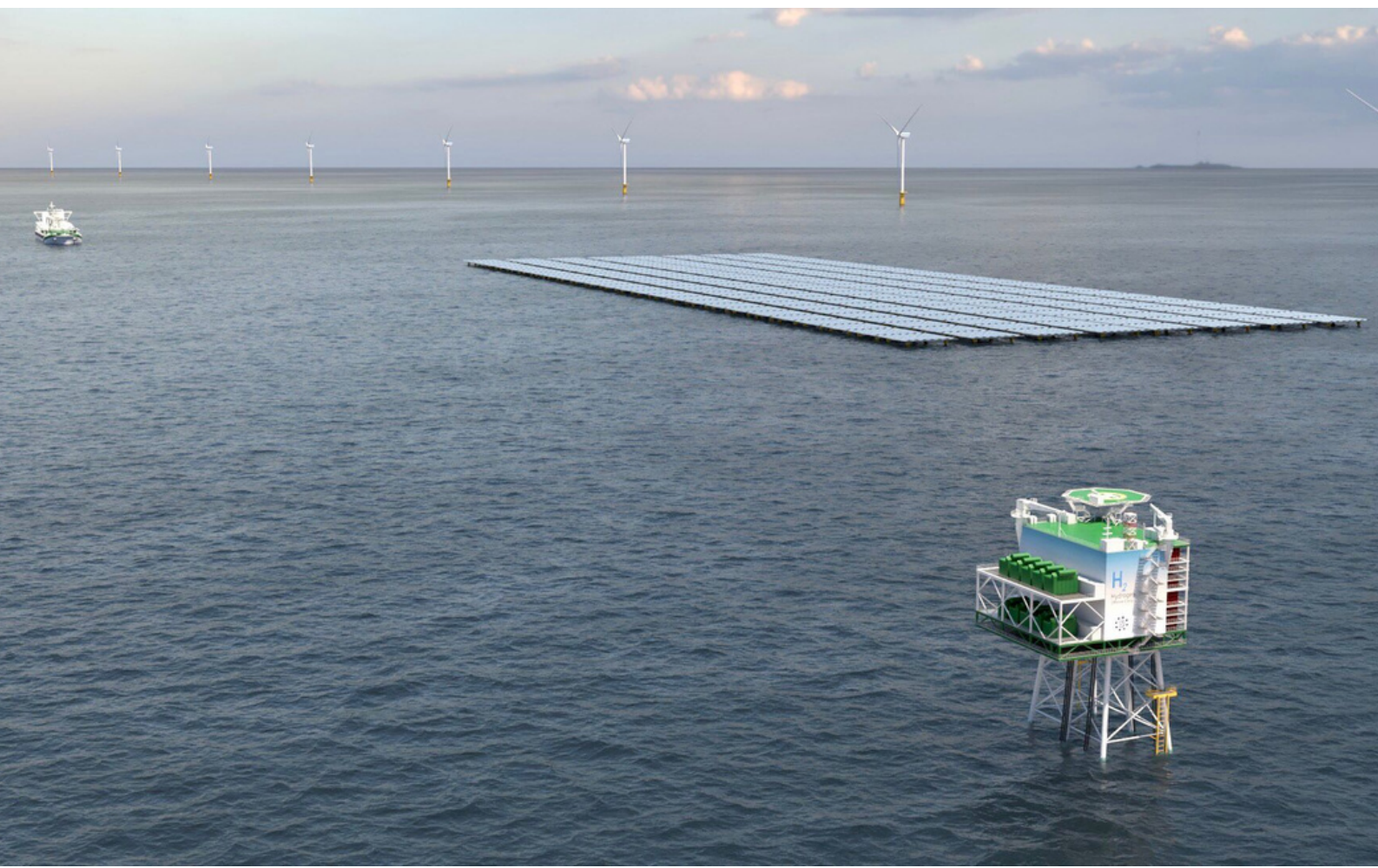
Qint'x S.r.l.
P. IVA: 01445520396



CESI S.p.A.
P. IVA: 00793580150



Techfem S.r.l.
P. IVA: 01046640411



DETTAGLI DEL DOCUMENTO

Titolo documento	Relazione sulla filosofia di sicurezza dell'hub energetico e relative prescrizioni
Codice documento	AGNROM_EP-R_REL-SICUREZZA
Titolo progetto	Hub energetico Agnes Romagna 1&2
Codice progetto	AGNROM
Data	04/02/2023
Versione	1.0
Autore/i	D. Negri; F. De Santis; E. Cangini; N. Lontani; G. L. Vaglio
Tipologia elaborato	Relazione
Cartella	VIA_2
Sezione	Elaborati di progetto
Formato	A4

VERSIONI

1.0	00	QINT'X; TECHFEM; CESI	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	4
1.1 SCOPO E STRUTTURA DEL DOCUMENTO	5
1.2 GRUPPO DI LAVORO PER LA PROGETTAZIONE DELLA SICUREZZA E PER LA REDAZIONE DEL DOCUMENTO	6
2. DISTANZE DI SICUREZZA E AREE D'INTERDIZIONE PROPOSTE PER GLI IMPIANTI A MARE	7
2.1 METODOLOGIA UTILIZZATA PER L'ANALISI	7
2.2 DISTANZE DI SICUREZZA.....	8
2.2.1 ORDINAMENTO DELLO STATO ITALIANO	8
2.2.2 CASI DI STUDIO A LIVELLO EUROPEO	10
2.2.3 PROPOSTA DELLE DISTANZE DI SICUREZZA	12
2.3 AREE DI INTERDIZIONE	15
2.3.1 REGOLAMENTO PER LE AREE DI INTERDIZIONE.....	17
2.3.2 RACCOMANDAZIONI PER LA SICUREZZA	17
2.3.3 OTHER EFFECTIVE AREA-BASED CONSERVATION MEASURES NELLE AREE DI INTERDIZIONE	18
2.4 EVENTUALI USI CONSENTITI ALL'INTERNO DELLE AREE D'IMPIANTO	19
3. PRESCRIZIONI PRELIMINARI SULLA SICUREZZA NEI LUOGHI DI LAVORO	22
3.1 ANALISI E VALUTAZIONE DEI RISCHI.....	22
3.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	23
3.3 RISCHI E PRESCRIZIONI RELATIVI ALLE ATTIVITÀ A TERRA	24
3.3.1 ALLESTIMENTO DEI CANTIERI	25
3.3.2 VIE DI ACCESSO E VIE DI USCITA	26
3.3.3 USO DI GAS	27
3.3.4 DEPOSITO CARICHI E USO DEI MACCHINARI.....	27
3.3.5 ELETTROCUZIONE.....	28
3.3.6 TRANSITO DEI MEZZI PESANTI E GESTIONE DEL TRAFFICO	28
3.3.7 LOCALI E SERVIZI IGIENICI	29
3.3.8 CARTELLONISTICA E SEGNALETICA	30
3.4 RISCHI E PRESCRIZIONI RELATIVI ALLE ATTIVITÀ A MARE.....	31
3.4.1 CADUTA DI PERSONE IN MARE	32
3.4.2 MOVIMENTO DI ROLLIO E BECCHEGGIO DELLA NAVE.....	33
3.4.3 NECESSITÀ DI ABBANDONO NAVE.....	33
3.4.4 ESECUZIONE DEI PIANI DI EMERGENZA PER OPERAZIONI DI EMERGENZA/SOCCORSO/ANTINCENDIO IN OFFSHORE (SULL'IMBARCAZIONE)	33
3.4.5 ATTIVITÀ SUBACQUEE	34
3.4.6 CASO DI INCENDIO.....	34
3.4.7 APPARECCHI DI SOLLEVAMENTO E MOVIMENTAZIONE DEI CARICHI	35
3.4.8 CARATTERISTICHE STRUTTURALI DELLE NAVI E DELLE ATTREZZATURE DI LAVORO/SERVIZIO FISSE E MOBILI	36
3.4.9 STRESS DI LAVORO CORRELATO.....	37
3.4.10 ESPOSIZIONE A SITUAZIONI DI MICROCLIMA AVVERSO	37
3.4.11 FONTI DI RUMORE E VIBRAZIONI	38
4. MISURE PER LA PREVENZIONE DI INCENDI.....	40
4.1 CAVI ELETTRICI TERRESTRI.....	42
4.2 SOTTOSTAZIONE ELETTRICA TERRESTRE	44



4.2.1	ATTIVITÀ E CATEGORIE SOGGETTE AI CONTROLLI DI PREVENZIONE INCENDI	45
4.2.2	CLASSIFICAZIONE DELLE INSTALLAZIONI DI MACCHINE ELETTRICHE.....	46
4.2.3	INDICAZIONI RELATIVE ALLA SICUREZZA ANTINCENDIO PER LE MACCHINE ELETTRICHE	46
4.2.4	INDICAZIONI RELATIVE ALLA SICUREZZA ANTINCENDIO PER IL GRUPPO ELETTROGENO DI EMERGENZA	49
4.2.5	MEZZI ED IMPIANTI DI PROTEZIONE ATTIVA	49
4.3	IMPIANTO DI PRODUZIONE, COMPRESSIONE E STOCCAGGIO DI IDROGENO	51
4.3.1	DISTANZE DI SICUREZZA	52
4.3.2	CLASSIFICAZIONE AREE PERICOLOSE.....	54
4.3.3	SISTEMA DI RILEVAZIONE INCENDIO E GAS (F&G).....	55
4.3.4	SISTEMA DI PROTEZIONE PASSIVA AL FUOCO	58
4.3.5	SISTEMA DI PROTEZIONE ATTIVA AL FUOCO.	58
4.3.6	SEGNALETICA DI SICUREZZA E VIE DI ESODO	59
4.3.7	VALUTAZIONI SULLA SICUREZZA DELL'IMPIANTO AD IDROGENO.....	59
4.3.8	PROSSIMI ADEMPIMENTI NORMATIVI RELATIVI ALL'IMPIANTO DI IDROGENO	68
4.4	IMPIANTO DI ACCUMULO DI ENERGIA ELETTRICA BESS.....	68
4.4.1	SINTESI DEI DISPOSITIVI DI SICUREZZA.....	69
4.4.2	SITUAZIONE DI INCENDIO	72
4.4.3	RADIAZIONE TERMICA	73
4.5	CONTROLLO OPERATIVO DEI RISCHI	74
5.	SICUREZZA DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE IDROGENO VERDE	81
5.1	SICUREZZA DI PROCESSO.....	81
5.2	ANALISI DI SICUREZZA DI PROCESSO: HAZOP E LOPA	82
6.	SICUREZZA DEL TRAFFICO MARITTIMO ED AEREO	83
6.1	TRAFFICO AEREO.....	83
6.1.1	SEGNALAZIONE ED ILLUMINAZIONE DEGLI OSTACOLI PROPOSTA	85
6.2	TRAFFICO MARITTIMO.....	87
6.2.1	VALUTAZIONE DEI RISCHI DELLA NAVIGAZIONE MARITTIMA	89
7.	VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI SOTTERRAMENTO DEI CAVI	91
7.1	SCOPO E METODOLOGIA DELLO STUDIO	91
7.2	SINTESI DEI RISULTATI	92



INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 1: SOVRAPPOSIZIONE DEL LAYOUT PROGETTUALE CON SCHEMA DI SEPARAZIONE DEL TRAFFICO DI RAVENNA. LE AREE 1, 2 E "DA EVITARE" SONO INDICATE RISPETTIVAMENTE IN GIALLO E ROSSO	9
FIGURA 2: STRALCIO DEL CODE OF CONDUCT FOR SAFE PASSAGE THROUGH WIND FARMS DEL MINISTERO OLANDESE DELLE INFRASTRUTTURE	11
FIGURA 3: INDICAZIONE DELLE DISTANZE DI SICUREZZA INDIVIDUATE DALL'ANALISI PER GLI ELEMENTI DI PROGETTO NELLA PORZIONE DEL PARCO ROMAGNA 1	14
FIGURA 4: AREE DI INTERDIZIONE PROPOSTE DA AGNES PER LE OPERE A MARE DEL PROGETTO	16
FIGURA 5: MANICOTTO IDRICO E RELATIVO COLLEGAMENTO	71
FIGURA 6: SISTEMA DI DRENAGGIO DEL CONTAINER	71
FIGURA 7: INTERRUTTORE GENERALE ESTERNO	72
FIGURA 8: STRALCIO DELLA MAPPA ENAV PER IL TRAFFICO AEREO PROCEDURA DI VALUTAZIONE DI OSTACOLI E PERICOLI PER LA NAVIGAZIONE AEREA	84
FIGURA 9: CARTA NAUTICA RAFFIGURANTE IL NUOVO TSS DI RAVENNA	88
FIGURA 10: INTERAZIONI TRA TSS E LAYOUT PROGETTUALE	89

INDICE DELLE TABELLE

TABELLA 1: DISTANZE DI SICUREZZA STABILITE DA ALTRI PAESI EUROPEI PER IMPIANTI EOLICI OFFSHORE	12
TABELLA 2: PROPOSTA DI DISTANZE DI SICUREZZA DEL PROGETTO AGNES ROMAGNA 1&2	13
TABELLA 3: PROPOSTA DI EVENTUALI USI CONSENTITI ALL'INTERNO DELLE AREE DI INTERDIZIONE	21
TABELLA 4: VERIFICHE DISTANZE DI SICUREZZA PREVENZIONE INCENDI PER CAVIDOTTI INTERRATI A 220kV E 380kV	43
TABELLA 4.5: ATTIVITÀ SOGGETTE AI CONTROLLI DI PREVENZIONE INCENDI. MACCHINE ELETTRICHE	45
TABELLA 4.6: ATTIVITÀ SOGGETTE AI CONTROLLI DI PREVENZIONE INCENDI. GRUPPI PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA SUSSIDIARIA	45
TABELLA 4.7: ATTIVITÀ SOGGETTE AI CONTROLLI DI PREVENZIONE INCENDI. DEPOSITI DI LIQUIDI INFIAMMABILI	45
TABELLA 4.8: CLASSIFICAZIONI DELLE INSTALLAZIONI DI MACCHINE ELETTRICHE FISSE (RIF. DM 15/07/2014)	46
TABELLA 4.9: DISTANZE DI SICUREZZA INTERNA (RIF. DM 15/07/2014)	47
TABELLA 4.10: DISTANZE DI SICUREZZA ESTERNA (RIF. DM 15/07/2014)	47
TABELLA 4.11: DISTANZE DI PROTEZIONE (RIF. DM 15/07/2014)	47
TABELLA 4.12: REQUISITI MINIMI DI PROTEZIONE ANTINCENDIO PER TRASFORMATORI IN IMPIANTI ALL'INTERNO (RIF. DM 15/07/2014)	48
TABELLA 4.13: DISTANZE DI SICUREZZA TRA GRUPPO ELETTROGENO E SERBATOIO DI DEPOSITO (RIF. DM 13/07/2011)	49
TABELLA 14: DISTANZE DI SICUREZZA – ELEMENTI PERICOLOSI DELL'IMPIANTO (RIF. DM 23 OTTOBRE 2018)	53
TABELLA 15: DISTANZE DI SICUREZZA – UNITÀ DI EROGAZIONE (RIF. DM 23 OTTOBRE 2018)	53
TABELLA 16: UNI 10779:2021- DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI RETI ORDINARIE	63
TABELLA 17: UNI 10779:2021-DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI RETI ALL'APERTO.	64
TABELLA 18: PROTEZIONE CONTRO L'IRRAGGIAMENTO – CRITERI DI PROGETTAZIONE (RIF. UNI CEN TS 14816)	65
TABELLA 19: CRITERI DI PROGETTAZIONE IMPIANTI SPRINKLER PER DIVERSE CATEGORIE DI PERICOLO (RIF. FM GLOBAL "FIRE PROTECTION FOR NONSTORAGE OCCUPANCIES")	65
TABELLA 20: DETERMINAZIONE FABBISOGNO IDRICO AREA IDROGENO	66
TABELLA 21: DETERMINAZIONE FABBISOGNO IDRICO BAIA DI CARICO E STAZIONE HRS	66
TABELLA 22: PROCEDURE ANTINCENDIO: A) CASO 1 - IL SISTEMA DI ESTINZIONE PRIMARIO FSS HA SPENTO L'INCENDIO: ALLARME VISIVO E SONORO ATTIVI FUORI DAL CONTAINER	75
TABELLA 23: PROCEDURE ANTINCENDIO: B) CASO 2 - IL SISTEMA DI ESTINZIONE PRIMARIO FSS NON HA SPENTO L'INCENDIO: FUMO/ ALTA TEMPERATURA DEL CONTAINER, ALLARME VISIVO E SONORO ATTIVI FUORI DAL CONTAINER	78



1. INTRODUZIONE

Il Progetto Romagna 1&2 è relativo alla installazione e messa in esercizio di un hub energetico localizzato in parte nel tratto di mare antistante la costa emiliano-romagnola e in parte nell'area del Comune di Ravenna. Agnes S.r.l. è la società ideatrice e proponente del Progetto, con sede a Ravenna (RA).

L'hub presenta caratteristiche altamente innovative, in primis l'integrazione di impianti a mare di produzione di energia da fonte solare ed eolica, la cui elettricità viene trasmessa a terra per tre diverse finalità tra loro non mutualmente esclusive:

1. immissione nella Rete di Trasmissione Nazionale;
2. stoccaggio in sistemi di immagazzinamento con batterie agli ioni di litio;
3. produzione di idrogeno verde per mezzo del processo di elettrolisi.

Agnes S.r.l., nell'espletamento dei servizi sopra indicati, intende perseguire i seguenti obiettivi generali:

- assicurare che il servizio sia erogato con carattere di sicurezza, affidabilità e continuità nel breve, medio e lungo periodo, nel rispetto degli atti di indirizzo emanati dal Ministero e delle direttive impartite dall'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas;
- concorrere a promuovere, nell'ambito delle sue competenze e responsabilità, la tutela dell'ambiente e la sicurezza degli impianti.

Le opere del Progetto sono nello specifico:

- un impianto eolico off-shore composto da 25 aerogeneratori da 8 MWp cadauno, per una capacità complessiva di 200 MWp ("Romagna 1");
- un impianto eolico off-shore composto da 50 aerogeneratori da 8 MWp cadauno, per una capacità complessiva di 400 MWp ("Romagna 2");
- un impianto fotovoltaico da 100 MWp di tipologia galleggiante;

ed opere di connessione costituite da:

- due stazioni elettriche di trasformazione 66/220 kV off-shore;
- una stazione elettrica di trasformazione 380/220/30/0,4 kV on-shore (SSE Agnes Ravenna Porto) con opere connesse tra cui un impianto di accumulo di energia da 50 MWp / 200 MWh ed un impianto di produzione idrogeno per mezzo di elettrolizzatori;
- elettrodotti marini di inter-array da 66 kV ed export da 220kV, una buca giunti terra-mare per cavi export da 220 kV, cavi export terrestri a 220 kV per la trasmissione dell'energia generata dagli impianti eolici e fotovoltaico alla SSE Agnes Ravenna Porto e da questa, mediante cavi export terrestri a 380 kV alla Stazione Elettrica Terna "La Canala", individuata come punto di connessione alla RTN.

La società proponente ha iniziato a svolgere analisi di fattibilità tecnico-economiche dal 2017 e da allora sono stati compiuti notevoli sforzi di progettazione per gestire le complessità dettate dalle innovazioni



tecnologiche proprie degli impianti e maturare le scelte tecniche in base alle esigenze e gli input degli stakeholder.

Nel gennaio del 2021 Agnes ha avviato ufficialmente l'iter di autorizzazione del Progetto, ai sensi dell'art. 12 del D.lgs 387/2003 e secondo quanto disposto dalla circolare n. 40/2012 del MIT (ora MIMS). È stata superata con esito positivo la prima fase del complesso iter, ovvero l'istruttoria di Concessione Demaniale Marittima ai sensi dell'art. 36 del Codice Della Navigazione, in cui hanno espresso parere circa 30 enti, nessuno dei quali è risultato negativo o ostativo.

La società ha quindi proceduto con l'avanzamento dell'istanza di Valutazione di Impatto Ambientale (D. Lgs 152/2006), basata sullo Studio d'Impatto Ambientale e del Progetto con livello di approfondimento Definitivo, dei quali questo documento risulta parte.

1.1 Scopo e struttura del documento

L'obiettivo della presente relazione è quello di descrivere la **filosofia generale di sicurezza per l'hub energetico all'attuale stadio di progettazione**, illustrando, caso per caso, i criteri e gli approcci adottati durante il design delle specifiche componenti dell'hub energetico per garantire che le misure di sicurezza occorrenti siano rispettate sia in fase di costruzione che di esercizio, in base alle normative vigenti.

Il documento, quindi, è stato concepito per consentire al lettore di consultare in un unico elaborato tutti i principali criteri di progettazione dell'hub energetico relativi alla sicurezza, sia degli impianti che di cose o persone.

Essendo il documento per sua natura multidisciplinare ed eterogeneo, è bene indicare in partenza la sua struttura al fine orientare meglio i lettori:

- Nel capitolo 2, si illustra la definizione di **un'area d'interdizione** per gli impianti a mare con indicazione delle distanze di sicurezza, in coerenza con quanto richiesto dal MASE;
- Nel capitolo 3, si trattano le prescrizioni preliminari sulla **sicurezza nei luoghi di lavoro**, sia in fase di cantiere che di esercizio, per le opere a mare e a terra;
- Nel capitolo 4, si discutono le misure previste nell'attuale fase di progettazione per **la prevenzione di incendi**;
- Nel capitolo 5, si illustrano le principali misure di sicurezza per l'impianto di idrogeno in Progetto.
- Nel capitolo 6, si discutono le misure di mitigazione adottate e da adottare per gli **ostacoli e i pericoli alla navigazione, sia aerea che marittima**;

Nel capitolo 7, si sintetizza la **valutazione del rischio di sotterramento dei cavi**, con indicazione della Target Depth of Lowering (TDL) e Depth of Burial (DoB). Si rimanda inoltre all'elaborato AGNROM_SIA-R_REL-RISCHI-INCIDENTI "Analisi dei rischi HSE" ed al relativo ALLEGATO 1 per la visione di dettaglio dell'analisi dei rischi effettuata e della relativa Matrice di Rischio comprensiva delle azioni di mitigazione volte a rimanere entro la zona di piena accettabilità del rischio.



1.2 Gruppo di Lavoro per la progettazione della sicurezza e per la redazione del documento

Nell'attuale fase, la sicurezza relativa all'hub energetico, dati la sua natura multidisciplinare e i differenti aspetti tenuti in considerazione, è stata progettata grazie contributo di diversi professionisti e società. Di seguito si sintetizzano le principali fonti dei contributi contenuti nel presente documento.

Qint'x S.r.l., società di ingegneria specializzata nella progettazione di impianti di energia rinnovabile, nonché alla loro installazione e manutenzione, si è occupata dei seguenti aspetti:

- definizione delle distanze di sicurezza e aree di interdizione nel capitolo 2
- indicazioni e prescrizioni preliminari per la sicurezza nei luoghi di lavoro nel comparto marino nel capitolo 3
- definizione delle misure di sicurezza per l'impianto di idrogeno nel capitolo 5
- analisi dei rischi del traffico e navigazione aerei nel capitolo 6.1

Techfem S.p.A. e CESI S.p.A., attraverso una associazione temporanea di imprese, e in qualità di società attive nel campo dell'ingegneria in ambito energetico, hanno redatto le seguenti parti:

- indicazioni e prescrizioni preliminari per la sicurezza nei luoghi di lavoro nel comparto terrestre nel capitolo 3
- progettazione delle misure antincendio per i cavi elettrici e la sottostazione elettrica di trasformazione nel comparto terrestre

Techfem S.p.A., inoltre e singolarmente, si è occupata della progettazione delle misure antincendio nel paragrafo 4.3.

4C Offshore Ltd., società del Regno Unito con grande esperienza in ambito geotecnico e di progettazione di infrastrutture di connessione offshore, si è occupata del risk assessment per il sotterramento dei cavi elettrici marini, tramite redazione apposita del cosiddetto Cabel Burial Risk Assessment (disponibile tra la documentazione progettuale con codice AGNROM_EP-R_CBRA).

Golder Associates S.r.l. (Gruppo WSP) e Aqua Engineering S.r.l., società specializzate nell'ingegneria in ambito ambientale, si sono occupate della valutazione dei rischi legati alla navigazione marittima, tramite redazione apposita del cosiddetto Navigation Risk Assessment (disponibile tra la documentazione progettuale con codice AGNROM_SIA-R_NRA).



2. DISTANZE DI SICUREZZA E AREE D'INTERDIZIONE PROPOSTE PER GLI IMPIANTI A MARE

Nel corso del 2022, il MASE ha svolto un round di consultazione pubblica con le società proponenti di progetti di impianti eolici offshore che hanno manifestato interesse a tale iniziativa. Nell'ambito del round di consultazione, il MASE ha pubblicato un documento elencante una serie di criteri per diminuire gli impatti legati agli impianti eolici.

Uno di questi criteri riguarda la creazione di **un'area di interdizione relativa agli impianti, che deve essere interdetta alla navigazione e a ogni altra attività e di esclusivo accesso del concessionario** (fatta eccezione per organismi o attività ministeriali di controllo). Nel dettaglio, il MASE ha espresso la necessità di un'area interna ai parchi eolici e di una zona di salvaguardia esterna al perimetro che divengano tutelate dal prelievo di risorse, dalla pesca e da altre attività antropiche (Other Effective Conservation Measures) e di indicare le misure di controllo e protezione dell'area in fase di esercizio.

In questa sezione si espongono le aree di interdizione attorno agli impianti a mare previsti dal Progetto, insieme ai criteri di definizione di esse. Inoltre, si suggeriscono potenziali usi consentiti all'interno dei parchi Romagna 1 e 2, adottabili a discrezione delle Autorità.

Le opere destinate all'installazione in zone marine, anche definite come "elementi", per i quali si è elaborata l'area relativa di interdizione, sono le seguenti:

- n. 75 aerogeneratori con fondazioni fisse;
- n. 13 strutture esagonali galleggianti costituenti l'impianto fotovoltaico galleggiante;
- n. 2 sottostazioni elettriche di trasformazione con fondazioni fisse;
- 156 km di cavi array da 66 kV e 61 km di cavi export da 220 kV.

Inoltre, in questa sezione non si valuterà il rischio della navigazione marittima a progetto ultimato ma si forniranno semplicemente dei suggerimenti per aumentare la sicurezza degli impianti e delle attività a mare grazie alla creazione di un'area di interdizione. Per la valutazione dei rischi si rimanda il lettore al paragrafo 6.2.1. Resta inteso che, a valle della definizione delle esatte aree di interdizione degli impianti a mare, sarà eseguito nuovamente lo studio sui rischi di collisione per la navigazione marittima.

Si rammenta che le informazioni contenute in questo capitolo sono da considerarsi come proposte e non hanno la pretesa di sostituirsi alle indicazioni delle autorità ministeriali e/o marittime, le quali saranno responsabili in ultima istanza per la definizione delle aree di interdizione e delle distanze di sicurezza

2.1 Metodologia utilizzata per l'analisi

La metodologia per la definizione delle aree di interdizione relative ai suddetti elementi progettuali è articolata nel modo seguente:

1. Individuazione delle distanze di sicurezza di ogni elemento progettuale, grazie alla consultazione della normativa italiana e internazionale in materia e della letteratura scientifica a supporto;



2. Sovrapposizione tramite software GIS delle distanze di sicurezza e successiva armonizzazione di queste per la creazione di un'area di interdizione.
3. Individuazione degli usi e divieti per l'area di interdizione.

Ai fini di una maggiore comprensione di questo capitolo, si definiscono i due seguenti concetti:

- **Distanza di sicurezza (DS):** distanza da osservare da un elemento progettuale per garantire la sicurezza degli impianti e delle persone e cose;
- **Area di interdizione (AI):** unione delle distanze di sicurezza in un'area interdetta.

2.2 Distanze di sicurezza

2.2.1 Ordinamento dello Stato italiano

Non essendovi ancora impianti eolici installati in mare aperto nelle acque territoriali italiane o nella zona economica esclusiva, si è presa in considerazione la normativa di riferimento per le infrastrutture Oil&Gas per quanto riguarda le zone di sicurezza. In merito a ciò, si cita il **D.P.R. 886/1979** - Integrazione ed adeguamento delle norme di polizia delle miniere e delle cave al fine di regolare le attività di prospezione, di ricerca e di coltivazione degli idrocarburi nel mare territoriale e nella piattaforma continentale.

Il decreto all'art. 28 stabilisce innanzitutto che:

*“ [...] intorno alle piattaforme fisse e mobili è **stabilita una zona di sicurezza nella quale è proibito l'accesso a navi ed aerei non autorizzati.**”*

Viene poi specificata la competenza:

*“ [...] la zona di sicurezza è **fissata con ordinanza dalla capitaneria di porto competente**, sentita la sezione idrocarburi.”*

Il decreto stabilisce una soglia massima ma non minima della distanza:

*“L'ordinanza indica i limiti della **zona di sicurezza che può estendersi fino alla distanza di 500 metri** intorno alle installazioni, misurata a partire da ciascun punto del loro bordo esterno.”*

Infine, dà indicazioni sul contenuto delle ordinanze:

*“L'ordinanza altresì **precisa il divieto o le limitazioni imposti alla navigazione, all'ancoraggio e alla pesca.** Entro le acque territoriali la zona di sicurezza, su richiesta del titolare del permesso di ricerca o della concessione di coltivazione, può comprendere in un'unica area più installazioni.”*

Essendo quindi la competenza trasferita alla capitaneria di porto competente, si è presa come riferimento l'Ordinanza n° 34/2020 della Capitaneria di Porto di Ravenna intitolata “Piattaforme/impianti Off-shore Antistanti Il Circondario Marittimo Di Ravenna”. L'ordinanza, oltre che effettuare una ricognizione delle strutture ubicate nel tratto di mare antistante la costa di Ravenna, specifica le zone di sicurezza attorno ad esse ai sensi dell'art. 28 del D.P.R. 886/1979.



Di seguito si riportano le principali determinazioni dell'ordinanza:

1. **Per le piattaforme di estrazione di idrocarburi e i mezzi necessari per le attività di installazione o manutenzione di esse, la zona di sicurezza è stabilita in 200 metri dai punti più esterni delle infrastrutture.** Nella zona di sicurezza è vietato l'accesso a tutte le navi, imbarcazioni, galleggianti e soggetti non autorizzati dal concessionario/autorità competente. Il limite viene esteso a 500 metri per la nautica da diporto a fini lusori o commerciali, così come per attività subacquee sportive o non professionali
2. **Per i terminali di prodotti petroliferi, la zona di sicurezza è stabilita in un raggio di 1000 metri;** valgono in generale le stesse determinazioni del punto precedente.
Per i gasdotti e oleodotti, vengono stabilite due aree, denominate Area 1 e Area 2, in cui sono vietati l'ancoraggio e la pesca con reti a strascico o con attrezzi che comunque draghino e/o smuovano il fondo del mare.

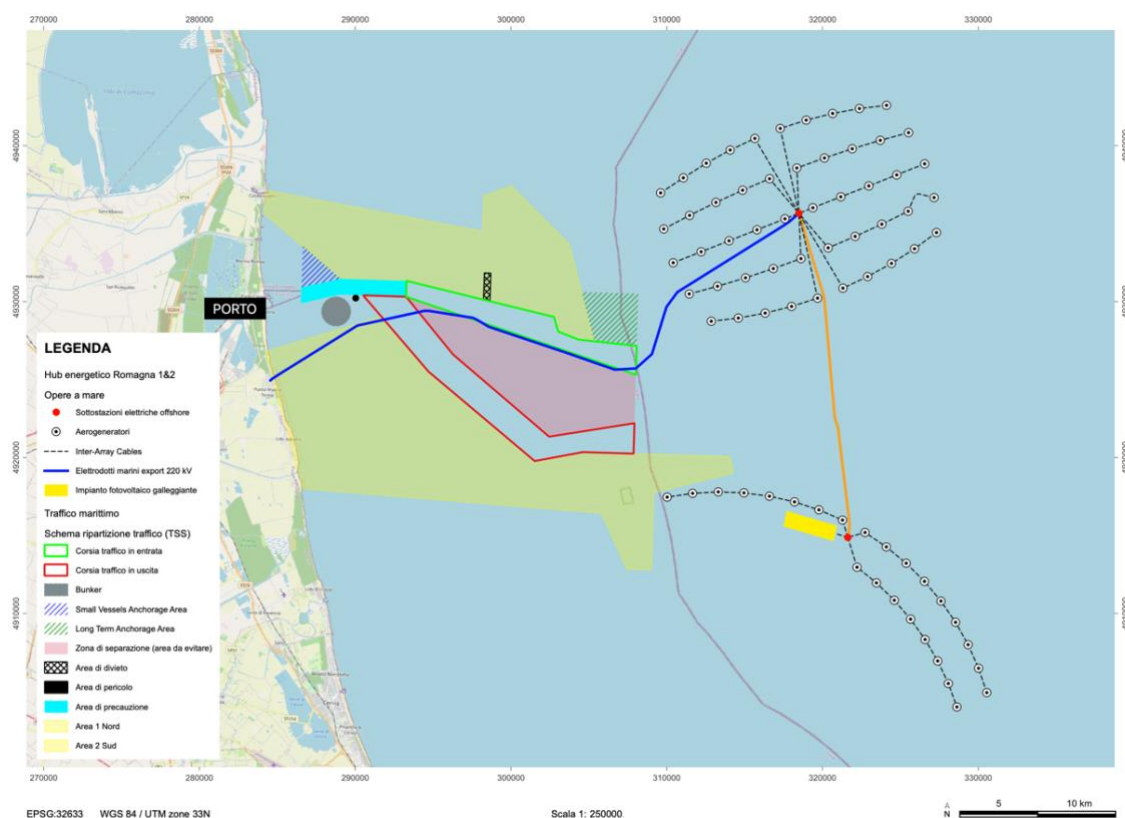


Figura 1: Sovrapposizione del layout progettuale con schema di separazione del traffico di Ravenna. Le Aree 1, 2 e "Da evitare" sono indicate rispettivamente in giallo e rosso.

Inoltre, con Ordinanza n° 32/2022 della Capitaneria di Porto di Ravenna intitolata "Istituzione di uno schema di separazione del traffico navale e di aree regolamentate di ancoraggio nella zona di mare antistante l'imboccatura del porto di Ravenna", sono state introdotte due novità principali riportate di seguito e mostrate in :



3. Le aree 1 e 2 citate al punto 3 risultano modificate.
4. Viene istituita una nuova area, definita **zona di separazione/area da evitare**, in cui è consentita la navigazione esclusivamente alle unità navali non soggette all'obbligo di cui all'art. 1 dell'ordinanza, che abbiano espressa necessità di transito per raggiungere le strutture presenti nell'area (piattaforme/terminali petroliferi e impianti di itticultura).

2.2.2 Casi di studio a livello europeo

In questa sezione si presentano i criteri adottati da altri stati dell'Unione Europea per regolamentare le distanze di sicurezza relative a impianti eolici offshore.

Si sono prese in riferimento esperienze e progetti pilota presenti in letteratura relativi ad impianti ubicati nel Mare del Nord. Si elencano di seguito i principali studi presi in considerazione:

- A. *Best Practice Guidance for Offshore Renewables Developments: Recommendations for Fisheries Liaison* (Fishing Liaison; Wind and Wet Renewables Group, 2014)
- B. *Conflict Fiche 5: Offshore Wind And Commercial Fisheries* (European MSP Platform, 2019)
- C. *Policy Document On The North Sea 2016-2021* (The Dutch Ministry of Infrastructure and the Environment; The Dutch Ministry of Economic Affairs, 2015)
- D. *Planning Criteria for Offshore Wind Energy – North Sea Region Overview* (SEANSE & SG1 Cooperation Partners, 2020)
- E. *Offshore Renewable Energy Installations - Guidance on UK Navigational Practice, Safety and Emergency Response Issues* (Maritime and Coastguard Agency, 2008)
- F. *The Proximity of Offshore Renewable Energy Installations & Submarine Cable Infrastructure in UK Waters* (European Subsea Cables Association, 2016)

2.2.2.1 Paesi Bassi

Di seguito si riportano i punti salienti dei criteri di sicurezza emanati dal Ministero delle infrastrutture e della gestione delle risorse idriche dei Paesi Bassi nel *Codice di condotta per il passaggio in sicurezza degli impianti eolici marini*.

- Creazione di una **“zona di sicurezza”** attorno all'impianto attraverso un **buffer di 500 metri dagli elementi periferici del layout**
- Creazione di una **“zona di esclusione”** attorno ad ogni elemento dell'impianto attraverso un **buffer di 50 metri per le turbine eoliche e di 500 metri per le sottostazioni elettriche**
- **Solo le imbarcazioni fino a 24 metri possono transitare** all'interno della “zona di sicurezza”
- È **vietato qualsiasi tipo di contatto con il fondale marino** all'interno della “zona di sicurezza”, come ad esempio l'ancoraggio, il dragaggio o la pesca a strascico
- La “zona di sicurezza” è **accessibile solo nelle ore diurne**
- **Sono proibite tutte le attività che per le loro caratteristiche possono costituire un azzardo**, come ad esempio kite-surfing, regate sportive, ecc., all'interno della “zona di sicurezza”

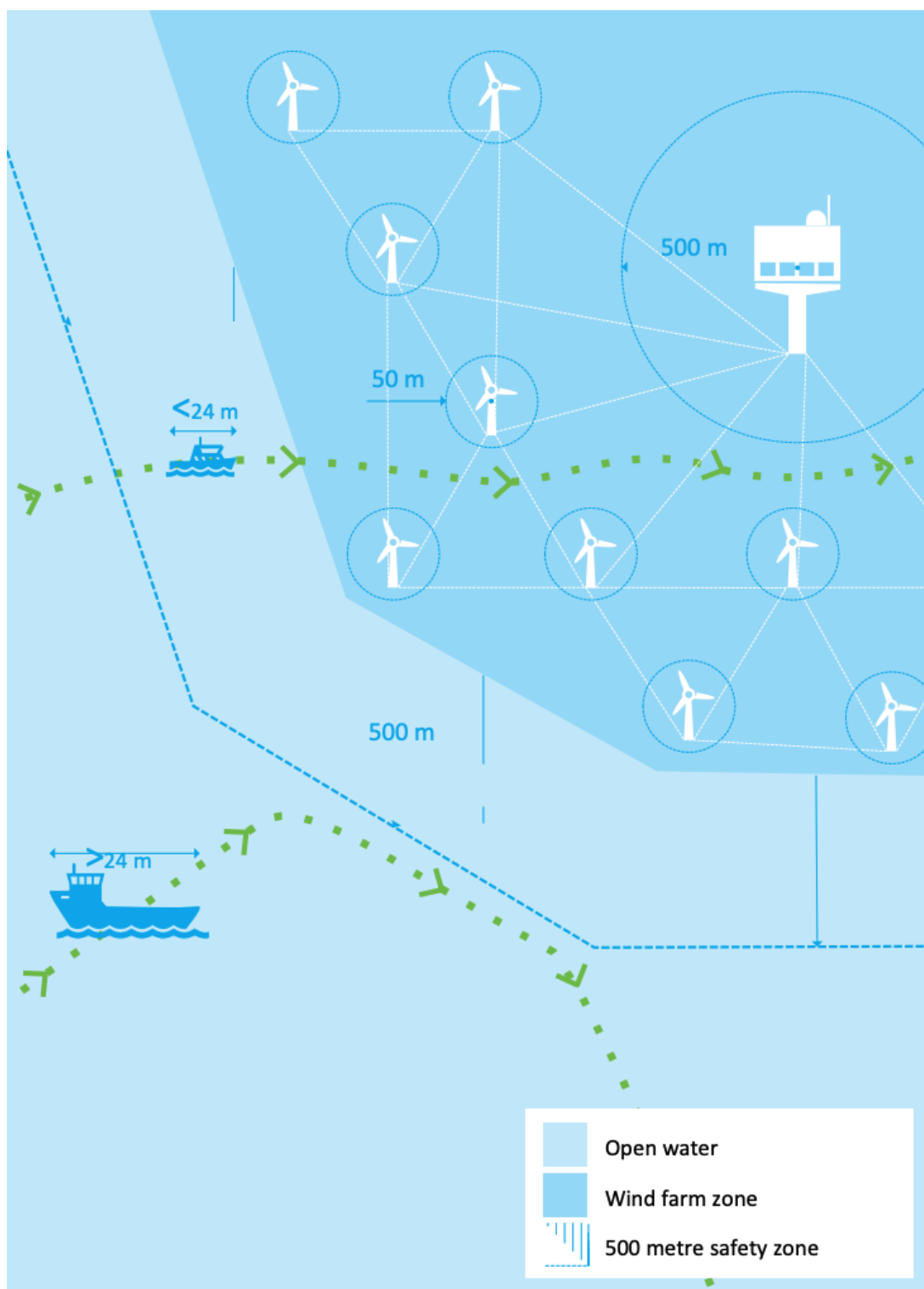


Figura 2: Stralcio del Code of conduct for safe passage through wind farms del Ministero olandese delle infrastrutture



2.2.2.2 Regno Unito

Recentemente la Maritime & Coastguard Agency del Regno Unito ha pubblicato l'emendamento 1 MGN 372 (M+F) al documento *Safety of Navigation: Guidance to Mariners Operating in the Vicinity of UK Offshore Renewable Energy Installations (OREIs)*.

Il documento evidenzia le questioni da considerare quando si pianificano e intraprendono viaggi in prossimità di impianti di energia rinnovabile offshore (OREI) nelle acque del Regno Unito. Di seguito si riprendono i punti fondamentali:

- Le **“zone di sicurezza” non sono stabilite attorno agli impianti eolici a livello generale, poiché sarebbero necessarie diverse e specifiche valutazioni del rischio**. Tuttavia, le domande per la creazione di zone di sicurezza attorno a singoli elementi dell'impianto durante la fase operativa saranno esaminate caso per caso, tenendo conto delle condizioni specifiche del sito
- Possono essere istituite attorno agli elementi dell'impianto **zone di sicurezza temporanee di raggio fino a 500 metri** misurate dal bordo esterno dell'infrastruttura di superficie
- Le zone di sicurezza sono **applicate durante i periodi di costruzione, manutenzione e dismissione degli elementi di impianto** per ridurre i rischi per le navi che navigano nell'area e per il personale e le navi da costruzione che lavorano sull'infrastruttura.

2.2.2.3 Altri stati europei

Nella seguente tabella vengono riportati i risultati riassuntivi dello studio D citato nel paragrafo 2.2.2.

Il progetto SEANSE (*Strategic Environmental Assessment North Sea Energy*) è stato avviato tra i paesi del Mare del Nord per coordinarsi nello sforzo della pianificazione e gestione dello spazio marittimo, in linea con la direttiva UE MSP. Il progetto quindi compila e confronta i criteri di pianificazione per l'allocazione dell'energia eolica offshore con l'obiettivo di condividere informazioni sugli standard stabiliti, sulla sicurezza delle zone e sui diversi modi di gestire gli usi marini conflittuali.

Tabella 1: Distanze di sicurezza stabilite da altri paesi europei per impianti eolici offshore

STATO	PRESCRIZIONI PER DISTANZE DI SICUREZZA
Belgio	Distanza di sicurezza di 500 metri dall'impianto, con eccezioni previste dalle autorità da valutare caso per caso
Germania	Distanza minima di sicurezza di 500 metri dall'impianto
Norvegia	Distanza massima di sicurezza di 500 metri dall'impianto
Scozia	Nessuna prescrizione particolare se non creazione di un buffer da altre infrastrutture esistenti

2.2.3 Proposta delle distanze di sicurezza

Considerate le distanze di sicurezza previste dalla Capitaneria di Porto di Ravenna per le infrastrutture dell'oil & gas nell'area marina antistante Ravenna, nonché gli esempi forniti dai casi di studi internazionale sopra riportati, si propongono in tabella le seguenti distanze di sicurezza dai vari elementi del Progetto:



Tabella 2: Proposta di distanze di sicurezza del Progetto Agnes Romagna 1&2

ELEMENTO PROGETTUALE	DISTANZA DI SICUREZZA (in metri)
Aerogeneratore	200 (dal limite della proiezione ortogonale dell'altezza al tip)
Fotovoltaico galleggiante	250
Sottostazione elettrica	500
Elettrodotti marini	250 (per lato)

Per l'aerogeneratore si prevede una distanza di sicurezza di 200 metri dal limite della proiezione ortogonale dell'altezza al tip. Essendo la proiezione pari a 300 metri (170 metri di altezza della torre + 130 metri di pala), la distanza di sicurezza totale è quindi 500 metri. Questa distanza risulta in linea con quanto disposto dalla Capitaneria di porto di Ravenna per le piattaforme estrattive (200 metri dai lati delle strutture), ai quali si aggiunge come misura cautelativa un buffer di ulteriori 300 metri essendo l'aerogeneratore un elemento mobile. Inoltre, questa distanza è allineata anche ai casi di studio internazionali, nei quali le zone interdette degli impianti eolici offshore hanno un buffer di 500 metri dagli aerogeneratori periferici dei parchi (Tabella 1).

Per il fotovoltaico galleggiante si prevede invece una distanza di sicurezza di 250 metri. Tale proposta è motivata dalla prescrizione di base della Capitaneria di porto di Ravenna per le infrastrutture offshore, fissata a 200 metri. Si aggiunge un buffer di 50 metri, in maniera cautelativa, siccome l'impianto essendo galleggiante con cime di ormeggio ancorate al fondale sarà soggetto a movimenti orizzontali, seppur minimi.

Per la sottostazione elettrica si prevede una distanza di sicurezza di 500 metri. Tale proposta è da considerarsi cautelativa rispetto alle disposizioni della Capitaneria di porto di Ravenna, poiché riprende il caso di studio olandese illustrato al paragrafo 2.2.2.1.

Per gli elettrodotti marini occorre specificare che la natura della distanza di sicurezza è diversa poiché non risulta possibile vietare la navigazione in virtù della natura dell'elemento, che risulta posato al di sotto della superficie del fondale. Pertanto la distanza di sicurezza è relativa al divieto delle sole attività che possono danneggiare i cavi, per esempio l'ancoraggio e la pesca con reti a strascico o attività che con attrezzi possano dragare e/o smuovere il fondo del mare. Si propone un corridoio di 250 metri per lato, distanza ritenuta sufficiente per diminuire il rischio di fault dei cavi. Essendo gli elettrodotti composti da una coppia di cavi distanziati tra loro da max 40 metri, il buffer di 250 metri viene calcolato per ogni lato esterno dei cavi, comportando una distanza di sicurezza totale di 540 metri.

Nella figura seguente si visualizzano le distanze di sicurezza proposte di una porzione dell'hub energetico create con software GIS; per approfondimenti sulla planimetria delle opere a mare con distanze di sicurezza si rimanda alla tavola completa identificata dal codice AGNROM_EP-D_PLA-SICUREZZA.

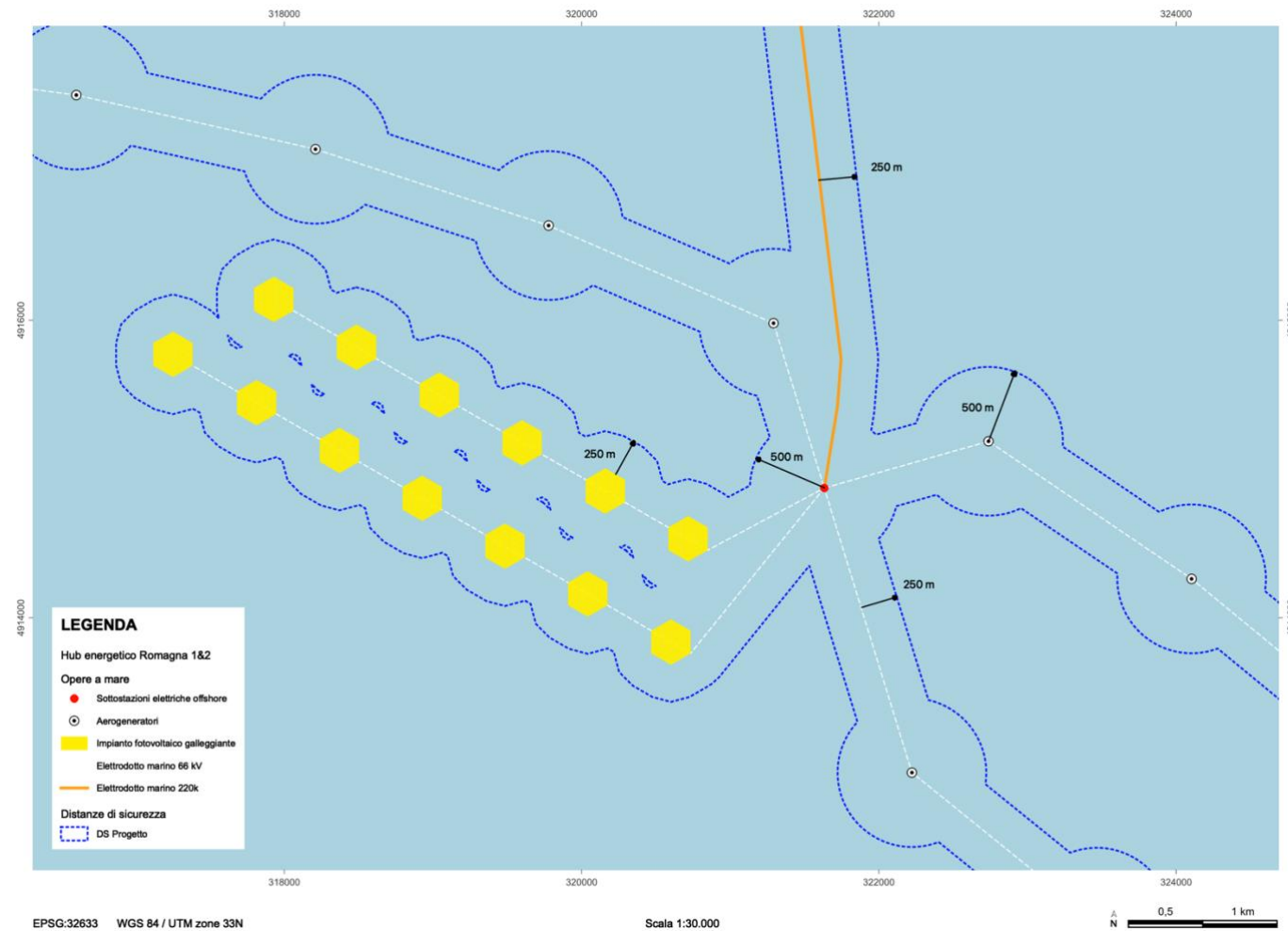


Figura 3: Indicazione delle distanze di sicurezza individuate dall'analisi per gli elementi di Progetto nella porzione del parco Romagna 1



2.3 Aree di interdizione

Nella sezione 2.2.3 si è utilizzato un software GIS per individuare la distanza di sicurezza relativa a ogni elemento del Progetto. Come mostrato in Figura 3, le singole distanze di sicurezza sono state congiunte al fine di ottenere un buffer di fusione unico che perimetra tutte le opere.

La fusione delle singole distanze di sicurezza, in aggiunta ad ulteriori e successive misure di semplificazione ed armonizzazione, ha permesso di ottenere una più semplice ed "agevole" circoscrizione dell'area di sicurezza che perimetra il parco, all'interno della quale sono state individuate, assecondando la conformazione dell'impianto, quattro differenti **Aree di Interdizione**.

Il layer della distanza di sicurezza relativa a tutte le opere dell'hub energetico è stato quindi adattato e semplificato per creare le seguenti aree:

- Area d'interdizione del parco Romagna 1
- Area d'interdizione del parco Romagna 2
- Area d'interdizione degli elettrodotti di collegamento fra Romagna 1 e 2
- Area d'interdizione degli elettrodotti di collegamento fra Romagna 2 e il pozzetto di giunzione

L'area di interdizione dei parchi Romagna 1 e 2 è composta dalla seguente unione:

- Area interna ai parchi, delimitata dal perimetro che congiunge gli elementi progettuali periferici;
- Area di salvaguardia esterna, dettata dalla distanza di sicurezza che varia dai 250 ai 500 metri a seconda dell'elemento progettuale periferico.

In Figura 4 si mostrano le aree di interdizione calcolate e proposte, per una consultazione più agevole si rimanda all'elaborato grafico con codice AGNROM_EP-D_PLA-SICUREZZA.

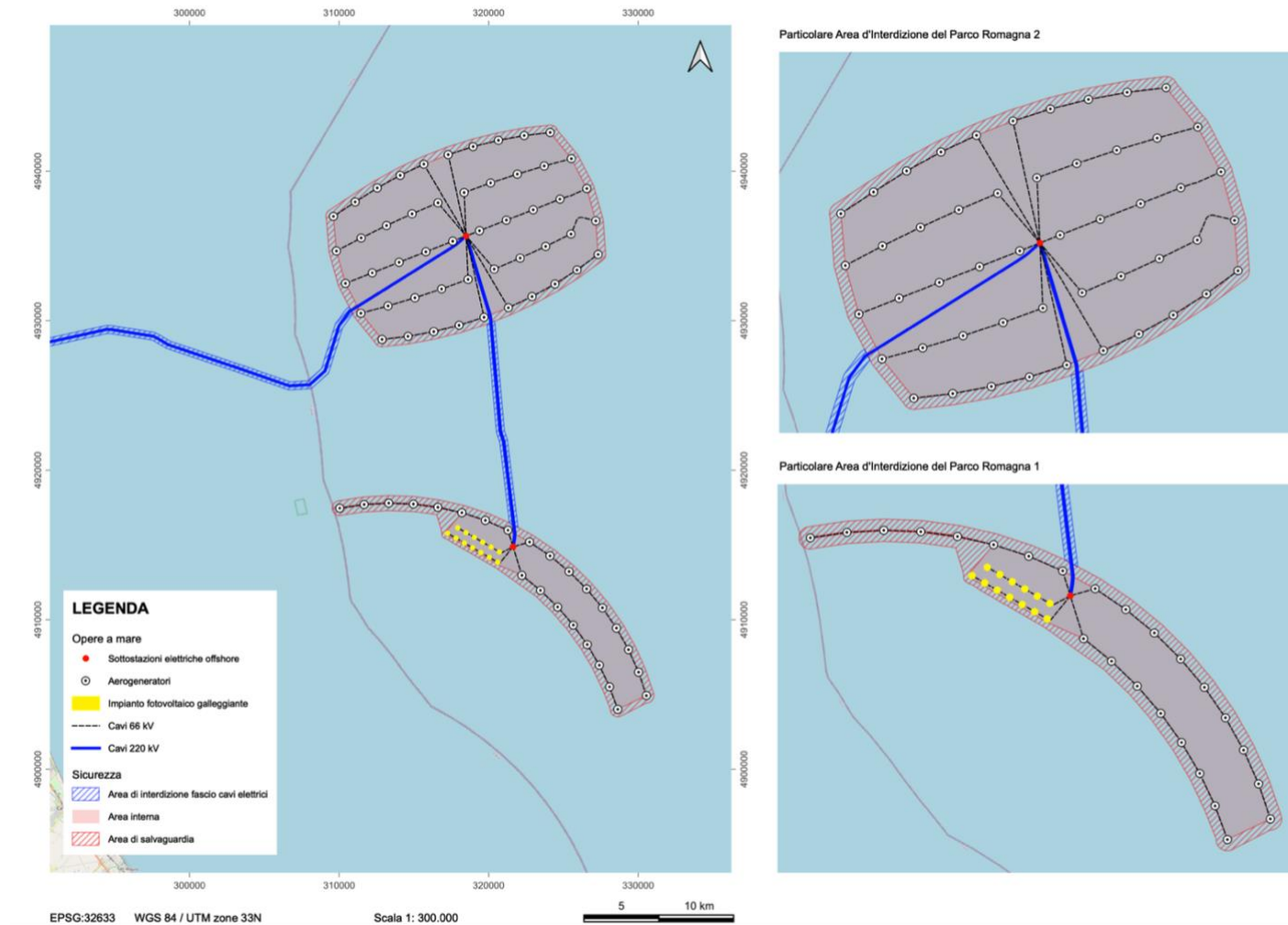


Figura 4: Aree di interdizione proposte da Agnes per le opere a mare del Progetto



2.3.1 Regolamento per le aree di interdizione

Riprendendo quanto specificato nelle sezioni 2.2.1 e 2.2.2, si propongono ora le prescrizioni consigliate per le aree d'interdizione.

Per l'area d'interdizione del parco Romagna 1 e Romagna 2:

- Divieto di accesso a tutte le navi, imbarcazioni, galleggianti e soggetti non autorizzati dal concessionario/autorità competente;
- Divieto di ancoraggio, di pesca a strascico e passiva, di dragaggio e in generale qualsiasi altra attività che comporti la movimentazione dei fondali;
- Divieto di attività che costituiscono un azzardo, quali regate, kite e wind surfing, ecc.

Per l'area d'interdizione degli elettrodotti:

- Divieto di ancoraggio, di pesca a strascico e passiva, di dragaggio e in generale qualsiasi altra attività che comporti la movimentazione dei fondali.

2.3.2 Raccomandazioni per la sicurezza

Oltre all'istituzione di aree di interdizione, sarà necessario istituire una comunicazione chiara ed efficace tramite i canali istituzionali della società titolare degli impianti verso i natanti, al fine di diminuire il rischio di collisioni ed Incidenti.

Ciò verrà fatto anche mediante l'emanazione di ordinanze e avvisi da parte della Capitaneria di Porto di riferimento, secondo quanto previsto dal Codice della navigazione.

In generale, di seguito si riportano le principali raccomandazioni da osservare quando un'attività marittima potrebbe avvenire in prossimità di un impianto di energie rinnovabili a mare:

- Utilizzo di carte nautiche aggiornate
- Consulto della bacheca della Guardia Costiera e della Capitaneria di Porto per aggiornamenti in merito alla sicurezza della navigazione
- Viaggiare in condizioni di bel tempo, se possibile
- Viaggiare con navi o imbarcazioni in buone condizioni
- Rendersi visibili, sia con transponder per AIS che con riflettori e luci
- Restare sempre allerta

Le raccomandazioni sopra elencate consentono di garantire un livello di rischio con frequenza di accadimento A e gravità delle conseguenze 3, con riferimento alla Matrice di Rischio visionabile nell'elaborato AGNROM_SIA-R_REL-RISCHI-INCIDENTI "Analisi dei rischi HSE" ed al relativo ALLEGATO 1. Tale frequenza e tale gravità corrispondono ad un livello di rischio BASSO nei confronti di una ipotetica collisione di un natante contro uno degli aerogeneratori di progetto.



2.3.3 *Other Effective Area-Based Conservation Measures nelle aree di interdizione*

L'Unione europea attraverso la COM (2020)380, nonché la Comunicazione 380 *"Biodiversity strategy for 2030"*, ha avviato la sua strategia di protezione e ripristino della biodiversità, riconoscendo in questa un pilastro fondamentale per la corsa alla sostenibilità.

Per favorire le tante azioni di resilienza che sono state con questa formulate, e assecondare il processo di salvaguardia dell'ambiente, l'IUCN, ha definito un nuovo strumento di controllo, protezione e promozione della salvaguardia ambientale, costituito dalle ***"Other Effective Area-Based Conservation Measures" (OECMs)***, ovvero aree diverse dalle aree protette che, pur essendo istituite con un obiettivo diverso, forniscono un efficace contributo alla conservazione della biodiversità.

Questa strategia di azione viene condivisa a livello internazionale, sia in campo terrestre che marino, sebbene ad oggi non esista ancora un preciso processo di designazione di tali aree, soprattutto in ambiente *off-shore*.

Riconoscere comunque la presenza di possibili OECMs come parte integrante del processo di gestione e pianificazione dello spazio marittimo, può contribuire in maniera significativa a preservare la conservazione degli habitat marini, più di quanto già venga fatto attraverso l'osservanza delle aree protette.

In quest'ottica, le OWF (*Off-shore Wind Farms*), oltre a garantire una produzione sostenibile di energia, possono aiutare a delineare dei piani di azione utili alla tutela e conservazione della biodiversità; che ancora oggi è spesso erroneamente considerata una questione che riguarda esclusivamente la protezione delle specie in pericolo di estinzione, trascurando il ruolo fondamentale che anch'essa può riservarsi nella lotta ai cambiamenti climatici.

Non avendo a disposizione una lista codificata di misure specifiche attraverso cui individuare potenziali OECMs, è ragionevole, nel caso del Progetto in esame, far coincidere questo strumento di tutela con le **aree di interdizione**, così come definite al par. 2.2.3. In questo modo **è possibile individuare aree in cui le comunità, marine in particolare, possano beneficiare di restrizioni di accesso al parco *off-shore*, stabilite per motivi di sicurezza e protezione, a favore della loro conservazione e proliferazione, e che si identificano quindi nella definizione stessa di OECMs sopra riportata.**

È opportuno specificare che è stato lo stesso MASE, tra i criteri per diminuire gli impatti dell'eolico offshore, ad indicare la necessità di un'area interna ai parchi eolici e di una zona di salvaguardia esterna al perimetro che divengano tutelate dal prelievo di risorse, dalla pesca e da altre attività antropiche (*Other Effective Conservation Measures*) e indicare le misure di controllo e protezione dell'area in fase di esercizio.

Le aree di tutela interne e a contorno delle OWF andrebbero dunque a costituire un nuovo vero e proprio habitat per il biota marino, favorendo lo sviluppo e l'espansione degli ecosistemi. A testimonianza di ciò, lo studio olandese *"Short-term ecological effects of an offshore wind farm in the Dutch coastal zone; a compilation"*, condotto tramite un piano di monitoraggio di due anni, è stato tra i primi a dare evidenza della positività degli effetti ecologici su differenti gruppi faunistici, generati dalla *Off-shore Windfarm Egmond aan Zee* (OWEZ), il primo parco eolico su ampia scala in mare aperto costruito a largo delle coste del Mare del Nord olandese.



I ricercatori hanno esaminato gli effetti che l'impianto ha esercitato sugli organismi bentonici, sui pesci, sull'avifauna e sui mammiferi marini, senza rilevare ripercussioni negative a breve termine: al contrario, la superficie dura delle fondazioni mono palo e la protezione da *scouring* hanno favorito l'insediamento di nuove specie e nuove comunità faunistiche; la presenza della comunità ittica non ha dato evidenze di decrementi, né dentro il parco né nelle zone ad esso limitrofe; al contrario, alcune specie hanno dato talvolta riscontro di aver trovato rifugio nelle aree interne del parco.

Lo spazio marino protetto intorno alle pale eoliche *off-shore* è sembrato dunque essere essenziale per risanare e rinviare gli stock ittici, le popolazioni di molluschi e di mammiferi marini.

Gli effetti sugli ecosistemi possono ovviamente variare sulla base del sito di installazione, sulle aree più o meno sensibili per l'avifauna, sulla ricchezza del biota presente e sulle tecnologie utilizzate. Per rendere realmente valevole la rete di queste aree è quindi necessario pianificare obiettivi di controllo chiari e misurabili, garantendo un attento piano di monitoraggio che permetta di verificarne l'efficacia, in un'ottica di gestione adattativa.

2.4 Eventuali usi consentiti all'interno delle aree d'impianto

Nelle sezioni precedenti si sono individuate le **Aree di Interdizione** a mare per l'hub energetico Romagna 1&2, indicando i potenziali divieti, raccomandazioni e sinergie ambientali, così come richiesto dalle linee guida del MASE.

Tuttavia, nell'ottica di una **gestione integrata e sostenibile degli spazi marittimi**, ciò non toglie la possibilità di ricercare eventuali **forme sinergiche di utilizzo di tali aree**, andando incontro ad un'interazione compatibile e sostenibile di queste con le diverse attività del territorio. In questa sezione, quindi, si proporranno e motiveranno eventuali usi consentiti all'interno delle aree di interdizione.

Ad oggi è infatti necessario **ricercare un equilibrio per tutelare le componenti biofisiche tanto quanto quelle socio-economiche**. È possibile ipotizzare benefici economici e progetti di sviluppo per attività turistiche, sportive e ricreative, risultanti dall'ambiente marino caratteristico che questo Progetto potrà offrire.

In quest'ottica di gestione integrata, la collaborazione è decisiva per una coesistenza sicura di queste attività con l'impianto in esercizio: l'industria eolica, i pescatori, le autorità locali e tutti i soggetti potenzialmente coinvolti dovranno cooperare in un efficace scambio di dati per garantire la miglior resa possibile.

A tal fine assicurare una costante raccolta e gestione di informazioni, attraverso un flusso continuo di comunicazioni, sarà fondamentale per consentire di valutare lo stato delle risorse biologiche marine e dei risultati socio-economici ottenuti dai settori delle attività commerciali.

In questo modo si potranno fornire alle Amministrazioni degli strumenti adeguati ad intraprendere interventi di programmazione e varare misure di gestione adeguate, che potranno variare e modificarsi nel tempo a seconda dei risultati ottenuti.

Come più volte ribadito, tali interventi e tali misure sono necessari per garantire un uso razionale delle risorse alieutiche, che sia biologicamente e al tempo stesso economicamente sostenibile.



Nella Tabella 3 che segue vengono elencate una serie di attività che si ipotizza possano coesistere, attraverso l'attuazione delle giuste **misure precauzionali**, con la fase di esercizio dell'impianto, e che possano beneficiare dei vantaggi innescati da questo.

Sarà comunque discrezione delle Autorità competenti di riferimento, sentiti il titolare dell'Impianto e i principali *stakeholder* coinvolti, **regolamentare le attività all'interno delle aree di interdizione**, confidando che le parti interessate vengano coinvolte in modo trasparente, nell'intento di **raccordare le esigenze di sviluppo economico con quelle di protezione ambientale.**

Si precisa pertanto che gli eventuali usi consentiti all'interno delle aree interdizione individuate nella sezione 2.3 sono da considerarsi come proposte ipotetiche e non hanno la presunzione di essere definitive né tantomeno vincolanti.



Relazione su filosofia di sicurezza dell'hub energetico e relative prescrizioni
AGNROM_EP-R_REL-SICUREZZA

Tabella 3: Proposta di eventuali usi consentiti all'interno delle aree di interdizione

ATTIVITÀ		AREA INTERDIZIONE ROMAGNA 1 & 2	AREA INTERDIZIONE ELETTRODOTTI	STRATEGIA
Pesca	A strascico	Non consentita	Non consentita	Coadiuvare lo sviluppo tra il settore pesca e le politiche ambientali per raggiungere una gestione spaziale della pesca conforme alla volontà di conservare e promuovere sia la biodiversità sia l'economia locale, mantenendo la sicurezza degli impianti
	Pesca passiva	Consentita, in aree dedicate e con permesso specifico	Non consentita	
	Pesca artigianale	Consentita, in aree dedicate e con permesso specifico	Consentita, con permesso specifico	
	Acquacoltura	Consentita, in aree dedicate e con permesso specifico	Non consentita	
Ancoraggio		Non consentito	Non consentito	Garantire la sicurezza marittima e la minimizzazione dell'impatto ambientale sui fondali da parte di tali sistemi
Turismo e attività recreative		Consentita, in aree dedicate e con permesso specifico	Consentita, in aree dedicate e con permesso specifico	Promuovere l'educazione dei cittadini e delle comunità locali sul tema della conservazione della natura e su quello dei cambiamenti climatici attraverso specifici programmi didattici ed educativi. Coinvolgimento delle popolazioni locali per lo sviluppo di un turismo ecosostenibile.
Ricerca scientifica		Consentita, in aree dedicate e con permesso specifico	Consentita, in aree dedicate e con permesso specifico	Offrire siti pilota per promuovere monitoraggi ambientali e per sperimentare l'efficacia delle misure di adattamento in aree relativamente incontaminate, sulle quali insistono minori pressioni antropiche
Navigazione e transito	Natanti (fino a 10 metri)	Consentita, con permesso specifico	Consentita	Ricerare condizioni operative sicure ed efficienti che consentano anche il risparmio di carburante con conseguente diminuzione delle emissioni
	Imbarcazione (dai 10 a 24 metri)	Consentita, con permesso specifico	Consentita	
	Nave (da 24 metri in poi)	Non consentita, ad eccezione di navi militari e per la manutenzione	Consentita	
Esercitazioni militari		Consentita, in aree dedicate e con permesso specifico	Consentita, in aree dedicate e con permesso specifico	Scongiurare la compromissione delle attività legate alla difesa militare nazionale
Ricerca e coltivazione di idrocarburi		Non consentito	Non consentito	Favorire le estrazioni nei giacimenti che ricadono in aree già considerate idonee, promuovendo il riuso di piattaforme dismesse. Incentivare lo sviluppo dell'attività offshore nel rispetto di regole precise sul piano della sicurezza ambientale e del lavoro
Dragaggi di sabbie per contrasto all'erosione costiera		Consentita, in aree dedicate e con permesso specifico	Non consentito	Consentire il dragaggio delle sabbie relitte come importante azione contro l'erosione costiera nel rispetto della sicurezza di tutti



3. PRESCRIZIONI PRELIMINARI SULLA SICUREZZA NEI LUOGHI DI LAVORO

In questo capitolo si effettuerà una valutazione dei rischi individuati per i cantieri relativi sia alle opere in aree terrestri che marine e si forniranno indicazioni e prescrizioni da rispettare nello svolgimento dei lavori oltre che in determinate situazioni di emergenza.

Per l'analisi dei rischi e la relativa matrice contemplante le possibili sorgenti di pericolo applicate alle varie sottosezioni costituenti l'impianto e non solo inerenti la salute e la sicurezza ai luoghi di lavoro si faccia riferimento all'elaborato AGNROM_SIA-R_REL-RISCHI-INCIDENTI "Analisi dei rischi HSE" ed al relativo ALLEGATO 1

3.1 Analisi e valutazione dei rischi

In tema di sicurezza, tra gli aspetti fondamentali da considerare in ogni fase critica del Progetto, comprensive le fasi preliminari o anche di studio, vi sono certamente l'ambiente, la salute e i luoghi di lavoro. Si sottolinea poi come tali aspetti siano da valutare anche in conseguenza alla modalità di esecuzione, agli attrezzi, alle macchine, alle apparecchiature, alle opere provvisorie e all'impiego di materie prime o prodotti vari.

Per garantire la sicurezza sui luoghi di lavoro (e di conseguenza dei dipendenti stessi) è necessario fare un'approfondita valutazione dei rischi in modo da trovare tutte le misure per una corretta prevenzione da essi.

Va sottolineato che per "luoghi di lavoro", in applicazione dell'art. 62 comma 1 D. Lgs.81/08 e fermo a quanto disposto nel Titolo I ed unicamente ai fini dell'applicazione del Titolo II, si devono intendere i luoghi destinati a ospitare posti di lavoro ubicati all'interno dell'azienda o dell'unità produttiva, nonché ogni altro luogo di pertinenza dell'azienda o dell'unità produttiva accessibile al lavoratore nell'ambito del proprio lavoro.

Le disposizioni generali e piani specifici di sicurezza devono essere conformi a quanto disposto dal D. Lgs. N.81/08 e s.m.i. e in ottemperanza degli art. 5,6 e 10 del D.Lgs. N.271/1999 con riferimenti sull'individuazione, analisi e valutazione dei rischi e le conseguenti procedure, approntamenti e le attrezzature atti da garantire, per tutta la durata dei lavori, il rispetto delle norme per la prevenzione degli infortuni e la tutela della salute dei lavoratori. Vengono considerate e rispettate inoltre le misure di prevenzione dei rischi risultanti dalla eventuale presenza simultanea o successiva di più imprese o dei dipendenti autonomi e tutto dovrà essere redatto anche al fine di prevedere, quando ciò risulti necessario, l'utilizzazione di impianti comuni quali mezzi logistici e di protezione collettiva.

Tali considerazioni vengono fatte al fine di indicare gli aspetti di sicurezza e possibili linee guida che dovrebbero essere applicati ed implementati per garantire l'esecuzione sicura, la minimizzazione degli impatti ambientali e la salvaguardia della salute del personale durante le fasi di lavoro come più approfonditamente argomentato nei paragrafi successivi.



3.2 Normativa di riferimento

Riferimenti Normativi	Contenuto
D. Lgs. 9 aprile 2008, n.81	Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n.123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
SOLAS 74	Convenzione internazionale per la salvaguardia della vita umana in mare
Marpol 73	Convenzione internazionale sulla prevenzione dell'inquinamento causato da navi
Legge 6 febbraio 1996, n. 52	Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità europee (Legge comunitaria 1994)
D.Lgs. 27 luglio 1999, n.272	Adeguamento della normativa sulla sicurezza e salute dei lavoratori nell'espletamento di operazioni e servizi portuali
Decreto del Presidente della Repubblica del 29 Luglio 1982, n. 577	"Approvazione regolamento concernente l'espletamento dei Servizi di Prevenzione Incendio"
D.Lgs. 26 marzo 2001 n. 151	Testo unico delle disposizioni legislative in materia di tutela e sostegno della maternità e della paternità, a norma dell'articolo 15 della legge 8 marzo 2000, n. 53.
D.M. del 10 luglio 2002	Ministero delle infrastrutture e dei Trasporti "Disciplinare tecnico relativo agli schemi segnaletici, differenziati per la categoria di strada, da adottare per il segnalamento temporaneo"
D.Lgs. 02 febbraio 2002 n. 25	Protezione della salute e della sicurezza dei lavoratori contro i rischi derivanti da agenti chimici durante il lavoro.
Decreto Ministero della Salute 15 luglio 2003, n. 388	Regolamento recante disposizioni sul pronto soccorso aziendale, in attuazione dell'articolo 15, comma 3, del decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626, e smi
Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152	"Norme in materia ambientale"
Decreto Legislativo 3 agosto 2009 , n. 106	"Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"
DECRETO LEGISLATIVO 3 settembre 2020, n. 116	Attuazione della direttiva (UE) 2018/851 che modifica la direttiva 2008/98/CE relativa ai rifiuti e attuazione della direttiva (UE) 2018/852 che modifica la direttiva 1994/62/CE sugli imballaggi e i rifiuti di imballaggio
Decreto del Presidente della Repubblica 14 settembre 2011, n. 177	"Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152, recante norme in materia ambientale"
DPR 151/2011	"Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi a norma dell'articolo 49, comma 4 -quater , del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122.



DM 01 settembre 2021	"Criteri generali per il controllo e la manutenzione degli impianti, attrezzature ed altri sistemi di sicurezza antincendio, ai sensi dell'articolo 46, comma 3, lettera a), punto 3, del decreto legislativo 9 aprile 2008, n.81
DM 02 settembre 2021	"Criteri per la gestione dei luoghi di lavoro in esercizio ed emergenza e caratteristiche dello specifico servizio di prevenzione e protezione antincendio, ai sensi dell'articolo 46, comma 3, lettera a), punto 4 e lettera b) del decreto legislativo 9 aprile 2008, n.81"
DM 03 settembre 2021	"Criteri generali di progettazione, realizzazione ed esercizio della sicurezza antincendio per luoghi di lavoro, ai sensi dell'articolo 46, comma 3, lettera a), punti 1 e 2, del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81.
UNI CEI	Principali Norme Tecniche
CEI 11-27_2004	"Lavori su impianti elettrici"
CEI EN 50110-1	"Esercizio degli impianti elettrici"
NORMA ISO 11228 – PARTE 1	"Modello per la valutazione del sollevamento e trasporto dei carichi"
NORMA ISO 11228 – PARTE 2	"Modello per la valutazione del traino e spinta dei carichi"
UNI EN ISO 45001:2008	Sistemi di gestione per la salute e sicurezza sul lavoro
D.lgs. 29/12/2003, n. 387	Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità
D.lgs. 08/11/2021, n. 199	Attuazione della direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili
Codice della Navigazione, Art. 36	Concessione di beni demaniali
DM 29/05/2008	Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti
DPCM 08/07/2003	Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati dagli elettrodotti
L. 22/02/2001, n. 36	Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici
L. 23/08/2004, n.239	Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia
UNI EN ISO 7010	Segni grafici - Colori e segnali di sicurezza - Segnali di sicurezza registrati
UE 2016/425	Regolamento UE sui DPI

3.3 Rischi e prescrizioni relativi alle attività a terra

Per quello che concerne i lavori a terra, a favore di garantire sicurezza e salute ai lavoratori, bisognerà porre attenzione in particolare alle attività da svolgere in cantiere e alla pianificazione di esse previa qualsiasi fase di esercizio. Per questo è d'obbligo predisporre una formazione ai dipendenti in materia di salute e sicurezza negli ambienti lavorativi, come da art. 37 del D.lgs. 81/2008 vigente, così che ci sia consapevolezza e coscienza dei propri doveri. Sarà inoltre necessario individuare gli operatori che prenderanno parte alla realizzazione dell'opera a fine della salvaguardia e sicurezza dei lavoratori coinvolti nel progetto. Fra le figure principali di riferimento riportiamo:

- Personale di primo soccorso e antincendio
- Rappresentate dei lavoratori per la sicurezza



- Medico competente
- Responsabile tecnico di cantiere
- Caposquadra
- Operaio specializzato

La formazione al primo soccorso dovrà essere condotta per coprire adeguatamente i gruppi di forza lavoro. Prima che comincino le attività per la realizzazione dell'opera, tutto il personale coinvolto nelle attività deve essere a conoscenza della persona responsabile dell'intervento di pronto soccorso. Le cassette di pronto soccorso dovranno essere assegnate ai vari locali, uffici, laboratori e luoghi di lavoro. Le posizioni esatte dei kit di pronto soccorso saranno predefinite, contrassegnate e il personale di questi siti informati. All'inizio dell'attività lavorativa, una copia del piano di emergenza con la posizione definita dei Kit di Primo Soccorso dovrà essere consegnata al personale coinvolto.

I dipendenti dell'appaltatore saranno inoltre sottoposti ad una visita medica prima di iniziare a lavorare in loco per verificare che siano adatti al lavoro. I controlli medici di prevenzione periodica devono essere eseguiti, in conformità con la legge, quando il processo di identificazione del pericolo identifica i rischi di malattie professionali, secondo il parere del medico designato. Saranno inoltre obbligatori alcuni piani di emergenza, da redigere, che dovranno essere sempre presenti sul posto di lavoro insieme a documenti di gestione della sicurezza e salute, in modo tale da poter essere consultati in qualsiasi circostanza.

3.3.1 Allestimento dei cantieri

Tale operazione si articola in diverse fasi che verranno eseguite in modo coordinato e sequenziale nel territorio. Come attività preliminare a quella di scavo e allestimento, si opererà inoltre a:

- avvisare in anticipo sull'inizio dei lavori gli Uffici Tecnici degli Enti preposti e i vari Utenti del sottosuolo;
- individuare e segnare preventivamente sul terreno i servizi sotterranei esistenti che possono interferire con i lavori, consultando le cartografie degli Enti proprietari/gestori dei sottoservizi. Per la determinazione della corretta sede di posa, in particolare nei tratti ove la cartografia acquisita presso gli enti proprietari della strada e i gestori dei sottoservizi ha messo in luce la presenza di un numero elevato sottoservizi, ulteriori controlli devono essere effettuati utilizzando adeguati strumenti per localizzare e definire eventuali impianti interrati non indicati dalle cartografie (indagini georadar).
- concordare con gli Enti, nell'eventualità di danneggiamenti ai servizi, le modalità di intervento in urgenza, con l'ausilio di imprese specializzate di fiducia degli Enti stessi;
- segnalare il cantiere in conformità al vigente codice;
- richiedere, agli Enti competenti, laddove ritenuto necessario, le autorizzazioni necessarie per la chiusura totale e/o parziale delle strade per il tempo necessario a completare i lavori, facendosi carico delle eventuali prescrizioni degli Enti stessi;
- avvisare in caso di danneggiamento di un servizio, immediatamente l'Ente competente;
- provvedere alla posa ed al mantenimento in perfetta efficienza dei segnali prescritti per legge e dai regolamenti vigenti, nonché dagli usi e dalle norme di prudenza e diligenza;



- osservare tutte le norme specifiche impartite dagli Organi di Polizia del Traffico;
- garantire il passaggio ai mezzi veicolari, anche ricorrendo al senso unico alternato;
- delimitare tutte le aree di lavoro mediante opportune transennature e provvedere alla sorveglianza degli eventuali scavi aperti, secondo le vigenti disposizioni in materia;
- installare adeguate segnalazione semaforiche nei casi di istituzione di sensi unici alternati, richiesti e/o autorizzati dalle Autorità preposte alla viabilità.

Durante l'allestimento di un cantiere inoltre è bene tenere in considerazione non solo aspetti tecnici e di progetto ma anche i cosiddetti rischi **“trasversali o organizzativi”**, che dipendono dagli aspetti di organizzazione del lavoro.

L'organizzazione del lavoro all'interno di un cantiere svolge un ruolo fondamentale per la gestione dei rischi interferenziali dovuti alla presenza di altre aziende e permette di gestire l'intensità del lavoro sia dal punto di vista psicologico che fisico; i lavoratori infatti sono esposti anche a rischi da stress lavoro correlati che riguardano l'aspetto emotivo dei lavoratori e possono incidere sulla concentrazione degli stessi nelle attività lavorative in presenza di rischi per la sicurezza.

3.3.2 Vie di accesso e vie di uscita

Secondo quanto prestabilito da normativa il datore di lavoro provvede affinché le vie di circolazione interne o all'aperto che conducono a uscite o ad uscite di emergenza siano sgombre, allo scopo di consentirne l'utilizzazione in ogni evenienza; ove per vie di emergenza venga inteso un percorso senza ostacoli al deflusso che consente alle persone che occupano un edificio o un locale di raggiungere un luogo sicuro dagli effetti di una situazione di pericolo.

Le vie e le uscite di emergenza devono rimanere sgombre e pulite per poter consentire di raggiungere il più rapidamente possibile un luogo sicuro.

In caso di pericolo tutti i posti di lavoro devono poter essere evacuati rapidamente e in piena sicurezza da parte dei lavoratori. Il numero, la distribuzione e le dimensioni delle vie e delle uscite di emergenza devono essere adeguati alle dimensioni dei luoghi di lavoro, alla loro ubicazione, alla loro destinazione d'uso, alle attrezzature in essi installate, nonché al numero massimo di persone che possono essere presenti in detti luoghi. Qualora le uscite di emergenza siano dotate di porte, queste devono essere apribili nel verso dell'esodo e, qualora siano chiuse, devono poter essere aperte facilmente ed immediatamente da parte di qualsiasi persona che abbia bisogno di utilizzarle in caso di necessità. Le porte delle uscite di emergenza non devono essere chiuse a chiave, se non in casi specificamente autorizzati dall'autorità competente. Nei locali di lavoro e in quelli destinati a deposito inoltre è vietato adibire, quali porte delle uscite di emergenza, le saracinesche a rullo, le porte scorrevoli verticalmente e quelle girevoli su asse centrale. Le vie e le uscite di emergenza che richiedono un'illuminazione devono esserne dotate con intensità sufficiente, tale per cui entri in funzione anche in caso di guasto dell'impianto elettrico. Il calcolo delle dimensioni delle vie di circolazione per persone o merci dovrà basarsi sul numero potenziale degli utenti e sul tipo di impresa. Qualora poi sulle vie di circolazione siano utilizzati mezzi di trasporto, dovrà essere prevista per i pedoni una distanza di sicurezza sufficiente e le vie di circolazione destinate ai suddetti devono passare ad una distanza sufficiente da porte, portoni, passaggi per pedoni, corridoi e scale.



Nella misura in cui l'uso e l'attrezzatura dei locali lo esigano per garantire la protezione dei lavoratori, il tracciato delle vie di circolazione deve essere evidenziato con opportuna segnaletica conforme alla normativa vigente.

3.3.3 *Uso di gas*

Parliamo di una pratica complessa e delicata riferendoci all'uso e trattazione di gas, poiché comporta una serie di rischi specifici e non indifferenti per i lavoratori. Vanno infatti compiuti, prima di qualsiasi altra operazione, dei sopralluoghi da parte di geologi e fisici. Si può occupare di lavori riguardanti sostanze tali soltanto un personale altamente qualificato, che abbia avuto formazione specifica e in dotazione una strumentazione *ad hoc* per far sì venga protetto da qualunque insidia. I primi rischi riscontrabili in molte delle piattaforme di estrazione riguardano le tubature attraverso cui passano gas e fango. Questi agenti possono incrostarsi e provocare pericoli radiologici. Si può andare in contro all'inalazione e/o all'ingestione di polveri derivanti dalle incrostazioni. Ecco che in questa circostanza i DPI appositi, come le maschere filtranti, risultano essere essenziali. I gas inoltre possono essere di tipo inerte, comburente, infiammabile, tossico e corrosive e di conseguenza comportare ulteriori danni oltre quelli già menzionati come asfissia o incendio o ustioni. Un esempio ancora più esaustivo del rischio è l'utilizzo di bombole per l'immagazzinamento dei gas in utilizzo nel luogo di lavoro. In particolare per la loro forma sono recipienti instabili e possono provocare danni alle persone e alle cose investite nonché, durante la caduta, riportare danneggiamenti alla valvola: la pressione causata dalla fuoriuscita incontrollata del gas imprime un forte movimento rotatorio alla bombola medesima. Sono quindi misure tutelari dei supporti per ancorare la bombola e renderla stabile, così come l'uso di protezioni quali il cappellotto alla valvola. Altra variabile importante oltre la pressione è la temperatura dei gas che deve sempre rimanere inferiore ai 50 gradi Celsius, misura cautelare rispetto esplosioni. In vista di quanto descritto è necessario quindi disporre le bombole, quando previste, in un ambiente distante da fonti di calore o irraggiamento solare e verificare non vi siano fonti d'innesco.

3.3.4 *Deposito carichi e uso dei macchinari*

I rischi che possiamo riconoscere durante il deposito dei materiali ed annessi all'uso dei macchinari, sono di svariato tipo. Una breve classificazione dei principali fattori si può riassumere in:

- essere colpiti dal ribaltamento o dalla caduta delle merci;
- inciampare e cadere;
- pericoli connessi all'uso dei mezzi di trasporto.

Al fine di prevenire uno qualsiasi di tali rischi citati si sottolinea l'importanza di utilizzare un metodo di immagazzinamento idoneo per ogni tipo di materiale. Oltre, quindi, alla necessaria segnaletica nel deposito durante le attività servono indicazioni in merito l'altezza massima ammissibile per le cataste, in funzione anche del carico massimo sopportabile senza esercitare forti pressioni. Le cataste devono essere innalzate e disfatte da persone addestrate e formate nel caso sia necessario l'utilizzo di macchinari appositi così da evitare incidenti derivanti dal loro uso, quali: impatto, cesoiamento, taglio, schiacciamento e impigliamento/trascinamento. Si deve invece imporre il divieto di salita su catastali ad ogni lavoratore.



Va tenuto conto poi della natura, del volume e delle possibili reazioni a contatto con altri materiali delle cataste in esame. Durante le fasi di carico e scarico in deposito si è di fronte ad una situazione di movimentazione dei carichi con conseguenti rischi annessi:

- Posizionamento della rampa o della pedana
- Traino di bancali mediante *transpallets* manuali.
- Spostamento di casse o pallets.

Durante la movimentazione dei carichi, infatti, spesso si incontrano dislivelli e/o irregolarità della pavimentazione di varia natura: rampe, pedane di accesso all'interno dell'esercizio, passaggio all'interno del montacarichi per scendere al piano interrato, ecc. Essi sono elementi importanti nell'analisi del rischio, nelle azioni di traino e spinta che in particolare il datore di lavoro è tenuto ad evitare e, qualora ciò non fosse possibile, deve adottare le misure organizzative necessarie e ricorrere ai mezzi appropriati per ridurre i rischi a livelli tollerabili. Qualora infatti vi siano spostamenti, scarichi, carichi o tiraggi e depositi di carichi che per le loro caratteristiche o in conseguenza delle condizioni ergonomiche sfavorevoli si ha di conseguenza l'insorge anche un rischio fisico es. dorso- lombare, inciampamento o scivolamento per l'ostruzione alla vista.

3.3.5 Elettrocuzione

Ovunque sia presente una fonte di alimentazione di natura elettrica esiste potenzialmente un rischio di esposizione per gli operatori. Il rischio elettrico è genericamente ovunque diffuso negli ambienti di lavoro, anche se maggiormente in ambienti come quello edile e meccanico. Facendo quindi testo agli obblighi previsti dal capo III del D.Lgs 81/2008 ed in particolare le misure di prevenzione e protezione ascrivibili al Datore di Lavoro di cui all'art 18, gli aspetti relativi alle apparecchiature elettroniche sono piuttosto vasti. Va fatta dapprima una distinzione tra: **contatto elettrico diretto**, quando la scarica viene trasmessa al corpo direttamente da una fonte di energia, e quello **indiretto** quando vi è passaggio di corrente attraverso un elemento conduttore (come può essere l'acqua o un metallo). Gli eventuali danni all'organismo che possono verificarsi in seguito ad un incidente di natura elettrica variano in base alla durata dell'esposizione, alla frequenza ed all'intensità della corrente. Alcuni danni per passaggio di corrente possono essere folgorazione, ustioni locali e ipersensibilizzazione. Per questo sarà prima di tutto premura del dipendente il corretto utilizzo delle apparecchiature con l'adozione di adeguati dispositivi tecnici e protezioni (calzature antistatiche, guanti isolanti e simili). Sarà poi obbligo del datore di lavoro la verifica periodica del corretto funzionamento e manutenzione delle componenti dell'impianto.

3.3.6 Transito dei mezzi pesanti e gestione del traffico

I supervisori di prima linea devono essere convinti dell'importanza del controllo dei rischi associati alla movimentazione e allo stoccaggio dei materiali e devono essere ritenuti responsabili della formazione dei dipendenti. Difatti la gestione dei materiali, compresa di trasporto, può avere degli effetti significativi sulla sicurezza del sito. L'appaltatore dovrà garantire un adeguato piano del traffico con il fine di garantire la sicurezza dei mezzi, delle attrezzature e del personale operante e la continuità del traffico veicolare nelle aree interessate delle attività.



Lo stoccaggio e la movimentazione dei vari materiali devono essere attentamente studiati per ottimizzare l'utilizzo delle macchine in modo da poter fornire un servizio efficiente e assicurare che tutti gli operatori di veicoli, gru e attrezzature pesanti dispongano di una licenza e di altre certificazioni adeguate come da requisiti specifici locali. La pianificazione delle operazioni di movimentazione dei materiali inizia quando viene elaborato il programma di produzione.

Inoltre andrà prestata particolare attenzione ai veicoli utilizzati per consegnare materiali e forniture per le attività del sito, in quanto possono comportare un numero maggiore di infortuni e mortalità dovuti a incidenti stradali e nonché a sversamenti di materiali pericolosi trasportati; basti prendere da esempio le manovre di inversione dei camion, che andrebbero ridotte al minimo proprio a partire dalla pianificazione delle operazioni.

Nei cantieri di grandi opere infrastrutturali, i rischi di investimento, oltretutto di collisione tra mezzi, nasce dalla presenza di una molteplicità di veicoli aventi caratteristiche assai differenti tra loro e da svariate situazioni in cui nello stesso luogo operano e si muovono contemporaneamente pedoni e mezzi. Allora, secondo quanto argomentato, vanno adottate alcune misure per la prevenzione dei lavoratori di cui si riportano alcuni esempi:

- predisposizione di aree e piste atte a garantire condizioni di sicurezza
- presenza di un'adeguata illuminazione diurna e notturna nei luoghi di lavoro e di transito
- adozione di indumenti ad alta visibilità per i lavoratori e per tutti gli altri soggetti presenti a vario titolo nel cantiere
- Utilizzo di mezzi dotati di idonei sistemi di segnalazione acustica e luminosa sia in condizioni di marcia che in fase operativa e di manovra;
- visibilità dal posto di guida dei mezzi prevedendo, ove necessario, il supporto di personale a terra per l'esecuzione in sicurezza di operazioni in spazi ristretti o con visibilità insufficiente;
- segregazione fisica o segnalazione delle lavorazioni rispetto alle vie di transito

Devono infine essere adottate misure idonee ad impedire l'accesso involontario alle aree e alle piste di cantiere da parte di pedoni e mezzi non autorizzati, anche nei periodi in cui non sono in atto lavorazioni.

3.3.7 Locali e servizi igienici

L'appaltatore dovrà mettere in atto un sistema per promuovere, sviluppare e mantenere condizioni di lavoro e di vita sane per tutto il personale sui siti, in conformità con la legislazione locale, rafforzando gli standard igienici, attraverso una costante sorveglianza dell'igiene del cantiere e della salute del personale e coinvolgendo tutti i dipendenti attraverso specifici corsi di formazione e distribuzione di informazioni.

Le aree del sito dovranno essere opportunamente recintate come ulteriore garante di sicurezza. Il recinto sarà fissato in posizione e mantenuto in buon ordine in ogni momento.

I siti dovranno essere dotati di strutture per uffici containerizzate, adatte a ospitare i lavoratori impegnati nelle attività di costruzione. In genere, queste strutture includeranno i seguenti elementi:



- Uffici
- Toilette (comprese docce e lavamani)
- Spogliatoio
- Stanza degli armadi

Inoltre, presso le unità operative e gli uffici di cantiere saranno posizionate le cassette di primo soccorso ed i relativi numeri di emergenza da contattare.

Vi sono poi degli standard necessari di pulizia all'interno delle strutture ricettive e dei luoghi di lavoro fini alla tutela dei dipendenti e della loro salute in particolare. Ciò significa anche controllare la gestione di rifiuti e immondizie mediante l'implementazione di politiche, piani di lavoro di sicurezza rilevanti. È risaputo che la cattiva gestione delle pulizie (e ciò che ne consegue) su un luogo di lavoro sono una delle principali fonti di incidenti; sarà quindi dovere dell'appaltatore mantenere standard elevati di igiene personale e di pulizia e garantire che tutte le aree di lavoro del progetto e le strutture ricettive siano mantenute pulite e ordinate.

Al fine di contribuire alla sicurezza del lavoro, le seguenti precauzioni dovranno essere rigorosamente rispettate durante le attività di esecuzione del progetto:

- Devono essere previsti punti di raccolta dei rifiuti, pattumiere / cestini dei rifiuti coperti e chiaramente contrassegnati, ecc., in modo da mantenere tutte le aree pulite e in ordine
- I contenitori dei rifiuti straripati, i rifiuti o i materiali lasciati nelle aree non assegnate non saranno tollerati
- La raccolta giornaliera dei rifiuti deve essere organizzata e seguita rigorosamente
- Le vie di accesso alla sicurezza, agli impianti antincendio e alle attrezzature di emergenza devono essere mantenute pulite e non ostruite in ogni momento
- Le scale / le vie di accesso / le strutture di ponteggio devono essere mantenute pulite e libere da tutti i materiali e devono essere adeguatamente illuminate per evitare potenziali rischi di scivolamento / caduta
- Presso le aree riservate al fumo, verranno forniti solo contenitori metallici appropriati per lo smaltimento dei mozziconi di sigaretta. Fumare non sarà tollerato in luoghi diversi da quelli specificatamente designati
- I dispositivi di protezione individuale (DPI) e gli indumenti devono essere tenuti puliti e in condizioni di servizio

3.3.8 Cartellonistica e segnaletica

Per segnaletica non deve intendersi solamente quella cartellonistica, ma bensì anche quella acustica, luminosa, gestuale nonché comunicazione verbale. Su questi tipi di segnali è necessario fare formazione ed informazione. La segnaletica di sicurezza, nei luoghi di lavoro, deve essere utilizzata quando i rischi non possono essere evitati o sufficientemente limitati con misure, metodi o sistemi di organizzazione del lavoro. Essa è, infatti, lo strumento più consono per attuare le misure di tutela e di sicurezza per i lavoratori e se tale



strumento viene utilizzato correttamente rappresenta uno dei sistemi più efficaci per fare formazione e informazione, direttamente sul posto di lavoro.

Non bisogna dimenticare che la segnaletica deve essere semplice oltreché chiara così da venire compresa senza indugi al fine di attirare l'attenzione su ciò che può rappresentare un pericolo. Tutti i lavoratori, infatti, soprattutto quelli poco alfabetizzati o extracomunitari che ancora non hanno dimestichezza con la nostra lingua devono essere messi in grado di interpretare il messaggio di pericolo.

Nelle vicinanze della zona di lavoro, soprattutto nelle zone ove è previsto il passaggio delle persone ed in prossimità delle zone di operazioni dei mezzi meccanici, devono essere collocati gli opportuni cartelli indicatori del pericolo e delle misure di prevenzione da seguire.

In conformità con la norma internazionale UNI EN ISO 7010, i segnali di sicurezza sono misure che consentono di ridurre il rischio di incidenti e prevenire comportamenti non sicuri. I cartelli di sicurezza dovranno essere posizionati in modo da:

- Evitare l'accesso a persone non autorizzate
- Controllare il traffico dei veicoli del sito (in particolare i limiti di velocità)
- Segnali pericoli specifici
- Divieti specifici del segnale
- Osservazioni sui comportamenti obbligatori
- Osservare l'uso di DPI adeguati
- Segnalare la posizione dei kit di pronto soccorso e delle strutture di emergenza
- Devono essere fornite insegne di sicurezza / avvertimento, barricate e dispositivi di illuminazione durante la notte

I segnali di sicurezza sono efficaci quando sono posizionati in zone visibili e sono in buono stato di manutenzione. Occorre però fare attenzione che l'abbondanza non si trasformi in confusione e quindi in "rumore", rendendo dunque inefficace il messaggio che si vuole trasmettere. In genere segnali specifici vanno installati in prossimità delle aree in cui è presente proprio quel rischio specifico mentre la segnaletica su attrezzature e macchine deve essere installata in prossimità del pannello di comando.

3.4 Rischi e prescrizioni relativi alle attività a mare

Per fare riferimento ad uno specifico tipo di attività lavorativa come quella a mare vanno considerati oltre che i rischi legati al lavoro medesimo, anche quelli legati allo svolgimento di attività a bordo di un'imbarcazione.

Importanti aspetti inerenti alla salute e sicurezza dei lavoratori durante gli interventi, specificatamente in mare (cantiere offshore), che devono essere già in atto prima di inizio delle fasi operative sono:

- Formazione e addestramento del personale sulla sopravvivenza come da art. 36 e 37 del D.Lgs. 81/08 oltre che D.M. 388/2003 e DM 01/09/2021, DM 02/09/2021, DM 03/09/2021 (GWO sea survival – OPITO Bosiet);
- Lavoratore sottoposto alla sorveglianza sanitaria in linea con OGUK (specifico per offshore).



- DPI certificati e periodicamente verificati; come da matrice della sicurezza per ogni fase lavorativa.
- Toolbox con i lavoratori dove la tematica principale, oltre le fasi tecniche operative, sia quella del risk assesment e le misure adottate per specifiche fasi finalizzati a mitigare i rischi.
- Site & safety induction a bordo della nave con dettagliata spiegazione e prescrizioni per una migliore e sicura "convivenza" a bordo. Nel particolare, con spiegazione dell'organigramma della sicurezza a bordo, si intendano procedure di sicurezza, piano, etc.
- Simulazioni periodiche (settimanalmente/bisettimanalmente/ogni cambio rotazione turno) delle emergenze a bordo dell'imbarcazione.

Di rilevanza rimangono anche variabili legate a condizioni meteomarine avverse per le quali si intendano: ventosità, onde e possibile presenza di fulmini. È evidente, dunque, l'importanza di valori noti rispettivamente per la soglia d'altezza d'onda e quella della velocità del vento, rispetto i quali risulta necessario sospendere le operazioni di cantiere nel momento in cui vengano superati (considerando il pontone prescelto, fase lavorativa, ruoli e responsabilità, documenti e procedure operative di sicurezza per citare alcuni esempi.).

Durante le fasi operative di cantiere i principali rischi da considerare che possono generarsi, per i quali bisogna attuare delle misure di prevenzione, sono argomentati e descritti nei paragrafi a seguire.

3.4.1 *Caduta di persone in mare*

Durante le attività previste in mare che si svolgeranno sull'imbarcazione, per evitare la caduta accidentale del personale di bordo o dei lavoratori, sull'imbarcazione dovranno essere adottate tutte le misure di sicurezza per la mitigazione del rischio; per esempio il rivestimento antiscivolo per il ponte, corrimani in acciaio e/o altre misure adottate dal responsabile della sicurezza sull'imbarcazione (HSE Health Safety and Environment a bordo).

Anche durante le varie fasi operative di costruzione offshore, per ridurre al minimo il rischio di caduta dall'alto e caduta in mare, è importante che ci siano parapetti di trattenuta applicati a tutti i lati liberi sporgenti, alle impalcature e alle passerelle, è necessario coprire le aperture sui piani e controllare costantemente i DPI (Dispositivi di Protezione Individuale) con verifiche periodiche e infine predisporre idonee linee vita. La matrice dei DPI deve essere distribuita a tutto il personale (e specificatamente per ogni fase lavorativa) per evitare non solo questo rischio ma anche gli altri rischi che ci possono essere.

Oltre le misure adottate dal HSE di bordo, vi saranno integrazioni basate sulle osservazioni degli altri HSE, con un fine comune: quello di garantire la salute e sicurezza dei lavoratori. Vengono performate in modo periodico delle simulazioni di emergenza con incontro nei "muster point", o punti di raccolta, nei quali sono presenti i cartelli segnaletici per le emergenze.

Tutti i lavoratori sono formati e addestrati per la sopravvivenza in mare e sono tutti informati sulle procedure di emergenza dell'imbarcazione in caso di "uomo a mare". In questo ultimo caso occorre seguire la seguente procedura:



- Segnalare l'allarme, fermare il mezzo e dare poi indicazioni su dove si è verificato l'incidente anche attraverso l'uso di apparecchiature specifiche di localizzazione;
- Mantenere il contatto visivo e l'indicazione con l'indice o comunque la mano, in modo da non perdere di vista l'uomo in mare e nel caso venga perso di vista il soggetto si comunichi ai soccorsi e si fermi il motore della nave;
- Preparare l'attrezzatura per il recupero dopo essersi avvicinati con cautela all'uomo; ricordando che i membri coinvolti nell'operazione devono indossare a loro volta i giubbotti di salvataggio ed essere attaccati al jack-line per evitare ulteriori incidenti. Si proceda poi nell'issarlo a bordo (si ricordi infatti che la braca rappresenta un grosso pericolo per l'uomo a mare) o nel caso in cui sia necessario vengano attesi i soccorsi sul posto;
- Venga poi prestata attenzione e premura nei confronti del soggetto soccorso, una volta a bordo dell'imbarcazione, per la presenza di possibili traumi o choc e ancora ipotermia o circolazione sanguigna contigua.

3.4.2 Movimento di rollio e beccheggio della nave

Durante le fasi operative, i lavori si svolgeranno su un'imbarcazione (barge) e nel caso di spostamento dei lavoratori si utilizzerà una CTV. I movimenti di rollio e beccheggio della nave possono causare malessere e stato confusionale per il mal di mare. Sarà opportuno assumere precauzioni dovute nel caso si riscontri sofferenza e si dovrà sempre leggere il foglio illustrativo di eventuali farmaci utilizzati. Si dovrà considerare che le pillole per il mal di mare possono avere effetti collaterali, tali per cui i lavoratori non saranno in grado di mettersi a svolgere per esempio attività in altezze o altre attività (variabili che dovranno essere considerate nell'analisi dei rischi).

3.4.3 Necessità di abbandono nave

Nel caso di necessità di abbandono della nave (esempio gravi danni, incendio o altro), comunque solo a seguito della decisione di chi ne ha competenza, le indicazioni dovranno essere ben chiare sulla modalità e il procedimento. Motivo per cui tutti i lavoratori quando salgono sull'imbarcazione vengono informati sulle procedure di sicurezza, l'alloggio delle mute stagne, punti di incontro. Si fanno delle esercitazioni e simulazioni periodiche, posizionamento delle scialuppe di salvataggio e tutto quello che riguarda la salute e sicurezza dei lavoratori anche nel caso sia necessario abbandonare il mezzo.

Nel caso poi in cui l'imbarcazione rimanga alla deriva è di dovere comunicare con un Avviso ai Naviganti l'ostacolo alla navigazione così da scongiurare il pericolo di collisione.

3.4.4 Esecuzione dei piani di emergenza per operazioni di emergenza/soccorso/antincendio in offshore (sull'imbarcazione)

Come descritto e riportato nei paragrafi precedenti una formazione e stesura di piani di emergenza, il "site & safety induction" è fondamentale per il personale/lavoratore che accede in nave/barge/CTV. Durante il



site induction vengono fornite tutte le informazioni che riguardano l'ambiente, la salute e la sicurezza dei lavoratori in quel luogo, ovvero la nave. Vengono forniti i piani di urgenza in caso di primo soccorso o antincendio in aggiunta a periodiche simulazioni e addestramenti. E' importante che figure quali Comandante, Armatore, responsabile di prevenzione e protezione designato, rappresentante all'igiene e sicurezza discutano periodicamente e congiuntamente di tematiche quali:

- le misure di igiene e sicurezza previste a bordo;
- l'idoneità dei mezzi di protezione individuali previsti a bordo;
- i programmi di informazione e formazione dei lavoratori marittimi;
- eventuali variazioni, rispetto alle normali condizioni di esercizio dell'unità, delle situazioni di esposizione del lavoratore a fattori di rischio".

Deve poi essere redatto, con il contributo degli stessi sopra citati, un **"Manuale di gestione per la sicurezza dell'ambiente di lavoro a bordo"** sempre presente a bordo dell'imbarcazione. Ivi sono riportati gli strumenti e le procedure utilizzate dall'armatore per adeguarsi alle disposizioni previste dal decreto 271/99 e dalle norme internazionali. Esso può costituire parte integrante del "Safety Management Manual" redatto ai sensi di quanto previsto dal codice internazionale di gestione per la sicurezza delle navi (ISM Code).

3.4.5 Attività subacquee

Le prestazioni lavorative in immersione per il posizionamento della piattaforma, per l'ispezione e la manutenzione delle attrezzature sommerse o per lavori assimilabili, devono essere effettuate solamente da personale esperto e fisicamente idoneo. Il lavoro poi viene diretto da un responsabile di comprovata capacità, nel rispetto delle norme specifiche in materia e delle regole della buona tecnica.

Tutte le immersioni devono essere autorizzate dal predetto responsabile.

Non è consentito l'impiego di operatori subacquei quando non siano presenti a bordo gli equipaggiamenti, le attrezzature ed i mezzi di salvataggio necessari per rendere sicure le immersioni, o quando vi siano dubbi sulle condizioni psico-fisiche degli operatori stessi.

Il datore di lavoro deve prevedere la disponibilità, a seconda delle situazioni, di una camera iperbarica a bordo o di un rapido collegamento con un centro di emergenza dotato di tale attrezzatura. Andranno inoltre indicate ed argomentate le periodiche attività, annesse di indicazioni in merito le precauzioni prese per il progetto.

3.4.6 Caso di incendio

Dinamiche per la quale possa presentarsi la nascita di un incendio su una nave possono avere varia natura e quindi si necessita un sistema di risposta agli effetti del fuoco, dell'esplosione, del fumo e di gas tossici, includendo anche gli effetti secondari quali ad esempio: dell'incapacità motoria, presenza di feriti, del buio, del fumo e dei danni alle vie di fuga. Vi sono molte componenti da analizzare per l'adeguata gestione di un



rischio dovuto a fiamme per cui una corretta considerazione/gestione di esso permetterebbe poi di eludere al massimo delle possibilità il danno medesimo.

Di rilevanza per emergenze provocate da incendio vi sono elementi quali:

1. Rifugio temporaneo (Temporary refuge), specificando il numero dei rifugi temporanei e dei punti di raccolta (muster area) presenti sull'impianto, dove sono collocati e quali funzioni devono svolgere. Devono inoltre essere indicate le protezioni poste per permettere l'assembramento del personale in sicurezza;
2. Vie di accesso e di fuga (Egress and access route), indicando il numero di vie di fuga presenti, la localizzazione di tali vie e le dimensioni di ciascuna.
3. Filosofia di raccolta, assembramento (muster philosophy);
4. Sistemi di controllo e comunicazione di emergenza (PA/GA System), indicando i mezzi utilizzati per la comunicazione all'interno dell'impianto e con unità esterne per coordinare le operazioni.
5. Mezzi di evacuazione e soccorso (means of evacuation and escape), indicando e specificando tutti i mezzi possibili per l'abbandono dell'impianto, sia nel caso in cui debba essere condotto in tempi pianificati sia in cui debba essere condotto in condizioni di emergenza (elicottero, TEMPSC, zattere);
6. Equipaggiamento presente a bordo per il personale per abbandonare in sicurezza l'impianto, comprendendo salvagenti, maschere, luci di segnalazione;
7. Mezzi per il ricovero e il soccorso (rescue and recovery facilities);
8. Analisi dei sistemi di evacuazione, fuga e soccorso dimostrando che essi siano sempre in grado di garantire il corretto abbandono in caso di emergenza (escape, evacuation and rescue analysis).

Le procedure per chi dovesse accorgersi di incendio a bordo sono:

- Dare l'allarme e informare l'equipaggio di consultare e seguire il piano antincendio
- Localizzare gli estintori più vicini e se possibile estinguere il pericolo in caso di situazione critica lanciare l'allarme via radio
- Isolare nel miglior modo possibile l'incendio chiudere e tenere chiusi i boccaporti, porte, prese d'aria, fumaioli e simili
- Nel caso l'incendio sia invece nel comparto motore bisognerà chiudere le valvole di arresto dell'alimentazione carburante. In seguito bloccare le ventole del compartimento motore e chiudere i dispositivi antitiraggio ed infine avviare la pompa e il Sistema antincendio

Tra le altre premure da adottare su un'imbarcazione per evitare l'insorgere di un incendio vi è la pulizia, buon senso e igiene personale che sono i modi migliori per la prevenzione, tra i quali ad esempio: rispettare le segnaletiche dove è vietato fumare, spegnere i mozziconi in modo sicuro, scollegare prese di corrente o dispositivi elettronici là dove non necessario, verificare che le porte tagliafuoco si chiudano liberamente, ecc.

3.4.7 Apparecchi di sollevamento e movimentazione dei carichi

Gli apparecchi sono generalmente considerati una categoria di macchine pericolosa in caso di carenze costruttive, manutentive o di utilizzo, i rischi per la sicurezza delle persone che stazionano nelle aree di lavoro



interessate dalla loro presenza sono molto elevati. Per tale motivo non solo è di normativa che vengano periodicamente verificate le loro prestazioni ma vi sono anche delle attenzioni che è bene vengano ricordate nel momento in cui si svolga attività che comprendano l'utilizzo dei suddetti. Deve essere utilizzato un approccio sistematico al fine di identificare i pericoli sia all'attività dell'impianto che alle persone coinvolte, infine all'ambiente di interesse con attenzione anche nei rispetti degli eventi iniziatori e le loro sequenze.

Vanno quindi, secondo quanto precedentemente detto, considerati in particolar modo i rischi dovuti a rovesciamento o caduta di carichi, anche detti Dropped objects. Durante la valutazione degli incidenti derivanti dalla caduta degli oggetti pesanti manovrati mediante la gru dell'impianto gru su imbarcazioni, comprendente anche le fasi di sollevamento, si raccomanda di considerare:

- Le cadute di oggetti su parti di processo, che potrebbero costituire un aggravio nella stima delle frequenze di rilascio delle sezioni isolabili interessate;
- La possibilità di sfondamento dei deck, che potrebbe costituire un aggravio nella stima delle frequenze di rilascio delle sezioni isolabili sottostanti i deck, per la quale si intenda la copertura di una imbarcazione
- La caduta di carichi in acqua e il potenziale interessamento di condotte sotto-marine.

Bisognerà poi includere nell'analisi anche il potenziale impatto tra i carichi oscillanti e la struttura. Infatti soprattutto mentre sono in sollevamento dei carichi, oltre ai fattori già menzionati, possono essere di rilevanza anche interferenze tra più apparecchi che potrebbero avere raggi d'azione incidenti; nonostante spesso i rischi maggiori siano dovuti alla caduta del carico per manovre brusche, carichi eccedenti, non idoneità ai freni di corsa o anche ai sistemi di trattenuta/imbracatura. In altrettanto modo sono quindi necessari sistemi che permettano segnalazione e avviso così da poter sempre comunicare le operazioni svolte e potenziali errori commessi.

3.4.8 Caratteristiche strutturali delle navi e delle attrezzature di lavoro/servizio fisse e mobili

Vada prestata particolare attenzione alla composizione stessa dell'imbarcazione sulla quale verranno svolte le attività lavorative poiché alcune caratteristiche strutturali possono costituire da sole un rischio alla salute e sicurezza. Il datore di lavoro deve a sua volta considerare delle condizioni dove tali rischi siano minimi: le macchine da utilizzare devono non solo essere conformi alle direttive ma anche idonee ai fini della salute e sicurezza compreso di una giusta installazione e manutenzione (sempre registrata). I mezzi utilizzati in particolare dovranno essere forniti con indicazioni e dettagli in merito le attività e le modalità da svolgervi.

Deve essere invece di attenzione dell'operatore una serie di premure nei confronti della struttura medesima del mezzo e quindi effettuare ad esempio la salita a bordo della banchina attraverso scala o passerella apposita, spostamenti tra nave e strutture secondarie in sicurezza o ancora non cercare di esaminare apparecchiature di bordo senza aver consultato il funzionario responsabile, tenersi a distanza minima dagli impianti in movimento, prestare attenzione a zone umide o scivolose e simili.

Devono comunque essere disponibili e utilizzati equipaggiamenti di sicurezza per il lavoro consoni, in previsione della tutela individuale, tra cui ad es.

- indumenti ad alta visibilità;



- giubbotti di salvataggio e/o mute stagne;
- guanti;
- tute protettive;
- calzature antiscivolo e antistatiche (di norma con puntale di protezione);
- elmetti di sicurezza;
- torce o luci di lavoro a sicurezza intrinseca (utilizzabili in sicurezza in atmosfere infiammabili).

Se si deve entrare in spazi confinati è necessario utilizzare anche altri dispositivi specifici, tra cui:

- sistema personale di allarme di sicurezza (è munito di sensori di movimento e segnala quando una persona è priva di conoscenza);
- rivelatori multigas personali con allarme (rilevano la presenza di gas nocivi);
- apparecchi radio/dispositivi di comunicazione a sicurezza intrinseca;
- apparecchiature di salvataggio per spazi confinati (respiratore ad aria compressa);
- imbracatura di sicurezza, cavo di sicurezza per le comunicazioni e cavo di localizzazione;
- sistema manuale e automatico di rianimazione respiratoria

3.4.9 Stress di lavoro correlato

Lo stress da lavoro ha ricevuto una significativa e crescente attenzione negli ultimi anni ed è oggi ritenuto un problema pervasivo con implicazioni rilevanti per la salute e la sicurezza sul lavoro. Le continue trasformazioni tecnologiche e l'emersione di nuove forme e modalità di lavoro, richiedono di mantenere l'attenzione alta su questo tema con un conseguente affinamento di indicazioni e linee guida per una corretta gestione del fenomeno e potenziamento dei «dispositivi» preventivi adottabili dalle organizzazioni.

In Italia, il vigente quadro normativo, costituito dal d.lgs. 81/2008 e s.m.i., stabilisce l'obbligo per il datore di lavoro di valutare e gestire il rischio Slc al pari di tutti gli altri rischi per la salute e sicurezza, in recepimento dei contenuti dell'Accordo quadro europeo. Sarà quindi dovere del datore di lavoro adempiere agli obblighi per la tutela del lavoratore nel qual caso egli presenti dei significativi sintomi di stress correlato al proprio impiego tra i quali, a titolo esemplificativo ma non esaustivo, malattie cardiovascolari o disturbi musco scheletrici oltre che disturbi legati al malessere psicologo/comportamentale.

3.4.10 Esposizione a situazioni di microclima avverso

Il microclima è l'insieme dei fattori fisici ambientali che, congiuntamente ai parametri quali attività metabolica ed abbigliamento, caratterizzano gli scambi termici tra ambiente e lavoratori. L'interazione dell'individuo con l'ambiente termico che lo circonda può dar luogo ad una serie di effetti estremamente vari che spazia da aspetti di tipo percettivo (comfort/discomfort) ad aspetti di tipo prestazionale fino ad aspetti che coinvolgono elementi fisiologici e finanche le funzioni vitali dell'individuo stesso. In accordo con quanto



scritto nel d.lgs. 81/08 e s.m.i. si prevede, nei rispetti degli addetti al lavoro, una situazione per la quale il microclima non costituisca pericolo alla salute e a tal fine si possono riportare alcune accortezze che permetterebbero di evitare i rischi annessi ad un ambiente severo, ovvero uno squilibrio termico:

- La temperatura nei locali di lavoro deve essere adeguata all'organismo umano durante il tempo di lavoro, tenuto conto dei metodi di lavoro applicati e degli sforzi fisici imposti ai lavoratori.
- Nel giudizio sulla temperatura adeguata per i lavoratori si deve tener conto della influenza che possono esercitare sopra di essa il grado di umidità ed il movimento dell'aria concomitanti.
- La temperatura dei locali di riposo, dei locali per il personale di sorveglianza, dei servizi igienici, delle mense e dei locali di pronto soccorso deve essere conforme alla destinazione specifica di questi locali.
- Le finestre, i lucernari e le pareti vetrate devono essere tali da evitare un soleggiamento eccessivo dei luoghi di lavoro, tenendo conto del tipo di attività e della natura del luogo di lavoro.
- Quando non è conveniente modificare la temperatura di tutto l'ambiente, si deve provvedere alla difesa dei lavoratori contro le temperature troppo alte o troppo basse mediante misure tecniche localizzate o mezzi personali di protezione.
- Gli apparecchi a fuoco diretto destinati al riscaldamento dell'ambiente nei locali chiusi di lavoro di cui al precedente articolo, devono essere muniti di condotti del fumo privi di valvole regolatrici ed avere tiraggio sufficiente per evitare la corruzione dell'aria con i prodotti della combustione, ad eccezione dei casi in cui, per l'ampiezza del locale, tale impianto non sia necessario.
- Per quanto riguarda l'umidità, invece, nei locali chiusi di lavoro delle aziende industriali nei quali l'aria è soggetta ad inumidirsi notevolmente per ragioni di lavoro si deve evitare per quanto possibile la formazione della nebbia mantenendo la temperatura e l'umidità nei limiti compatibili con le esigenze tecniche.

La strada più opportuna per raccogliere tali informazioni è mediante una ricognizione diretta. In subordine è possibile acquisire elementi utili anche mediante documenti forniti dall'azienda alla quale fa riferimento l'ambiente di lavoro oggetto dell'indagine.

3.4.11 Fonti di rumore e vibrazioni

Per una corretta valutazione di quelli che sono i rischi derivanti da vibrazioni e forti rumori sul posto di lavoro va fatto riferimento al Titolo VIII, Capo I, II e III del D. Lgs. n. 81/2008 riguardante la prevenzione e protezione dai rischi dovuti all'esposizione ad agenti fisici nei luoghi di lavoro; in particolare i rischi lavorativi derivanti da esposizione professionale a disturbo acustico come quello sopracitato. Si faccia invece riferimento ad art. 180 per la definizione di rumore alla quale viene alluso il rischio in argomentazione: ultrasuoni, gli infrasuoni, le vibrazioni meccaniche, i campi elettromagnetici, le radiazioni ottiche di origine artificiale, il microclima e le atmosfere iperbariche che possono comportare rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori. Tale valutazione, inoltre, è parte integrante del Documento di Valutazione dei rischi e deve essere programmata-effettuata con decadenza quadriennale come indicato da art.181 c 2 del D. obbligo del datore di lavoro



diviene quindi quello di determinare con campionamento le misure ed i livelli di precauzione da tenere al fine di garantire la sicurezza sul posto di lavoro dei propri dipendenti.

Restando a quanto stabilito dall'art. 182, il datore di lavoro elimina i rischi alla fonte o li riduce al minimo mediante le seguenti misure:

- adozione di altri metodi di lavoro che implicano una minore esposizione al rumore;
- scelta di attrezzature di lavoro adeguate, tenuto conto del lavoro da svolgere, che emettano il minor rumore possibile, inclusa l'eventualità di rendere disponibili ai lavoratori attrezzature di lavoro conformi ai requisiti di cui al titolo III, il cui obiettivo o effetto è di limitare l'esposizione al rumore;
- progettazione della struttura dei luoghi e dei posti di lavoro;
- adeguata informazione e formazione sull'uso corretto delle attrezzature di lavoro in modo da ridurre al minimo la loro esposizione al rumore;
- adozione di misure tecniche per il contenimento
- opportuni programmi di manutenzione delle attrezzature di lavoro, del luogo di lavoro e dei sistemi sul posto di lavoro;
- riduzione del rumore mediante una migliore organizzazione del lavoro attraverso la limitazione della durata e dell'intensità dell'esposizione

Secondo articolo 192 dello stesso decreto, qualora il datore di lavoro sia impossibilitato dall'evitare rischi derivanti dal rumore con le misure prima citate dovrà impegnarsi nel fornire i dispositivi di protezione individuali per l'udito in conformità alle disposizioni contenute nel Titolo III, capo II.



4. MISURE PER LA PREVENZIONE DI INCENDI

Lo scopo della presente sezione è definire le indicazioni relative alla sicurezza antincendio da adottarsi per la nuova Stazione Elettrica di Trasformazione 220/380 kV, l'impianto di produzione/stoccaggio idrogeno e dell'impianto BESS di accumulo elettrochimico di energia nell'area denominata "Agnes Ravenna Porto", nonché dimostrare il rispetto delle distanze di sicurezza prescritte dalle norme di prevenzione incendi per i cavidotti terrestri.

Per le sezioni 4.1 e 4.2 relative alle opere di connessione (sottostazione elettrica e cavidotti), sono stati presi in considerazione i seguenti riferimenti normativi:

- Decreto Ministeriale 24 novembre 1984 "Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8;
- DM 3/2/2016 "Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio dei depositi di gas naturale con densità non superiore a 0,8 e dei depositi di biogas, anche se di densità superiore a 0,8" (Abroga la parte seconda dell'allegato al DM 24/11/1984 intitolata "Depositi per l'accumulo di gas naturale");
- Decreto Ministeriale 15 luglio 2014, n. 180 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, l'installazione e l'esercizio delle macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili in qualità superiore a 1 m³";
- D.P.R. 1 agosto 2011, n. 151 "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122";
- D.M. 7 agosto 2012 – "Disposizioni relative alle modalità di presentazione delle istanze concernenti i procedimenti di prevenzione incendi e alla documentazione da allegare, ai sensi dell'articolo 2, comma 7, del D.P.R. 1° agosto 2011, n.151"
- Decreto Ministeriale 13 luglio 2011, n. 169 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o ad altra macchina operatrice e di unità di cogenerazione a servizio di attività civili, industriali, agricole, artigianali, commerciali e di servizi";
- Decreto Ministeriale 20 dicembre 2012 "Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l'incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi";
- Decreto Ministeriale 18 ottobre 2019, n. 41 "Modifiche all'allegato 1 al decreto del Ministro dell'interno 3 agosto 2015, recante Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell'articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139".
- UNI 10779:2021 – "Impianti di estinzione incendi - Reti di idranti - Progettazione installazione ed esercizio"
- UNI EN 12845:2020 – "Installazioni fisse antincendio - Sistemi automatici a sprinkler - Progettazione, installazione e manutenzione"



- UNI 11292:2019 "Locali destinati ad ospitare gruppi di pompaggio per impianti antincendio - Caratteristiche costruttive e funzionali"
- UNI 9795:2021 "Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Progettazione, installazione ed esercizio"
- UNI EN 54 "Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio"

Per la sezione 4.3 relativa all'impianto di produzione e stoccaggio idrogeno, sono stati presi in considerazione i seguenti riferimenti normativi:

- D.P.R. 1° agosto 2011, n.151 – "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del D.L. 31.05.2010, n. 78, convertito, con modifiche, dalla legge 30.07.2010"
- D.M. 23 Ottobre 2018 - "Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio degli impianti di distribuzione di idrogeno per autotrazione"
- D.M. 7 agosto 2012 – "Disposizioni relative alle modalità di presentazione delle istanze concernenti i procedimenti di prevenzione incendi e alla documentazione da allegare, ai sensi dell'articolo 2, comma 7, del D.P.R. 1° agosto 2011, n.151"
- Direttiva ATEX 94/9/CE - "Esplosività e incendiabilità delle polveri"
- IEC 60079-10-1:2021 – "Explosive atmospheres Classification of areas. Explosive gas atmospheres"
- ASME B31.12 - 2019 – "Hydrogen piping and pipelines"
- ISO 7240 – "Fire detection and alarm systems"
- DM 20 dicembre 2012 "Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l'incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi. "
- UNI 10779:2021 - "Impianti di estinzione incendi - Reti di idranti - Progettazione installazione ed esercizio"
- UNI EN 12845:2020 - "Installazioni fisse antincendio - Sistemi automatici a sprinkler - Progettazione, installazione e manutenzione"
- UNI CEN/TS 14816:2009 "Installazioni fisse antincendio - Sistemi spray ad acqua - Progettazione, installazione e manutenzione"
- UNI 11292:2019 "Locali destinati ad ospitare gruppi di pompaggio per impianti antincendio - Caratteristiche costruttive e funzionali"
- UNI 9795:2021 "Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Progettazione, installazione ed esercizio"
- UNI EN 54 "Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio"
- FM Global data sheets 7-91 "Hydrogen"
- FM Global data sheets 3-26 "Fire protection for nonstorage occupancies"
- UNI EN 54-11 - "Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio - Parte 11: Punti di allarme manuali"
- Testo coordinato della Nota 07 febbraio 2012 -" Guida per l'installazione degli impianti FV - Edizione anno 2012"D.M. 9 maggio 2007 - "Direttive per l'attuazione dell'approccio ingegneristico alla



sicurezza antincendio (G.U. n. 117 del 22 maggio 2007) "Per la sezione 4.3 relativa all'impianto di BESS di accumulo elettrochimico di energia si farà riferimento in via preliminare alle seguenti normative/ documenti;

- Studio del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco sui rischi connessi allo stoccaggio delle batterie litio-ion condotti in collaborazione con ENEA;
- UNI 10779:2021 – "Impianti di estinzione incendi - Reti di idranti - Progettazione installazione ed esercizio"
- UNI EN 12845:2020 – "Installazioni fisse antincendio - Sistemi automatici a sprinkler - Progettazione, installazione e manutenzione"
- UNI 11292:2019 "Locali destinati ad ospitare gruppi di pompaggio per impianti antincendio - Caratteristiche costruttive e funzionali"
- UNI 9795:2021 "Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Progettazione, installazione ed esercizio"
- UNI EN 54 "Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio"
- NFPA 855 "Standard per l'installazione di sistemi fissi di accumulo di energia"
- DM 3 agosto 2015 "Codice di prevenzione incendi"

Indicazioni preliminari di progettazione antincendio sono riportate negli elaborati grafici:

- AGNROM_EP-D_PLA-ARP-INC – "Agnes Ravenna Porto: Planimetria preliminare antincendio - reti di idranti ed impianti a diluvio;
- AGNROM_EP-D_SCH-ARP-INC – "Agnes Ravenna Porto: Schema preliminare antincendio"

Per una valutazione dei rischi che contempli l'ipotesi di accadimento di un incendio in area limitrofa all'impianto oggetto di analisi si rimanda alla Matrice di Rischio riportata nell'ALLEGATO 1 dell'elaborato AGNROM_SIA-R_REL-RISCHI-INCIDENTI "Analisi dei rischi HSE".

4.1 Cavi elettrici terrestri

I cavidotti elettrici terrestri sono costituiti da due tratti distinti e consequenziali:

- Fascio di cavi export da 220 kV
- Fascio di cavi export da 380 kV

La progettazione ha recepito i criteri della circolare del Dipartimento dei Vigili del Fuoco, Soccorso Pubblico e Difesa Civile, lettera Circolare prot. n° 33300 del 06/03/2019. Si è prestata particolare attenzione a verificare il rispetto delle distanze di sicurezza tra l'elettrodotto in cavi interrati in progetto e le attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco o a rischio di incidente rilevante di cui al D. Lgs. 334/99 e ss. mm. ii.



Nella seguente Tabella, con riferimento alle norme di prevenzione incendi, vengono esaminate le distanze di sicurezza relative all'intervento in esame, verificandone il rispetto.

Tabella 4: Verifiche distanze di sicurezza prevenzione incendi per cavidotti interrati a 220kV e 380kV

Attività soggetta al controllo VVF	Norma di riferimento	Distanza minima prescritta dalla norma, o altre prescrizioni	Verifica del rispetto della distanza minima
Opere e impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0,8	Decreto del Ministero dello sviluppo economico 17 aprile 2008	La distanza fra linee elettriche interrate, senza protezione meccanica, e condotte interrate, non drenate, non deve essere inferiore a 0,5 m sia nel caso di attraversamenti che di parallelismi. Tale distanza può essere eccezionalmente ridotta a 0,3 m quando venga interposto un elemento separatore non metallico (per esempio lastre di calcestruzzo o di materiale isolante rigido). Nel caso degli attraversamenti non si devono avere giunti sui cavi di energia a distanza inferiore ad un metro dal punto di incrocio a meno che non venga interposto un elemento separatore non metallico. Qualora le linee elettriche siano contenute in un manufatto di protezione valgono le prescrizioni del punto 2.7. Non devono mai essere disposti nello stesso manufatto di protezione cavi di energia e condotte per il trasporto di gas	Nella zona dell'intervento ed aree limitrofe sono presenti condotte di trasporto di gas naturale. Il cavidotto interrato si trova ad una distanza (sia orizzontale che verticale) superiore alle minime prescritte al paragrafo 2.6 del Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico 17 aprile 2008 n.107. È pertanto rispettata la condizione richiesta.
Attività soggetta al controllo VVF	Norma di riferimento	Distanza minima prescritta dalla norma, o altre prescrizioni	Verifica del rispetto della distanza minima
Opere e impianti di trasporto di gas naturale con densità non superiore a 0,8	Decreto del Ministero dello sviluppo economico 17 aprile 2008 D.M. 24 novembre 1984	Nei casi di percorsi paralleli fra condotte non drenate ed altre canalizzazioni non in pressione adibite ad usi diversi (cunicoli per cavi elettrici e telefonici, fognature e simili), la distanza minima tra le due superfici affacciate non deve essere inferiore alla profondità di interramento adottata per la condotta del gas, salvo l'impiego di diaframmi continui di separazione o manufatti di protezione chiusi drenanti. Nei casi di attraversamenti di condotte non drenate ad altre canalizzazioni non in pressione adibite ad usi diversi (cunicolo con cavi elettrici e telefonici, fognature e simili), la distanza misurata in senso verticale fra le due superfici affacciate non deve essere inferiore a 1,50 m. Punto 2.7 del D.M. 17 aprile 2008 e paragrafo 2.4.2.5e del D.M. 24 novembre 1984.	Nella zona dell'intervento ed aree limitrofe sono presenti condotte di trasporto di gas naturale. Il cavidotto non è alloggiato in cunicolo. È pertanto rispettata la condizione richiesta.



Il metodo di indagine e di esecuzione dell'analisi si è sviluppata nelle seguenti fasi:

- studio dei documenti progettuali;
- inquadramento delle normative di pertinenza;
- individuazione ed analisi di tutti gli attraversamenti e parallelismi riportati nella documentazione progettuale;
- individuazione ed analisi di tutte le strutture di origine antropica presenti al fine di riscontrare eventuali punti di interferenza con il cavidotto elettrico in progetto, e in particolare:
 - per le opere sotterranee, come ad esempio i metanodotti, è stata utilizzata la cartografia con gli attraversamenti ottenuta mediante analisi dei sottoservizi e della documentazione ricevuta dagli enti interessati, condotta durante la fase progettuale;
 - individuazione dei principali punti di interesse e verifica delle distanze di sicurezza dal cavidotto interrato ad alta tensione in progetto, secondo la normativa applicabile;
 - presentazione dei risultati di indagine.

Il percorso dell'elettrodotti in progetto non presenta elementi di rischio suscettibili di controllo da parte dei Vigili del Fuoco, sviluppandosi lungo la viabilità ed in aree agricole esistenti ad una profondità media di 140/150 cm.

Il progetto dei cavi interrati del cavidotto a 220 e 380 kV rispetta quanto previsto dalla norma CEI 11-17, che richiama le disposizioni di cui al D.M. 24 novembre 1984 e ss.mm.ii. "Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non inferiore a 0,8". In particolare, il progetto rispetta quanto previsto nei paragrafi 6.3 "Coesistenza tra cavi di energia e tubazioni o serbatoi metallici interrati" e 6.4 "Serbatoi di liquidi e gas infiammabili" della norma.

Ad oggi non vi sono indicazioni precise relative alla profondità di posa dei gasdotti di competenza degli Enti di riferimento quali Hera-In Rete, FSRU Ravenna, Gas Plus, SRG ALMA, SRG Ravenna.

Nel coordinamento con gli enti, nella successiva fase di progetto esecutivo, si sottolinea la necessità di prendere contatti con i loro tecnici preposti prima di eseguire i lavori di posa dei cavi per definire, mediante scavo indagine, l'esatta profondità dei metanodotti interferenti.

In sintesi, valutate le distanze minime di sicurezza prescritte da norme di prevenzione incendi per gli elettrodotti interrati, possiamo concludere che le opere dei cavidotti terrestri sono **in tutti i casi conformi con le distanze di sicurezza prescritte per le linee elettriche da impianti di trasporto gas, depositi etc.**

4.2 Sottostazione elettrica terrestre

All'interno della nuova Stazione Elettrica di Trasformazione 220/380 kV "Agnes Ravenna Porto", agli effetti delle indicazioni relative alla sicurezza antincendio, sono presenti i seguenti macchinari, oggetto delle opportune verifiche:

1. autotrasformatori trifasi di potenza 220/380 kV - 400 MVA;
2. trasformatori trifasi di potenza 220/30 kV - 125 MVA;



3. reattori unipolari 220 kV 54 - MVAR;
4. reattori unipolari 380 kV – 60 MVAR;
5. trasformatori trifasi ausiliari 30/0,4 kV – 630 kVA;
6. gruppo elettrogeno di emergenza – 630 kVA;
7. serbatoio ausiliario di gasolio interrato.

4.2.1 Attività e categorie soggette ai controlli di prevenzione incendi

Le macchine elettriche fisse elencate dalla posizione 1. alla 5. contengono liquido isolante in quantità superiore a 1 m³, il serbatoio di gasolio al punto 7 ha una capacità di 3 m³.

In relazione all'Allegato I al D.P.R. 1 agosto 2011 n. 151, nelle Tabelle di seguito le relative attività e categorie soggette ai controlli di prevenzione incendi:

Tabella 4.5: Attività soggette ai controlli di prevenzione incendi. Macchine Elettriche

Punto 48	<i>Centrali termoelettriche, machine e macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili in quantitativi superiori a 1 m³</i> <u>Attività 48.1.B: Macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili in quantitativi superiori a 1 m³</u> Autotrasformatori trifasi di potenza 220/380 kV Trasformatori trifasi di potenza 220/30 kV Reattori unipolari 220 kV Reattori unipolari 380 kV Trasformatori trifasi ausiliari 30/0,4 kV
-----------------	---

Tabella 4.6: Attività soggette ai controlli di prevenzione incendi. Gruppi per la produzione di energia elettrica sussidiaria

Punto 49	<i>Gruppi per la produzione di energia elettrica sussidiaria con motori endotermici ed impianti di cogenerazione di potenza complessiva superiore a 25 kW</i> <u>Attività 49.2.B: Gruppi per la produzione di energia elettrica sussidiaria con motori endotermici ed Impianti di cogenerazione di potenza complessiva da 350 a 700 kW</u> Gruppo elettrogeno di emergenza da 630 kVA (504 kW)
-----------------	--

Tabella 4.7: Attività soggette ai controlli di prevenzione incendi. Depositi di liquidi infiammabili

Punto 12	<i>Depositi e/o rivendite di liquidi infiammabili e/o combustibili e/o oli lubrificanti, diatermici, di qualsiasi derivazione, di capacità geometrica complessiva superiore a 1 m³</i> <u>Attività 12.1.A: Depositi e/o rivendite di liquidi con punto di infiammabilità superior a 65°C per capacità geometrica complessiva compresa da 1 m³ a 9 m³</u> Serbatoio interrato per gasolio, capacità 3 m³
-----------------	---



Le categorie indicanti le differenti attività sottoposte ai controlli di prevenzione incendi sono tre: "A", "B" e "C" come elencate al D.P.R. 1 agosto 2011 n. 151.

I macchinari e depositi come più sopra dettagliato, in relazione al rischio connesso all'attività, alla presenza di specifiche regole tecniche e alle esigenze di tutela della pubblica incolumità, appartengono nello specifico alle seguenti categorie:

- **Categoria "A"**: attività a basso rischio e standardizzate. Appartengono alla Categoria A le attività che non sono suscettibili di provocare rischi significativi per l'incolumità pubblica e che sono contraddistinte da un limitato livello di complessità e da norme tecniche di riferimento;
- **Categoria "B"**: attività a medio rischio. Rientrano nella Categoria B le attività caratterizzate da una media complessità e da un medio rischio, nonché le attività che non hanno normative tecnica di riferimento e non sono da ritenersi ad alto rischio.

Tutte le installazioni sono all'aperto. I trasformatori ausiliari MT/bt e il gruppo elettrogeno sono all'interno.

4.2.2 Classificazione delle installazioni di macchine elettriche

Le installazioni di macchine elettriche, ai fini antincendio, sono classificate come da Tabella seguente (le macchine elettriche oggetto della presente relazione, rientrano nel Tipo A0 e D0) con riferimento al D.M. 15 luglio 2014:

Tabella 4.8: Classificazioni delle installazioni di macchine elettriche fisse (Rif. DM 15/07/2014)

Tipo A0	installazione in area non urbanizzata con macchina elettrica contenente liquido isolante combustibile con volume > 1000 l e ≤ 2000 l
Tipo D0	installazione in area non urbanizzata con macchina elettrica contenente liquido isolante combustibile con volume > 45000 l

Le seguenti macchine elettriche sono classificate di tipo A0:

- trasformatori trifasi ausiliari 30/0,4 kV – 630 kVA.

Le seguenti macchine elettriche sono classificate di tipo D0:

- autotrasformatori trifasi di potenza 220/380 kV - 400 MVA;
- trasformatori trifasi di potenza 220/30 kV - 125 MVA;
- reattori unipolari 220 kV 54 - MVAR;
- reattori unipolari 380 kV – 60 MVAR.

4.2.3 Indicazioni relative alla sicurezza antincendio per le macchine elettriche

Per trasformatori e reattori con liquido isolante combustibile superiore a 1 m³ è necessario che l'impianto venga progettato in modo tale che l'eventuale incendio di una macchina elettrica non sia causa di propagazione ad altre macchine elettriche o ad altre costruzioni collocate in prossimità. A tal fine, le macchine elettriche debbono essere ubicate nel rispetto delle distanze di sicurezza interne, esterne e di protezione,



definite al D.M. 15 luglio 2014 che, fatte salve eventuali situazioni specifiche riportate nella regola tecnica, sono riportate nelle seguenti Tabelle.

Tabella 4.9: Distanze di Sicurezza Interna (Rif. DM 15/07/2014)

Volume del liquido della singola macchina [l]	Distanza [m]
$1000 < V \leq 2000$	3
$2000 < V \leq 20000$	5
$20000 < V \leq 45000$	10
$V > 45000$	15

La **Distanza di Sicurezza Interna** è quella tra macchine elettriche fisse o tra queste e pareti non combustibili di fabbricati.

Per le macchine elettriche fisse elencate dalla posizione 1. alla 4 la Distanza di Sicurezza Interna è **15 m**.

Per la macchina elettrica fissa elencata alla posizione 5 la Distanza di Sicurezza Interna è **3 m**.

Tabella 4.10: Distanze di Sicurezza Esterna (Rif. DM 15/07/2014)

Volume del liquido della singola macchina [l]	Distanza [m]
$1000 < V \leq 2000$	7,5
$2000 < V \leq 20000$	10
$20000 < V \leq 45000$	20
> 45000	30

La **Distanza di Sicurezza Esterna** è la minima misurata orizzontalmente tra il perimetro in pianta di ciascun elemento pericoloso di un'attività e il perimetro del più vicino fabbricato esterno all'attività stessa.

Per le macchine elettriche fisse elencate dalla posizione 1 alla 4 la Distanza di Sicurezza Esterna è di **30 m**.

Per la macchina elettrica fissa elencata alla posizione 5 la Distanza di Sicurezza Esterna è di **7,5 m**.

Tabella 4.11: Distanze di Protezione (Rif. DM 15/07/2014)

Volume del liquido della singola macchina [l]	Distanza [m]
$2000 < V \leq 20000$	3
Oltre 20000	5

La **Distanza di Protezione** è la minima misurata orizzontalmente tra il perimetro in pianta di ciascun elemento pericoloso di un'attività e la recinzione, ovvero il confine dell'area su cui sorge l'attività stessa.

Per le macchine elettriche fisse elencate dalla posizione 1 alla 4 la Distanza di Protezione è di **5 m**.



Per la macchina elettrica fissa elencata alla posizione 5 la Distanza di Protezione è di **3 m**.

Considerata l'area a disposizione per lo sviluppo della nuova SSE 220/380 kV e la configurazione della medesima rappresentata al documento rif. [4] del paragrafo 2.1 della presente relazione, non potendo rispettare le distanze minime di sicurezza si sono predisposte tra le macchine elettriche pareti divisorie resistenti al fuoco (muri parafiamma) con prestazione non inferiore a EI60 con le dimensioni seguenti:

- Altezza: pari a quella della sommità del serbatoio di espansione (conservatore d'olio);
- Lunghezza: pari alla larghezza ed alla lunghezza del sistema di contenimento del liquido isolante della singola macchina elettrica.

Per ogni macchina elettrica sarà previsto un'adeguata vasca di contenimento per il contrasto della propagazione di un incendio dovuto allo sbandimento del liquido isolante combustibile.

Il dimensionamento della vasca di contenimento per ogni macchina elettrica all'aperto e del sistema di contenimento completo (vasca interrata raccolta olio), sarà eseguito secondo le norme tecniche vigenti, ossia le CEI EN 61936-1 che prevede che il sistema contenga tutto il liquido del trasformatore di taglia maggiore, oltre l'acqua piovana. Sarà previsto altresì un impianto di disoleazione.

Per le macchine elettriche interne, in questo caso i trasformatori ausiliari MT/bt, si farà ricorso a bacini di contenimento intorno alle medesime, opportunamente trattati superficialmente con resine epossidiche antiolio e antiacido e con water stop idroespansivo, dimensionati in modo da contenere il volume del liquido isolante contenuto in ogni singola macchina elettrica e quello del sistema di protezione antincendio, ove previsto.

Le aree su cui sorgono le installazioni all'aperto saranno inaccessibili agli estranei, ed a tal fine, ma non ai fini dell'isolamento elettrico, sarà prevista una recinzione esterna di almeno 1,80 m di altezza, posta a distanza dalle apparecchiature sufficiente per l'esodo in sicurezza.

Per i trasformatori ausiliari MT/bt, che saranno posti all'interno di locale adiacente al muro perimetrale esterno EI90 dell'Edificio Elettrico MT/bt e Servizi Ausiliari, coperto da opportuna tettoia, si applica la "Tabella 4 – Requisiti minimi per trasformatori in impianti all'interno delle CEI EN 61936-1, come di seguito:

Tabella 4.12: Requisiti minimi di protezione antincendio per trasformatori in impianti all'interno (Rif. DM 15/07/2014)

Tipo di trasformatore	Classe	Protezione
Trasformatori isolati in olio tipo (O)	Volume del liquido	
	≤ 1 000 l	EI 60 rispettivamente REI 60
	> 1 000 l	EI 90 rispettivamente REI 90 o EI 60 rispettivamente REI 60 e protezione automatica a getto

Si ottiene quindi che, in relazione al volume dell'olio isolante $> 1 \text{ m}^3$ ($> 1000 \text{ l}$) la protezione da adottare avrà capacità resistente REI 90 e capacità di tenuta (sistema di reazione) EI 90. Le pareti esterne e la parete divisoria tra i due trasformatori ausiliari soddisferanno il requisito minimo REI 90, EI 90.



4.2.4 Indicazioni relative alla sicurezza antincendio per il gruppo elettrogeno di emergenza

Il gruppo elettrogeno sarà installato entro un locale contenuto all'interno dell'Edificio Elettrico MT/bt e Servizi Ausiliari. Le pareti ed i solai del locale presenteranno caratteristiche di resistenza al fuoco almeno R/EI90. Il gruppo elettrogeno di emergenza sarà contenuto in apposito cabinato; il piano di appoggio sarà realizzato in modo tale da consentire di rilevare e segnalare eventuali perdite di combustibile al fine di limitarne gli spargimenti.

Il gruppo sarà provvisto di un serbatoio incorporato, fermamente vincolato all'intelaiatura del medesimo e protetto contro urti, vibrazioni e calore; sarà altresì alimentato da un serbatoio di deposito della capacità pari a 3,00 m³ e posto fuori dal locale contenente il gruppo ed interrato.

Il gruppo elettrogeno di emergenza ed il serbatoio interrato di deposito del combustibile saranno posti distanti tra loro, nel rispetto delle distanze di sicurezza definite al D.M. 13 luglio 2011, così come esposto nella seguente Tabella:

Tabella 4.13: Distanze di sicurezza tra gruppo elettrogeno e serbatoio di deposito (Rif. DM 13/07/2011)

Colonna 1	Colonna 2	Colonna 3
Potenza nominale complessiva	Distanza	Distanza ridotta
Fino a 2500 kW	3 m	3 m
Fino a 5000 kW	4 m	
Fino a 7500 kW	5 m	4 m
Fino a 10000 kW	6 m	5 m

Nel caso che ci occupa, la distanza minima tra il gruppo elettrogeno di emergenza, (pos. 6. al paragrafo 4.1) ed il serbatoio interrato di deposito combustibile, (pos. 7. al paragrafo 4.1) è di **3 m**.

4.2.5 Mezzi ed impianti di protezione attiva

4.2.5.1 Generalità

L'installazione delle macchine elettriche, quali:

1. autotrasformatori trifasi di potenza 220/380 kV - 400 MVA;
2. trasformatori trifasi di potenza 220/30 kV - 125 MVA;
3. reattori unipolari 220 kV 54 - MVAR;
4. reattori unipolari 380 kV – 60 MVAR;

indicate ai capi precedenti, saranno protette da sistemi di protezione attiva contro l'incendio, progettati, realizzati e gestiti in conformità alle disposizioni di cui al decreto del Ministro dell'Interno del 20 dicembre 2012.

Le apparecchiature e gli impianti di protezione attiva saranno progettati, installati, collaudati e gestiti a regola d'arte, conformemente alle vigenti norme di buona tecnica ed a quanto di seguito indicato.



Per quanto riguarda gli edifici veri e propri si prevede invece l'installazione di un sistema di rivelazione automatica con sensori di fumo propriamente posizionati. Per lo spegnimento andranno previsti gli estintori in numero, di tipologia e con ubicazione conformi alla normativa vigente; per i dettagli si rimanda alla fase di progettazione esecutiva.

4.2.5.2 Mezzi di estinzione portatili

Saranno previsti, ma la composizione finale sarà definita in esito alla valutazione del rischio di incendio durante la fase di progetto esecutivo, in accordo a quanto stabilito dalla normativa vigente, in posizione segnalata e facilmente raggiungibile, estintori portatili e/o carrellati di tipo omologato dal Ministero dell'interno utilizzabili esclusivamente da personale formato e addestrato. Nel caso specifico verranno installati i seguenti estintori, da posizionarsi in prossimità delle macchine elettriche oggetto della presente relazione, e precisamente:

- n. 2 estintori carrellati da 50 litri cad. a schiuma, in prossimità dei reattori 380 kV – 3x60 MAR;
- n. 2 estintori carrellati da 50 litri cad. a schiuma, in prossimità degli autotrasformatori 220/380 kV – 3x400 MVA;
- n. 2 estintori carrellati da 50 litri cad. a schiuma, in prossimità all'area occupata dai reattori 220 kV – 6x54 MAR e dai trasformatori 220/30 kV – 3x125 MVA.

Nei pressi del locale di installazione del gruppo elettrogeno di emergenza verranno ubicati, in posizione segnalata e facilmente raggiungibile, n.2 estintori portatili di tipo omologato per fuochi di classe 21-A, 113 B-C, trattandosi di potenza non superior a 800 kW.

In prossimità del serbatoio sarà prevista l'installazione di un estintore a polvere da Kg. 6, da revisionarsi semestralmente; un secchio di sabbia da Kg. 10; un cartello segnaletico, ben visibile, indicante il divieto di fumare e di utilizzare fiamme libere.

4.2.5.3 Impianti di spegnimento

Per le installazioni all'aperto di tipo D saranno essere previsti, in alternativa ai sistemi automatici, sistemi manuali di spegnimento. L'installazione delle macchine elettriche in oggetto ricade in questa categoria (tipo D), pertanto verrà realizzato un impianto di spegnimento di tipo manuale, come di massima descritto in seguito.

L'impianto idrico antincendio sarà a servizio delle macchine elettriche fisse così come indicate nel precedente paragrafo 4.5.1, rispetterà quanto precisato nella tabella di cui al punto B.3.2, per reti di idranti all'aperto con protezione di grande capacità, per livello di pericolosità 2, della Norma UNI 10779:2021 e sarà costituito dai seguenti componenti principali:

- un sistema di distribuzione realizzato ad anello con una tubazione interrata in polietilene e stacchi per le diramazioni in acciaio a cui verranno allacciati idranti soprasuolo a colonna con linea di rottura a norma UNI 14834, in quantità e tipologia definiti durante le fasi di progetto esecutivo, e valvole di intercettazione disposte in modo tale da consentire l'esclusione di parti di impianto per manutenzione o modifica, senza ogni volta doverlo mettere fuori servizio. In prossimità di ciascun idrante a colonna, all'interno di idonea cassetta, sarà presente la relativa dotazione composta da una chiave di manovra, lancia a tre effetti in alluminio con ugello da Ø 16 mm e due manichette DN70 da



25. All'anello dell'impianto verrà allacciato un gruppo di mandata per autopompa VVF composto da n. 2 attacchi DN 70.

- un sistema di pompaggio costituito da uno shelter, realizzato in materiale di classe di reazione al fuoco A1 e di resistenza al fuoco R/EI60, contenente una elettropompa di servizio, una pompa jockey di compensazione, apparecchiature per l'alimentazione, la misura, il controllo e la protezione del sistema;

una riserva idrica con capacità minima dimensionata in modo tale da tenere in considerazione la contemporaneità di funzionamento, al minimo di 3 idranti, con portata e pressione tale da consentirne il funzionamento per 60 minuti. Per quanto riguarda invece i trasformatori ausiliari questi sono portati in box in muratura all'esterno dell'edificio elettrico. In relazione alla sicurezza antincendio la protezione adottata è costituita da pareti esterne e divisorie con capacità di tenuta REI 90, EI 90. Si prevede inoltre il collegamento ad un idrante sovrasuolo prossimo al reattore 380 kV posto vicino all'edificio GIS 380 kV per una distanza reale della manichetta di 45 m conformemente alla UNI 10779.

4.2.5.4 Segnaletica di sicurezza

La segnaletica di sicurezza sarà conforme al Titolo V e Allegati da XXIV a XXXII del D.lgs. 9 aprile 2008, n. 81.

4.3 Impianto di produzione, compressione e stoccaggio di idrogeno

Lo scopo della presente sezione è definire i requisiti minimi di sicurezza e i criteri di *technical safety* da applicare nella progettazione delle nuove installazioni afferenti all'impianto di idrogeno. Nello specifico si intende fornire una sintesi degli aspetti concernenti la sicurezza che sono stati considerati evidenziando quali sono gli approfondimenti e gli ulteriori documenti che dovranno essere prodotti in fase esecutiva.

Le aree di impianto inerenti all'idrogeno sono di seguito riportate:

- edificio contenente gli elettrolizzatori;
- edificio contenente i compressori;
- area stoccaggio idrogeno;
- area di ricarica e rifornimento mezzi idrogeno.

All'interno dell'area è inoltre presente una piccola zona adibita a stoccaggio O₂ con relativa baia di carico.

Le unità sopra elencate sono visibili nelle planimetrie seguenti:

- AGNROM_EP-D_PLA-ARP-ORTO "Planimetria dell'area Agnes Ravenna Porto su ortofoto (sistema degli usi)""
- AGNROM_EP-D_PLA-P2HY - "Planimetria di dettaglio dell'impianto di produzione e stoccaggio di idrogeno verde"

I criteri di seguito esposti, relativi solamente alle aree che trattano idrogeno, riguardano:

- distanze di sicurezza;
- classificazione delle aree pericolose;
- sistemi di rilevazione incendio e gas (F&G);



- protezione passiva antincendio;
- protezione attiva antincendio;
- segnaletica di sicurezza e vie di esodo.

Le attività dell' **Allegato I al D.P.R. 151/2011** a cui si fa riferimento dal punto di vista della prevenzione incendi sono le seguenti:

- **Attività 13-4-C ovvero: "Impianti fissi di distribuzione carburanti per l'autotrazione, la nautica e l'aeronautica; contenitori-distributori rimovibili di carburanti liquidi: b) Impianti fissi di distribuzione carburanti gassosi e di tipo misto (liquidi e gassosi)".**

La categoria di riferimento è la C ovvero "attività con alto livello di complessità, indipendentemente dalla presenza o meno della 'regola tecnica'" La regola tecnica di riferimento inerente all'analisi di sicurezza in oggetto è il D.M. 23/10/2018 che disciplina la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti di distribuzione di idrogeno per autotrazione.

- **Attività 4.2.C: Depositi di gas infiammabili compressi, in serbatoi fissi di capacità geometrica complessiva > 2 mc.**

Nel caso di depositi di idrogeno non è presente regola tecnica.

- **Attività 5.2.C: Depositi di gas comburenti compressi e/o liquefatti in serbatoi fissi e/o recipienti mobili per capacità geometrica complessiva > 10 mc.**

Questa attività si riferisce allo stoccaggio di O₂ compresso; anche in questo caso non vi è regola tecnica in quanto la Circolare 15 ottobre 1964, n. 99 fa riferimento a Contenitori di ossigeno liquido. Tank ed evaporatori freddi per uso industriale.

Le scelte progettuali presenti nel presente documento sono frutto di considerazioni ingegneristiche, abbinate ad analisi di rischio e congiunte alle indicazioni del D.M. 23/10/2018 valido per impianti di distribuzione di idrogeno per autotrazione. In questa fase si considerano le distanze di sicurezza previste da tale Decreto applicandole anche alle aree di produzione, stoccaggio e compressione di idrogeno.

Si farà inoltre riferimento alle schede tecniche FM Global, in particolare scheda tecnica 7-91, per stoccaggi, erogazioni e apparati con idrogeno le quali rimandano alla scheda tecnica FM Global 3-26 "Fire protection for nonstorage occupancies"

4.3.1 Nella successiva fase progettuale si integreranno le considerazioni qui effettuate mediante analisi più approfondite necessarie per la redazione della Scheda Tecnica conformemente al D.lgs. 105/2015.Distanze di sicurezza

Per l'impianto oggetto di studio sono stati identificati come **elementi pericolosi** i seguenti elementi che trattano idrogeno:

- elettrolizzatore;
- compressore;



- stoccaggio;
- unità di erogazione (baia di carico e stazione di rifornimento HRS).

Nella presente fase ingegneristica non è ancora stato definito nel dettaglio il percorso delle tubazioni dell'idrogeno, pertanto tale aspetto sarà analizzato nella successiva fase di progetto.

Il D.M. 23/10/2018 che disciplina la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti di distribuzione di idrogeno per autotrazione riporta le seguenti distanze di sicurezza:

Tabella 14: Distanze di sicurezza – Elementi pericolosi dell'impianto (Rif. DM 23 Ottobre 2018)

Elementi pericolosi	Distanza di protezione (m)	Distanza di sicurezza interna (m)	Distanza di sicurezza esterna (m)
Compressori	15	-	30 ¹
Stoccaggi	15	15	30
Box carro bombolaio	15	15	30

Tabella 15: Distanze di sicurezza – Unità di erogazione (Rif. DM 23 Ottobre 2018)

Elementi pericolosi	Distanza di protezione (m)	Distanza di sicurezza interna (m)	Distanza di sicurezza esterna (m)
Unità di erogazione	15	12	30 ²

La presente analisi verte a garantire il pieno rispetto della normativa adottata congiuntamente al pieno rispetto delle condizioni di sicurezza per i lavoratori. Tale analisi è stata condotta analizzando i parametri riportati nella normativa abbinandoli a valutazioni ingegneristiche ed analisi di rischio. Tali considerazioni, ad esempio, hanno avuto il fine di evitare l'effetto domino che potrebbe verificarsi sia in caso di un eventuale evento esplosivo sia in caso di evento di fuoco.

Al paragrafo 4.3.7.1 sono riportate le valutazioni in merito alla presente tematica.

¹ Per il locale compressori la distanza di sicurezza esterna, ad eccezione di quella computata rispetto ad edifici destinati alla collettività, può essere ridotta del 50% qualora risulti che tra le aperture del locale compressori e le costruzioni esterne all'impianto siano realizzate idonee schermature di tipo continuo con compressori e le costruzioni esterne all'impianto siano realizzate idonee schermature di tipo continuo con muri in calcestruzzo o in altro materiale incombustibile di adeguata resistenza meccanica tali da assicurare il contenimento di eventuali schegge proiettate verso le costruzioni esterne

² Le distanze di sicurezza esterna e di protezione delle unità di erogazione possono essere ridotte del 50% qualora tra gli stessi e le costruzioni esterne all'impianto, tranne quelle adibite alla collettività, siano realizzate idonee schermature in materiale incombustibile di adeguata resistenza meccanica.



4.3.2 Classificazione aree pericolose

Si dovrà prevedere una classificazione di aree pericolose allo scopo di realizzare le costruzioni elettriche in sicurezza, limitando l'innesco di eventuali rilasci.

Lo scopo di questa valutazione è:

- limitare la probabilità di costituire causa di incendio e / o di esplosione;
- limitare la propagazione di un incendio attraverso i componenti elettrici;
- consentire agli occupanti di lasciare gli ambienti in condizione di sicurezza;
- consentire alle squadre di soccorso di operare in condizioni di sicurezza.

La classificazione delle aree con pericolo di esplosione ha come obiettivo l'individuazione delle zone pericolose e la determinazione della loro estensione in modo da fornire le informazioni necessarie per la selezione e la fornitura delle apparecchiature elettriche da posizionare in zona pericolosa in accordo ai requisiti definiti dalla Direttiva 94/9 CE.

La decisione di classificare un luogo si basa sulla probabilità che gas o vapori infiammabili, miscelati con aria in proporzione sufficiente a produrre una miscela infiammabile, possano essere presenti durante le normali operazioni.

Si identificano tutte le possibili sorgenti di emissione che possono disperdere sostanze infiammabili nell'ambiente circostante, seguendo la metodologia riportata nella IEC 60079-10-1. Note le caratteristiche delle sostanze che possono essere rilasciate in atmosfera, in base alla stima della probabilità di rilascio, vengono prima definiti i gradi di emissione (continuo, primo, secondo) e poi, mediante l'applicazione degli opportuni metodi di calcolo, vengono definiti il tipo di zona e le relative estensioni.

La classificazione non valuterà le sorgenti di emissione che possono creare atmosfere esplosive a seguito di "guasti catastrofici" e non terrà in considerazione le attività di manutenzione, che possono influire sulle caratteristiche della fonte di rilascio e sulle estensioni delle aree pericolose.

4.3.2.1 Sorgenti di emissione

Per sorgente di emissione si intende un punto o parte dell'impianto da cui può essere rilasciato in atmosfera, un gas, un vapore o un liquido infiammabile che è in grado di generare atmosfere esplosive.

Ogni apparecchiatura di processo contenente materiali infiammabili sarà esaminata come una potenziale fonte di rilascio:

- accoppiamenti flangiati;
- valvole;
- elementi di tenuta compressori;
- connessioni strumentali.

Quando è stabilito che un componente può emettere una sostanza infiammabile nell'atmosfera, è necessario determinare i gradi di emissione stabilendo la possibile frequenza e durata dell'emissione stessa. Stabilito il



grado dell'emissione, si determinano la portata di emissione e gli altri fattori che influenzano il tipo e l'estensione della zona.

4.3.2.2 Valutazione del tipo di ventilazione

Il grado di ventilazione fornisce una indicazione sulla quantità di aria che investe una sorgente, alla velocità con cui avviene l'emissione e al tipo di sorgente. Maggiore è il grado di ventilazione, minore sarà l'estensione dell'area classificata generata.

Al paragrafo 4.3.7.2 sono riportate le valutazioni in merito alla presente tematica.

4.3.3 Sistema di rilevazione incendio e gas (F&G)

Per poter mitigare le conseguenze in caso di rilascio di sostanza pericolosa è possibile utilizzare un sistema di rilevazione incendio e gas (F&G), in grado di rilevare perdite di gas e principi di incendio. In particolare secondo quanto previsto dal D.M. 23/10/2018, gli elementi pericolosi di impianto devono essere coperti e controllati da:

- rilevatori di calore per monitorare eventuali aumenti di temperatura delle apparecchiature;
- rilevatori di gas per monitorare eventuali perdite di idrogeno;
- rilevatori di fiamma per rilevare la presenza di incendio per innesco di idrogeno.

Inoltre è opportuno prevedere:

- pulsanti manuali di allarme;
- segnali luminosi e sonori;
- rilevatori di fumo per locali contenenti strumentazione elettrica.

La scelta dei tipi di rilevatori ed il loro posizionamento devono essere valutati in funzione delle condizioni ambientali del sito, dal tipo di sostanza da monitorare e dalla disposizione delle apparecchiature.

Nell'area di impianto dovrà essere previsto un idoneo numero di sensori a protezione degli elementi pericolosi che dovranno essere riportati nella dedicata planimetria di rilevazione F&G, prodotta nella prossima fase ingegneristica.

I sistemi di rilevazione incendio e gas devono mandare un segnale ad una sala controllo e devono essere collegati ai sistemi di emergenza come le valvole di isolamento e i sistemi di interruzione del circuito elettrico.

4.3.3.1 Sensori di fuoco

I sensori di fuoco possono essere di diversa tipologia e vengono scelti in base al fenomeno di combustione, allo spazio chiuso o aperto e al tipo di apparecchiatura da proteggere. Gli obiettivi principali di un rilevatore di fuoco sono:

- avere un tempo di risposta molto rapido, in modo da individuare immediatamente un principio di incendio;
- rilevare calore, fumo o fiamma.



Rilevatori di fumo

Un adeguato numero di rilevatori di fumo verrà previsto all'interno dei locali e / o dei cabinati. Questo tipo di sensori vengono previsti in spazi chiusi visto che i tempi di risposta sono molto più rapidi di quelli dei sensori di calore.

Le tipologie di rilevatori di fumo sono:

- sensori di fumo puntuali;
- sensori di fumo lineari;
- sensori di fumo ad aspirazione;
- sensori di fumo da condotto.

Per i cabinati, contenenti apparecchiature elettriche, e per gli uffici, i sensori più indicati sono quelli di tipo puntuale. Alcuni tipi di rilevatori di fumo puntuale sono:

- sensori fotoelettrici ottici;
- sensori multi-criteria combinati;
- sensori a ionizzazione.

Quelli più utilizzati sono i sensori multicriteria; essi hanno un algoritmo di elaborazione basato su differenti fenomeni combinati tra cui fumo, calore luce e infrarossi. Inoltre sono in grado di rilevare tutte le combinazioni di fumo, calore, CO e CO₂.

Rilevatori di calore

I rilevatori di calore sono più lenti in risposta rispetto ai sensori di fumo ma hanno una minore probabilità di falso allarme. Possono essere sia riattivabili che non riattivabili. I principali tipi di sensori di calore sono:

- rilevatori di calore puntuale;
- rilevatori di calore lineare;
- tappi fusibili.

Vengono scelti i rilevatori di calore puntuale in aree che contengono apparecchiature elettriche, ma non possono essere in generale il principale sistema di rilevazione. Si consiglia di impiegarli soprattutto in quei casi in cui non è possibile usare i sensori di fumo.

I rilevatori di calore lineare possono essere usati nelle aree in cui non è possibile installare quelli di tipo puntuale come generatori, trasformatori, motori etc. Questi tipi di sensori vanno sempre ridondati.

Rilevatori di fiamma

In area aperta d'impianto vengono preferiti i rilevatori di fiamma. Devono essere protetti dagli agenti atmosferici come l'irraggiamento solare, la polvere e l'acqua per evitare il più possibile falsi allarmi e indisponibilità. Esistono diversi tipi di rilevatori di fiamma tra cui:

- sensori UV;
- sensori IR;



- sensori UV/IR;
- sensori MIR;
- sensori VI.

La tipologia di sensore di fiamma dovrà nello specifico essere selezionata studiando la sostanza che subisce eventuale innesco e l'ingombro delle apparecchiature da proteggere. Rispetto agli altri i MIR hanno una copertura più estesa e sono soggetti ad un numero minore di falsi allarmi rispetto gli UV, IR, UV/IR.

4.3.3.2 Sensori di gas

I rilevatori di gas sono sensibili alla presenza di gas combustibile, esplosivo e / o tossico. Le principali funzioni di un sistema di rilevazione gas sono:

- monitorare continuamente eventuali rilasci per minimizzare la probabilità di innesco;
- allertare il personale di un'eventuale area pericolosa generata dal rilascio.

I rilevatori più idonei ai rilasci di idrogeno ad alta pressione sono quelli ultrasonici. Questo tipo di sensori non individua la concentrazione di gas in area ma il suono generato dal rilascio in pressione di idrogeno. Questo fa in modo che la perdita venga identificata in maniera molto più tempestiva rispetto agli altri tipi di sensori, in cui si deve aspettare la formazione della nube di gas. È una tipologia di sensore che andrebbe abbinata ad altre tecnologie F&G (esempio rilevatori di fiamma).

Al paragrafo 4.3.7.4 sono riportate le valutazioni in merito alla sensoristica F&G che dovrà essere considerata per il progetto in esame.

4.3.3.3 Impianto ottico acustico integrato di pulsante di allarme manuale

In impianto dovranno essere presenti appositi sistemi di segnalazione di emergenza, luminosi e sonori.

I segnali luminosi dovranno essere di diversa colorazione in base al pericolo da segnalare:

- allarme fuoco: colore rosso;
- allarme gas: colore blu.

L'avvisatore acustico dovrà essere della tipologia bitonale, di adeguata potenza sonora, capace di segnalare i diversi pericoli che potrebbero accadere in impianto (allarme fuoco o gas).

Tali impianti potrebbero essere integrati di pulsante manuale di emergenza che a prescindere dovranno essere previsti nell'area oggetto di studio. Solitamente questo tipo di pulsanti vengono posti lungo le vie di fuga, in modo da rendere sicura l'attivazione da parte dell'operatore in campo. Questi pulsanti attivano in breve tempo l'allarme acustico e luminoso. Normalmente vengono posti ad una distanza tale che l'operatore non debba percorrere più di 30m per raggiungere il pulsante più vicino da qualsiasi punto dell'impianto. L'altezza standard è di 1,4m dal suolo.



4.3.4 Sistema di protezione passiva al fuoco

In generale, la protezione passiva al fuoco deve essere applicata a tutte le strutture di supporto il cui improvviso cedimento potrebbe costituire pericolo per il personale operativo, causare effetto domino o provocare inquinamento ambientale.

La protezione dal fuoco è richiesta anche per quelle apparecchiature che devono continuare a funzionare durante un incendio come i cavi elettrici e la strumentazione.

Secondo il D.M. 23/10/2018 gli elementi pericolosi quali elettrolizzatori, compressori e baie adottate per il caricamento dei carri bombolai, devono avere i muri perimetrali costruiti in calcestruzzo o in altro materiale incombustibile di adeguata resistenza meccanica .

I circuiti elettrici devono essere protetti al fuoco nel caso in cui siano destinati a funzionare in caso di incendio.

Al paragrafo 4.3.7.5 sono riportate le valutazioni in merito alla protezione passiva al fuoco per il progetto in esame.

4.3.5 Sistema di protezione attiva al fuoco.

Gli obiettivi di un sistema di protezione attiva al fuoco sono quelli di controllare e limitare l'escalation dell'incendio e proteggere il personale nelle fasi di attività di emergenza o evacuazione. Un sistema fisso antincendio è composto di alcuni componenti principali:

- una sorgente di acqua antincendio;
- sistema di pompe per acqua;
- anello antincendio.

A questi sistemi possono essere collegati:

- idranti e monitori;
- sistemi di schiumogeno;
- sistemi a diluvio ad acqua e / o ad acqua schiuma;
- sistemi sprinkler;
- sistemi water mist.

Oltre ai sistemi fissi antincendio per la protezione attiva al fuoco è previsto l'utilizzo di sistemi antincendio portatili. I principali tipi di estintori portatili sono:

- estintori acqua-spray;
- estintori a schiuma;
- estintori a CO₂;
- estintori a polvere;
- estintori water mist;
- estintori con sostanza chimica.

Al paragrafo 4.3.7.6 sono riportate le valutazioni in merito alla protezione attiva al fuoco che dovrà essere considerata per il progetto in esame.



4.3.6 Segnaletica di sicurezza e vie di esodo

Lo scopo della segnaletica di sicurezza è quello di segnalare i potenziali rischi e la posizione dei dispositivi di sicurezza e delle aree sicure.

I segnali di sicurezza devono essere posizionati in maniera da attrarre l'attenzione velocemente e chiaramente in situazioni che possano causare pericolo per la salute.

Le vie di esodo, i punti di ritrovo ed i punti di accesso / uscita dell'impianto dovranno essere segnalati e visibili.

4.3.7 Valutazioni sulla sicurezza dell'impianto ad idrogeno

In questa sezione si compiono valutazioni sui criteri di sicurezza esposti nei paragrafi compresi tra il 4.3.1 e il 4.3.6.

4.3.7.1 Distanze di sicurezza

In base ad analisi di rischio e a scelte progettuali condivise, si è ritenuto opportuno collocare:

- gli elettrolizzatori all'interno di un edificio di nuova costruzione in cemento armato;
- i compressori che trattano idrogeno, in uscita dagli elettrolizzatori, all'interno di un edificio di nuova costruzione in cemento armato;
- i compressori che trattano ossigeno, in uscita dagli elettrolizzatori, all'interno di un edificio di nuova costruzione in cemento armato.

L'unità di stoccaggio idrogeno sarà perimetrata da muri in cemento armato aventi caratteristiche di resistenza al fuoco almeno R60; tale perimetro dovrà avere un'altezza maggiore di almeno 1 m rispetto ai serbatoi di stoccaggio previsti a progetto (D.M. 23 Ottobre 2018).

Le unità di erogazione e rifornimento idrogeno dovranno essere progettate nel seguente modo:

- l'area denominata Hydrogen Refueling Station (HRS) dovrà essere dotata di muro in cemento armato come visibile nell'elaborato AGNROM_EP-D_PLA-P2HY - "Planimetria di dettaglio dell'impianto di produzione e stoccaggio di idrogeno verde;
- la baia di carico dovrà essere progettata con °. 2 muri in cemento armato di adeguata resistenza meccanica; tali muri saranno impiegati anche per la baia di carico dell'ossigeno

Le considerazioni sopra riportate evidenziano che la presenza di elementi in cemento armato sono a favore della sicurezza sia in caso di un eventuale evento esplosivo sia in caso di evento di fuoco: si eviterebbe l'effetto domino isolando il fenomeno.

Le analisi di rischio relative alle distanze di sicurezza hanno analizzato anche i luoghi destinati alla collettività, esempio l'edificio "uffici", ed eventuali elementi elettrici presenti in impianto.

In seguito ad analisi di rischio, tra cui analisi di dispersione gas, fuoco ed esplosioni, è stata ritenuta idonea la disposizione dei vari elementi trattanti idrogeno (elettrolizzatori, compressori, stoccaggio e area erogazione e rifornimento).



Tale disposizione, presente sul layout di progetto, rispetta le distanze di sicurezza riportate nella normativa vigente (D.M. 23 Ottobre 2018 - Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio degli impianti di distribuzione di idrogeno per autotrazione).

L'analisi di sicurezza non è stata estesa alle unità di impianto che non trattano idrogeno (stoccaggio ed erogazione ossigeno, area stoccaggio batterie e sottostazione elettrica).

Distanze di sicurezza differenti rispetto a quelle riportate nel D.M. 23 Ottobre 2018 possono essere eventualmente individuate applicando le metodologie dell'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio previste dal decreto del Ministro dell'interno 9 maggio 2007 D.M. 9 maggio 2007 - Direttive per l'attuazione dell'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio.

Nella successiva fase ingegneristica sarà ricondotta nuovamente l'analisi di rischio alla luce di eventuali necessità di modifiche/integrazioni all'impianto.

4.3.7.2 *Classificazioni aree pericolose*

Nella presente fase ingegneristica non è prevista l'analisi quantitativa e grafica delle aree pericolose ma solo considerazioni di carattere generale. Si prevede di effettuare tale analisi nella prossima fase ingegneristica.

Come precedentemente riportato, tale analisi dovrà esser effettuata nei luoghi dove è possibile che ci sia un rilascio di gas infiammabile. Tali luoghi sono riconducibili a elettrolizzatori, compressori, stoccaggio e area di erogazione.

In aggiunta si riporta che:

- gli equipment, quali elettrolizzatori, compressori, serbatoi di stoccaggio ed erogatori di idrogeno sono dotati di scarichi di sicurezza di idrogeno in atmosfera (vent e/o valvole di sicurezza) che saranno utilizzati solo ed esclusivamente in situazioni di emergenza. Tali scarichi saranno posizionati sul tetto degli edifici, in merito agli elettrolizzatori e compressori, e consentiranno di espellere in atmosfera l'idrogeno presente nei macchinari. In merito allo stoccaggio e all'erogazione, tali elementi saranno posti al di sopra degli equipment.

In fase esecutiva si prevede di effettuare analisi mirate a valutare:

- zona di classificazione aree pericolose relative ai vent e/o valvole di sicurezza;
- in seguito all'analisi sopra riportata e all'analisi del profilo di dispersione del gas (idrogeno), valutare eventuale presenza di apparecchiature sul tetto degli edifici per loro classificazione ATEX.

In aggiunta, all'interno degli edifici contenenti gli elettrolizzatori e i compressori (idrogeno e ossigeno), dovrà essere garantita un'adeguata ventilazione forzata mirata ad evitare la creazione di aree con presenza di gas che possano generare situazioni di pericolo. Maggiore è il grado di ventilazione, minore sarà l'estensione dell'area classificata generata. Tale analisi è rimandata alla prossima fase progettuale.

Per lo studio di classificazione aree, nella prossima fase ingegneristica, dovrà essere prodotto:

- report con le principali assunzioni e calcoli;
- planimetria di classificazione aree pericolose che mostri graficamente i risultati ottenuti.



4.3.7.3 *Analisi di dispersione*

In merito all'analisi in oggetto si evidenzia che:

- gli equipment, quali elettrolizzatori, compressori, serbatoi di stoccaggio ed erogatori di idrogeno sono dotati di scarichi di sicurezza di idrogeno in atmosfera (vent e/o valvole di sicurezza) che saranno utilizzati solo ed esclusivamente in situazioni di emergenza. Tali scarichi saranno posizionati sul tetto degli edifici, in merito agli elettrolizzatori e compressori, e consentiranno di espellere in atmosfera l'idrogeno presente nei macchinari. In merito allo stoccaggio e all'erogazione, tali elementi saranno posti al di sopra degli equipment;
- gli equipment, quali elettrolizzatori e compressori sono dotati di scarichi di sicurezza di ossigeno in atmosfera (vent e/o valvole di sicurezza) che saranno utilizzati solo ed esclusivamente in situazioni di emergenza. Tali scarichi saranno posizionati sul tetto degli edifici e consentiranno di espellere in atmosfera l'ossigeno presente nei macchinari.

Nella prossima fase ingegneristica verranno effettuate analisi mirate a valutare:

- la posizione dei suddetti scarichi e loro dimensioni (altezza e diametro);
- eventuali aree sterili attorno ad essi.

Per lo studio di dispersione dei gas, idrogeno e ossigeno, in fase esecutiva verranno prodotti:

- report con le principali assunzioni e i calcoli per il dimensionamento dei vent/scarichi di sicurezza;
- planimetrie e profili di distribuzione dei gas in atmosfera.

4.3.7.4 *Sistema di rilevazione incendio (F&G)*

Gli elementi pericolosi di impianto (elettrolizzatori, compressori, stoccaggi e area erogazione e rifornimento) dovranno essere coperti e controllati da:

- rilevatori di gas per monitorare eventuali perdite di idrogeno. I rilevatori più idonei ai rilasci di idrogeno ad alta pressione sono quelli ultrasonici. Questa tipologia di sensoristica non individua la concentrazione di gas in area ma il suono generato dal rilascio di idrogeno in pressione. Questo fa in modo che la perdita venga identificata in maniera molto più tempestiva rispetto agli altri tipi di sensori, in cui si deve aspettare la formazione della nube di gas. È consigliato di abbinare questa tipologia di sensoristica ad altre tecnologie (rilevatori di fiamma);
- rilevatori di fiamma per rilevare la presenza di incendio per innesco di idrogeno. I rilevatori più idonei ai rilasci di idrogeno ad alta pressione sono quelli di tipologia MIR. Rispetto agli altri, i MIR, hanno una copertura più estesa e sono soggetti ad un numero minore di falsi allarmi rispetto agli UV, IR, UV/IR.

I sensori sopra riportati dovranno essere considerati per ogni equipment o zona da proteggere. Per ogni sensore si dovrà analizzare l'idonea voting logic da adottare. È consigliata una ridondanza in modo da poter evitare la problematica relativa ai falsi allarmi.

Inoltre è opportuno:



- prevedere pulsanti manuali di allarme, all'esterno ed all'interno degli edifici ed in punti specifici delle baie di carico in modo da poter intervenire in caso di emergenza e da poter attivare le logiche di sicurezza ipotizzate;
- installare all'esterno ed all'interno degli edifici ed in punti specifici della zona di rifornimento, in corrispondenza delle vie di fuga ed in posti ben visibili, segnali luminosi e sonori che vengono attivati dai sistemi di rilevazione incendio e gas e / o dai pulsanti manuali di allarme.

Nello specifico dovrà essere prevista, per le diverse aree, la seguente sensoristica F&G:

- Edifici contenenti elettrolizzatori e compressori:
 - sensori rilevazione ossigeno;
 - sensori rilevazione idrogeno;
 - sensori rilevazione fuoco;
 - impianti ottico-acustici;
 - pulsanti di emergenza.
- Area stoccaggio idrogeno:
 - sensori rilevazione idrogeno;
 - sensori rilevazione fuoco;
 - impianti ottico-acustici;
 - pulsanti di emergenza.
- Area rifornimento ed erogazione idrogeno:
 - sensori rilevazione idrogeno;
 - sensori rilevazione fuoco;
 - impianti ottico-acustici;
 - pulsanti di emergenza.
- Locali chiusi contenenti componenti elettrici:
 - sensori rilevazione fuoco;
 - sensori di calore e di fumo;
 - impianti ottico-acustici e pulsanti manuali di allarme nei pressi delle apparecchiature o nei pressi delle porte d'ingresso al locale in modo da poter intervenire in caso di emergenza e da poter attivare le logiche di sicurezza ipotizzate.

Si evidenzia che, per ogni sensore, si dovrà analizzare l'idonea voting logic da adottare. È consigliata una ridondanza in modo da poter evitare la problematica relativa ai falsi allarmi.

4.3.7.5 Sistemi di protezione passiva al fuoco

In base alla normativa applicata e ad analisi ingegneristiche effettuate, si è ritenuto opportuno proteggere con muri in cemento armato gli elementi considerati pericolosi che trattano idrogeno (area produzione, area compressione, area stoccaggio e area erogazione e rifornimento).

Tali protezioni sono visibili nelle planimetrie di progetto.



4.3.7.6 Sistemi di protezione attiva al fuoco

La regola tecnica verticale D.M. 23/10/2018 prevede che gli elementi pericolosi quali impianto di produzione idrogeno e compressore siano protetti da una rete di idranti progettata conformemente al D.M.20/12/2012.

Si prevede pertanto la realizzazione di una rete esterna di idranti ad anello a protezione dell'intera area idrogeno ovvero che protegga l'edificio principale, la zona di stoccaggio idrogeno e gli edifici di compressione idrogeno ed ossigeno comprendendo anche la zona relativa alla baia di carico ossigeno.

In accordo con quanto previsto dalla UNI 10779:2021 per le reti di idranti ordinarie con livello di pericolosità elevato, ovvero livello 3, sarà garantito il funzionamento contemporaneo di almeno 6 idranti UNI70 per la protezione esterna, ciascuno con una portata di 300 l/min, e, quindi, la capacità di erogare 1.800 l/minuto (300 l/min x 6 idranti), pari a 108 m³/h alla pressione residua di 4 bar (0,4 MPa). Oltre alla rete esterna si prevede di realizzare una rete interna considerando il funzionamento contemporaneo di 4 idranti a muro con una portata di 120 l/min cadauno e quindi capacità di erogare 400 l/minuto, pari a 24 m³/h alla pressione residua non minore di 2 bar (0,2 MPa). Per rete interna ed esterna non è previsto il funzionamento contemporaneo pertanto ai fini della determinazione del fabbisogno idrico non verranno sommate.

Il funzionamento di ciascuna rete di protezione deve essere garantito per almeno 120 minuti.

Tabella 16: UNI 10779:2021- Dimensionamento degli impianti reti ordinarie.

Livello di pericolosità	Tipologie di protezione ed apparecchi considerati contemporaneamente operativi		
	Protezione interna ^{3) 4)}	Protezione esterna ^{4) 5)}	Durata
1	2 idranti a muro ¹⁾ con 120 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,2 MPa oppure 4 naspi ¹⁾ con 35 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,2 MPa	Generalmente non prevista	≥ 30 min
2	3 idranti a muro ¹⁾ con 120 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,2 MPa oppure 4 naspi ¹⁾ con 60 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,3 MPa	4 attacchi di uscita ¹⁾ DN 70 con 300 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,3 MPa	≥ 60 min
3	4 idranti a muro ¹⁾ con 120 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,2 MPa oppure 6 naspi ¹⁾ con 60 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,3 MPa	6 attacchi di uscita ^{1) 2)} DN 70 con 300 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,4 MPa	≥ 120 min ²⁾
1) Oppure tutti gli apparecchi installati nel compartimento antincendio, o gli attacchi previsti per la protezione esterna, se minori al numero indicato. 2) In presenza di impianti automatici di spegnimento il numero di attacchi di uscita DN 70 può essere limitato a 4 e la durata a 90 min. 3) Per compartimenti antincendio maggiori di 4 000 m² ed in assenza di protezione esterna, il numero di idranti o naspi contemporaneamente operativi deve essere doppio rispetto a quello indicato. 4) Le prestazioni idrauliche richieste si riferiscono a ciascun apparecchio in funzionamento contemporaneo con il numero di apparecchi previsti nel prospetto. Si deve considerare il contemporaneo funzionamento solo di una tipologia di protezione (interna o esterna). 5) Nelle attività con livello di pericolosità 2 e 3, per le quali non sia prevista la realizzazione della protezione esterna, si deve comunque installare, in posizione accessibile e sicura, almeno un idrante soprasuolo o sottosuolo, conforme rispettivamente alle norme UNI EN 14384 e UNI EN 14339, atto al rifornimento dei mezzi di soccorso dei vigili del fuoco. Ciascun idrante deve assicurare un'erogazione minima di 300 l/min per almeno 60 minuti e deve essere collegato alla rete (acquedotto) pubblica o privata o, in subordine, derivato dalla stessa rete idranti, prevedendo il contemporaneo funzionamento con la protezione interna.			



In corrispondenza della baia di carico idrogeno e della stazione HRS, situate a nord-est rispetto alla zona di produzione, si prevede la realizzazione di una rete antincendio distinta facente capo ad un ulteriore serbatoio di stoccaggio idrico. La rete in questo caso fa riferimento alle installazioni di idranti all'aperto per grandi capacità considerando un livello di pericolosità 3. Nello specifico si prevede il funzionamento contemporaneo di 4 attacchi di uscita DN 70 ciascuno con una portata di 300 l/min, e, quindi, la capacità di erogare 1.200 l/minuto (300 l/min x 4 idranti), pari a 72 m³/h alla pressione residua di 4 bar (0,4 MPa).

Gli idranti UNI 70 saranno posizionati in modo tale che non distino gli uni dagli altri più di 60 m e saranno posti perimetralmente agli edifici da proteggere ad una distanza compresa tra 5,00 e 10,00 m.

Gli idranti a muro all'interno degli edifici saranno invece posizionati in modo tale che ciascun punto dell'area protetta disti al massimo 20 m (intesi come distanza geometrica) dall'idrante più vicino.

Tabella 17: UNI 10779:2021-Dimensionamento degli impianti reti all'aperto.

Livello di pericolosità	Tipologie alternative di protezione ed apparecchi considerati contemporaneamente operativi		
	Protezione di capacità ordinaria ^{2) 3)}	Protezione di grande capacità ²⁾	Durata
1	2 idranti a muro ¹⁾ con 120 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,2 MPa Oppure 3 naspi ¹⁾ con 60 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,3 MPa	2 attacchi di uscita ¹⁾ DN 70 con 300 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,3 MPa	≥ 30 min
2	3 idranti a muro ¹⁾ con 120 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,2 MPa Oppure 4 naspi ¹⁾ con 60 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,3 MPa	3 attacchi di uscita ¹⁾ DN 70 con 300 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,3 MPa	≥ 60 min
3	Generalmente non prevista	4 attacchi di uscita ¹⁾ DN 70 con 300 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,4 MPa	≥ 120 min
1) Oppure tutti quelli installati se minori al numero indicato. 2) Le prestazioni idrauliche richieste si riferiscono a ciascun apparecchio in funzionamento contemporaneo con il numero di apparecchi previsti nel prospetto. 3) Qualora si preveda la realizzazione della protezione di capacità ordinaria si deve comunque installare, in relazione alle caratteristiche dell'attività all'aperto e in posizione accessibile e sicura, almeno un idrante soprasuolo o sottosuolo, conforme rispettivamente alle norme UNI EN 14384 e UNI EN 14339, atto al rifornimento dei mezzi di soccorso dei vigili del fuoco. Ciascun idrante deve assicurare un'erogazione minima di 300 l/min per almeno la durata prevista per il livello di pericolosità e deve essere collegato alla rete (acquedotto) pubblica o privata o, in subordine, derivato dalla stessa rete idranti, prevedendo il contemporaneo funzionamento con la protezione di capacità ordinaria.			

Oltre alle reti di idranti si prevede di installare sistemi di impianti a diluvio a comando manuale o automatico a protezione delle zone di stoccaggio idrogeno, delle baie di carico, delle zone di rifornimento e degli edifici di compressione.

Gli impianti a diluvio a comando manuale o automatico avranno densità di scarica di 12 l/min/m², secondo le indicazioni FM Global, scheda tecnica 7-91, per stoccaggi, erogazioni e apparati con idrogeno le quali rimandano alla scheda tecnica FM Global 3-26 "Fire protection for nonstorage occupancies". Pari densità di scarica è stata prevista anche per l'impianto di raffreddamento delle baie di carico e per gli impianti degli edifici di compressione e del pipe rack e dello stoccaggio O₂; tale prestazione supera i 10 l/min/m² richiesti dalla UNI CEN TS 14816 per la protezione da irraggiamento di stoccaggio di gas infiammabili.



Si garantisce il funzionamento dell'impianto per 60 minuti.

Tabella 18: Protezione contro l'irraggiamento – criteri di progettazione (Rif. UNI CEN TS 14816)

Struttura / impianto da proteggere	Criteri di progettazione
Recipienti in pressione fuori terra contenenti gpl	Densità 10 mm/min. Distanza ugelli non superiore a 3,7 m Altezza ugelli 0,35 m dalla superficie Per superfici sferiche o orizzontali, gli ugelli devono avere profili di spruzzature che si sovrappongono.
Serbatoi liquidi infiammabili a pressioni atmosferica	Densità 10 mm/min. Distanza verticale ugelli non superiore a 5 m Altezza ugelli 0,35 m dalla superficie Protezione del tetto Densità: - Fino a 20 m: 1,114 mm/min. - Da 20 a 80 : 1,114 – 0,0057 diametro serbatoio
Strutture, strutture porta-tubi, passerelle per cavi	Densità 4-10 mm/min. Distanza ugelli non superiore a 3 m Altezza ugelli 0,35 m dalla superficie
Trasformatori	Densità 10 mm/min. – almeno 6 mm/min. al suolo Spazi di lunghezza superiore a 0,3 m devono essere protetti singolarmente
Superficie verticali di un edificio	Densità di progetto: 10 mm/min. sulla superficie esposta Durata minima della protezione: 60 min.

Tabella 19: Criteri di progettazione impianti Sprinkler per diverse Categorie di Pericolo (Rif. FM Global "Fire protection for nonstorage occupancies")

Table 2. Sprinkler Design Demands for Hazard Categories

Hazard Category	Ceiling Height up to 30 ft (9 m) ^{Note 2}		Ceiling Height 30-45 ft (9-13.5 m)		Ceiling Height 45-60 ft (13.5-18 m)		Ceiling Height 60-100 ft (18-30 m)	
	(gpm/ft²)/ft² [(mm/min)/m²]							
	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry	Wet	Dry
HC-1	0.1/1500 (4/140) ^{Note 1}	0.1/1500 (4/140)	0.2/2500 (8/230)	0.2/3500 (8/330)	0.2/2500 (8/230)	0.2/3500 (8/330)	0.6/1200 (24/110)	Design guidance currently unavailable
HC-2	0.2/2500 (8/230)	0.2/3500 (8/330)	0.2/2500 (8/230)	0.2/3500 (8/330)	0.2/2500 (8/230)	0.2/3500 (8/330)	0.6/1200 (24/110)	
HC-3	0.3/2500 (12/230)	0.3/3500 (12/330)	0.3/3600 (12/340)	0.3/4600 (12/430)	0.5/3000 (20/280)	0.5/4000 (20/370)	0.6/1200 (24/110)	

Note 1. The demand area for dormitories, residential, and dwelling type areas may be based on the largest room area, but not less than four sprinklers provided fire compartmentation with a minimum one hour fire rating is present. Treat corridors as rooms in making this determination.

Note 2. For HC-2 and HC-3 occupancies with ceiling heights up to 30 ft (9 m) where K11.2EC or K14.0EC upright 160°F (70°C) rated sprinklers are used, the design can be reduced to the following:

- K11.2EC: 0.30 gpm/ft² over 1500 ft² (12mm/min over 140 m²). Ensure a minimum of 6 sprinklers in the design
- K14.0EC 0.30 gpm/ft² over 1000 ft² (12mm/min over 90 m²). Ensure a minimum of 4 sprinklers in the design



Moltiplicando la densità di scarica per ciascuna area operativa si ottengono i m³/min necessari per il dimensionamento della riserva idrica.

Nelle tabelle sottostanti si riporta una sintesi dei calcoli effettuati.

Tabella 20: Determinazione fabbisogno idrico area idrogeno

FABBISOGNO IDRICO AREA IDROGENO				
ELEMENTO DI PROTEZIONE ATTIVA	PORTATA [m ³ /h]	ORE DI FUNZIONAMENTO	AREA OPERATIVA	VOLUME IDRICO [m ³]
RETE ESTERNA IDRANTI ORDINARIA	108	2	-	216
RETE INTERNA IDRANTI ORDINARIA	28,8	2	-	57,6
IMPIANTO A DILUVIO STOCCAGGIO IDROGENO	244,8	1	340 (si ipotizza l'attivazione dell'impianto su 4 container)	244,8
IMPIANTO A DILUVIO BAIA DI CARICO O ₂	79,2	1	110	79,2
IMPIANTO A DILUVIO STOCCAGGIO O ₂	51,8	1	72	51,8
IMPIANTO A DILUVIO EDIFICIO COMPRESSIONE IDROGENO	247	1	343	247
IMPIANTO A DILUVIO EDIFICIO COMPRESSIONE OSSIGENO	216	1	300	216
IMPIANTO A DILUVIO PIPE RACK	239,8	1	300	239,8

Tabella 21: Determinazione fabbisogno idrico baia di carico e stazione HRS

FABBISOGNO IDRICO AREA IDROGENO				
ELEMENTO DI PROTEZIONE ATTIVA	PORTATA [m ³ /h]	ORE DI FUNZIONAMENTO	AREA OPERATIVA	VOLUME IDRICO [m ³]
RETE IDRANTI ALL'APERTO PROTEZIONE DI GRANDE CAPACITA'	72	2	-	144
IMPIANTO A DILUVIO BAIA DI CARICO H ₂	79,2	1	110	79,2
IMPIANTO A DILUVIO COMPRESSORE IDROGENO	51,8	1	72	51,8
IMPIANTO A DILUVIO HRS	51,8	1	72	51,8
IMPIANTO A DILUVIO EROGATORE	51,8	1	72	51,8

Ai fini del dimensionamento della riserva idrica, si considera nell'area idrogeno il funzionamento simultaneo della rete esterna di idranti ed il funzionamento degli impianti a diluvio aventi area operativa massima e minima, ovvero dell'edificio di compressione idrogeno e della baia di carico dell'ossigeno, ne consegue che il volume idrico necessario risulta pari a:

$$V=216 + 247 + 79,2 = 542,2 \text{ m}^3$$

Si prevede l'installazione di un serbatoio circolare di diametro 16 m ed altezza 3 m avente volume complessivo pari a 603 m³ che funge da riserva idrica per le reti di protezione dell'area idrogeno.



La rete ad anello che alimenta i sistemi di protezione attiva della zona baia di carico e stazione di rifornimento idrogeno è invece alimentata da una riserva idrica dimensionata considerando il simultaneo funzionamento della rete di idranti di protezione di grande capacità e dell'impianto a diluvio avente area operativa massima (ovvero impianto della baia di carico H₂). Si avrà pertanto necessità del seguente volume idrico:

$$V=144 + 79,2 = 223,2 \text{ m}^3$$

Si prevede l'installazione di un serbatoio circolare di diametro 8 m ed altezza 5 m avente volume complessivo pari a 251 m³ che funge da riserva idrica per le reti di protezione dell'area baia di carico idrogeno e stazione di rifornimento.

Le riserve idriche saranno collegate ad apposito gruppo di pompaggio per il cui dimensionamento si rimanda alla fase esecutiva. I locali in cui saranno alloggiate le pompe saranno conformi alla norma UNI 11292:2019 "Locali destinati ad ospitare gruppi di pompaggio per impianti antincendio - Caratteristiche costruttive e funzionali". I locali inoltre conformemente alla La Norma UNI EN 12845:2020 "Installazioni fisse antincendio – Sistemi automatici a sprinkler – Progettazione, installazione e manutenzione" saranno protetti da sprinkler e avranno una resistenza al fuoco non minore di 60 minuti.

Per quanto riguarda gli estintori, gli unici efficaci nel caso di incendio di gas sono gli estintori a polvere o con sostanza chimica (Dry chemicals). Nel caso specifico dovranno essere previsti estintori portatili a protezione di ogni elemento pericoloso di impianto. Inoltre deve essere presente almeno un estintore ogni 100 m² di superficie in pianta per i locali come uffici e cabinati. Questi estintori saranno ubicati in posizione segnalata e facilmente raggiungibile ed avranno una carica nominale non inferiore a 6 kg con capacità estinguente non inferiore a 21 A 113 B (D.M. 23/10/2018).

Pertanto si prevede l'installazione di tale tipologia di estintori nei seguenti locali:

- edificio elettrolizzatori, edifici compressori e luoghi con componenti elettriche;
- zona stoccaggio;
- zona rifornimento ed erogazione idrogeno.

4.3.7.7 *Segnaletica di sicurezza e vie di esodo*

Secondo il D.M. 23/10/2018, deve essere esposta idonea cartellonistica che riproduce lo schema di impianto con indicazioni sulle valvole, in modo da renderle facilmente individuabili e delle apparecchiature. Inoltre deve essere esposta una planimetria dell'impianto ed affisse istruzioni per il personale autorizzato che indichino il comportamento da tenere in caso di emergenza, la posizione dei dispositivi di sicurezza e le manovre da eseguire per mettere in sicurezza l'impianto. Per quanto riguarda l'unità di erogazione dovranno essere previsti cartelli per le prescrizioni ed i divieti per gli autisti. Tutti i cartelli devono rispettare le disposizioni sulla segnaletica di sicurezza di cui al titolo V del decreto legislativo 9 Aprile 2008 n. 81.

Dovrà essere esposta una planimetria dell'impianto ed affisse istruzioni per gli addetti inerenti:

- il comportamento da tenere in caso di emergenza;
- la posizione dei dispositivi di sicurezza;



- le manovre da eseguire per mettere in sicurezza l'impianto (esempio: azionamento dei pulsanti di emergenza, funzione dei presidi antincendio).

In aggiunta, l'area di accesso al sito e nel caso specifico le strade di accesso/uscita, devono rispettare le caratteristiche tecniche riportate all'interno del D.M. 23/10/2018.

Per lo studio in oggetto, nella prossima fase d'ingegneria, dovrà essere prodotta la planimetria di impianto riportante le vie di esodo e i punti di ritrovo in situazioni di emergenza.

4.3.7.8 Ulteriori analisi di sicurezza relative all'impianto

Sono state svolte analisi di sicurezza relative alle distanze da rispettare dai cavidotti elettrici aerei, come riportato all'interno del D.M. 23 Ottobre 2018. Da tali analisi risulta che il layout di progetto rispetta tali vincoli.

All'interno del progetto in esame sono state svolte diverse analisi di sicurezza. Per un maggior approfondimento rispetto alle altre opere si rimanda ai paragrafi 4.1 e 4.2.

Ulteriore aspetto da analizzare è la possibilità prevista in progetto di inserire impianti fotovoltaici sulle coperture degli edifici relativi all'impianto di idrogeno.

Gli impianti saranno installati nel rispetto di quanto previsto dal Testo coordinato della Nota 07 febbraio 2012 "Guida per l'installazione degli impianti FV". In fase esecutiva verranno pertanto analizzati, ai fini del dimensionamento e del posizionamento dei pannelli e dei componenti, i seguenti aspetti:

- eventuale aggravio delle condizioni preesistenti di rischio;
- eventuale impedimento per evacuatori fumo / calore;
- eventuali impedimenti al raffreddamento / spegnimento;
- compartimentazione delle coperture dell'edificio.

4.3.8 Prossimi adempimenti normativi relativi all'impianto di idrogeno

La presente sezione ha illustrato i principali criteri di progettazione adottati per rispettare la normativa vigente in tema di prevenzione di incendi.

In fase di progettazione esecutiva sarà ricondotta nuovamente l'analisi di rischio alla luce di eventuali necessità di modifiche/integrazioni all'impianto analizzando anche il percorso delle tubazioni di idrogeno in progetto.

Nella successiva fase ingegneristica saranno inoltre assolti tutti gli adempimenti necessari al rispetto della Direttiva Seveso III e alla presentazione delle istanze relative ai procedimenti di prevenzione incendi conformemente al D.M. 7 agosto 2012.

4.4 Impianto di accumulo di energia elettrica BESS

Il BESS (Battery Energy Storage System) è un insieme di apparecchiature, componenti e connessioni finalizzate all'immagazzinamento di energia elettrica all'interno di celle elettrochimiche ed ha lo scopo di



garantire uno scambio bidirezionale di energia con un collegamento in media tensione. Il componente principale del sistema è la connessione di blocchi di celle elettrochimiche contenuti all'interno di container in acciaio. Il BESS previsto in progetto ha potenza nominale complessiva di 50 MW combaciante con la potenza di immissione/prelievo di 50 MW come da Soluzione Tecnica Minima Generale di Terna. La capacità di accumulo corrisponde a 200 MWh, valore che consente di ottenere a piena potenza un C-rate massimo di $0,25 \text{ h}^{-1}$, il quale corrisponde ad un ciclo di completa carica/scarica in un intervallo di tempo di 4 ore.

L'impianto si compone di 102 container batteria e 17 sistemi di trasformatori ed inverter, nel dettaglio il sistema prevede i seguenti componenti:

- Sistema di accumulo (BESS) composto da:
 - Celle elettrochimiche assemblate in moduli e armadi (Assemblato Batterie)
 - Sistema bidirezionale di conversione dc/ac (PCS)
 - Trasformatori di potenza MT/BT
 - Quadro Elettrico di potenza MT
 - Sistema di gestione e controllo locale di assemblato batterie (BMS)
 - Sistema locale di gestione e controllo integrato di impianto (SCI)
 - Sistema Centrale di Supervisione (SCCI) che coordina l'esercizio del Gruppo della centrale e del sistema BESS
 - Servizi Ausiliari
 - Sistemi di protezione elettriche
 - Cavi di potenza e di segnale
 - Trasformatore di isolamento MT/MT
- Estensione /derivazione del Condotti Sbarre MT, di collegamento al sistema elettrico dei gruppi;
- Container o quadri ad uso esterno equipaggiati di sistema di condizionamento ambientale, sistema antincendio e rilevamento fumi.

Data la composizione del sistema si evince che i rischi associati all'impianto di accumulo di energia sono rappresentati sostanzialmente da potenziali esplosioni derivanti da gas infiammabili, contatti con parti conduttive con rischio di arco elettrico, incendio dovuto ad instabilità termica e rilascio di gas tossici e corrosivi quando l'impianto è soggetto ad incendio.

Lo scopo della presente sezione è definire i requisiti di sicurezza minimi dei componenti costituenti l'impianto e le procedure di sicurezza da seguire nell'eventualità si verifichi un guasto/incidente nell'impianto.

4.4.1 Sintesi dei dispositivi di sicurezza

I container/moduli batteria sono costituiti da un involucro esterno simile ad un container marittimo in metallo non combustibile. L'involucro è dotato di uno strato di isolamento termico (lana di roccia all'interno dei pannelli del container). Per informazioni di dettaglio circa la tipologia di container e la configurazione dell'impianto si faccia riferimento agli elaborati di progetto AGNROM_EP-R_REL-BESS - "Relazione tecnica impianto di accumulo di energia elettrica" e AGNROM_EP-D_PLA-BESS- "Planimetria e viste di dettaglio dell'impianto di accumulo di energia (elettromeccanica)"



Nel seguito si riportano i principali dispositivi di sicurezza ed antincendio caratteristici di ciascun container batteria:

- Un dispositivo di rilevamento globale degli incendi basato su sensori di fumo
- Un sistema di allarme esterno acustico e visivo
- 2 sistemi di allarme remoto in ridondanza
- Un sistema di soppressione primaria dell'incendio (bombola di N₂) progettato secondo le norme vigenti, collegato alla rete di rilevamento della base di sensori (fumo)
- Un dispositivo manuale esterno per il rilascio del gas dal FSS (Fire Suppression System) primario
- Una bocchetta di scarico della pressione situata nella parte superiore di una porta laterale per evacuare i gas caldi e i gas durante lo scarico dell'FSS allo scopo di mantenere una differenza di pressione tra interno ed esterno non superiore a 95Pa; la bocchetta consente inoltre di deviare una eventuale fiamma verso l'alto in modo da evitare la propagazione dell'incendio.
- Pannelli anti-esplosione situati sul tetto del container (pannelli frangibili). Se si verifica un improvviso aumento di pressione tale da non permettere allo sfiato di mantenere idonei livelli di pressione, sono presenti 4 pannelli installati sul tetto del container progettati per limitare la pressione a un livello tale da garantire l'integrità strutturale del manufatto in caso di emissione di gas comburenti generati durante un evento termico.
- Un termometro analogico esterno che indica la temperatura interna del container.
- Una rete interna di sprinkler ad acqua collegata a un "dry snoot" con collegamento esterno per la manichetta (serbatoio fisso o autocarro). Questo FSS ridondante è chiamato FSS secondario o FSS idrico. Tale presa d'acqua si trova sulla parete laterale del container (circa 1 m di altezza) e alimenta la rete di distribuzione dell'acqua FSS con acqua pressurizzata. La fonte di alimentazione idrica deve essere collegata entro 1 ora dall'attivazione dell'allarme di rivelazione incendio. L'alimentazione idrica deve avere le seguenti caratteristiche:
 - Pressione: 4 bar
 - Portata: ~600litri/minuto
 - Volume: ≈ 72m³
 - Tempo di funzionamento: 2 ore

Questi volumi e durate sono valori minimi che devono essere sempre utilizzati dopo l'attivazione.

Per alimentare il sistema si prevede l'installazione di due serbatoi di riserva idrica circolari di diametro pari a 5,5 m, altezza di 4,00 m aventi un volume di 95 m³ ciascuno. I serbatoi saranno posizionati in posizioni opposte per una migliore copertura dell'impianto.

Come spiegato in precedenza, il riavvio dell'incendio può avvenire dopo l'interruzione del flusso d'acqua, per cui è necessario monitorare per almeno 24 ore il valore della temperatura del contenitore grazie al termometro analogico visibile dall'esterno (vicino alla bocca dell'acqua).

La presa del manicotto sarà conforme agli strumenti utilizzati dai Vigili del Fuoco di Ravenna. Per collegare la presa si dovranno utilizzare adeguati DPI adatti a prevenire le scosse elettriche.



Figura 5: Manicotto idrico e relativo collegamento

- Un sistema di rilascio del drenaggio dell'acqua per evitare di allagare l'ESS in caso di attivazione dell'FSS ad acqua (per evitare la potenziale generazione di gas H_2 tramite elettrolisi).

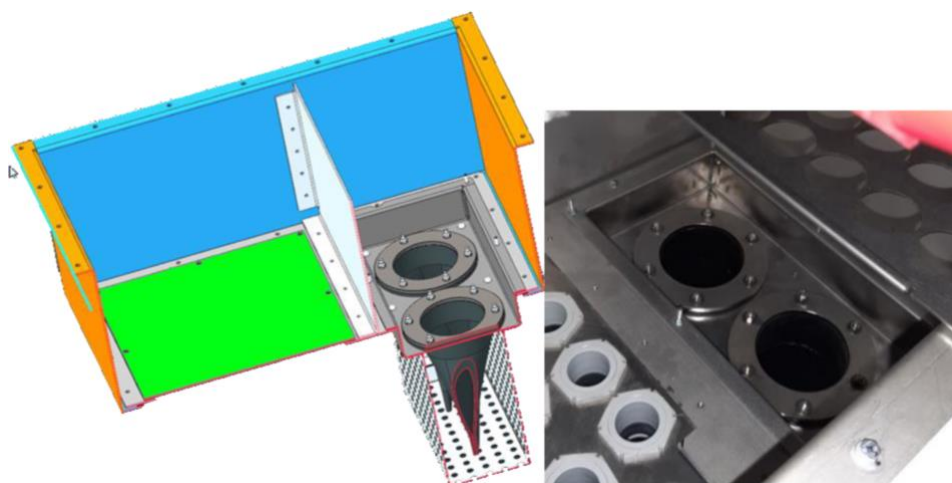


Figura 6: Sistema di drenaggio del container

- Un dispositivo per la disconnessione automatica delle batterie/accumulatori dalla rete.
- Una distanza fisica sicura tra i contenitori/infrastrutture (minimo 3,0 m) per limitare l'irradiazione del fuoco/flusso di calore critico ai contenitori vicini ed evitare la propagazione. Consente di non propagare un incendio o un effetto termico critico tra i container.
- Un interruttore generale manuale esterno



Figura 7: Interruttore generale esterno

L'impianto prevede l'installazione di trasformatori ad olio che verranno definiti nel dettaglio in fase esecutiva. Qualora risulti che tali macchine elettriche abbiano un contenuto di liquido isolante con volume superiore a 1 m³ si applicheranno le prescrizioni previste nella regola tecnica verticale DM 15 luglio 2014 Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, l'installazione e l'esercizio delle macchine elettriche fisse con presenza di liquidi isolanti combustibili in quantità superiore ad 1 m³ e sue eventuali modifiche ed integrazioni.

Tutti gli involucri batterie, convertitori, quadri elettrici saranno dotati di rivelatori incendi. Gli involucri batterie saranno inoltre equipaggiati con relativo sistema di estinzione specifico per le apparecchiature contenute all'interno. Estintori portatili e carrellati saranno, inoltre, posizionati in prossimità dei moduli batterie, dei convertitori di frequenza e dei quadri elettrici. Le segnalazioni provenienti dagli impianti antincendio saranno integrate nell'esistente sistema di allarme antincendio della sottostazione elettrica.

4.4.2 Situazione di incendio

Per rafforzare il sistema di sicurezza del container in caso di incendi elettrici, verrà dotato di un sistema di spegnimento automatico FSS (Fire Suppression System) primario, basato sul rilascio di agenti inerti (gas N₂ (IG-100) o argonitici (IG-55) a seconda delle normative e/o delle opzioni locali).

Tuttavia, se si considera un incidente critico, dovuto a un incendio generalizzato in un container (guasto dell'FSS o riaccensione dell'incendio dopo l'attivazione dell'FSS e propagazione interna non contenuta) l'FSS non è sufficiente

La propagazione di tale evento ha una cinetica lenta all'inizio (la propagazione all'interno della batteria richiede diversi minuti dall'inizio dell'incidente, dopodiché può avvenire la propagazione tra il modulo con presenza di fiamma e i moduli limitrofi). Durante la prima ora circa 4 moduli possono essere innescati in fuga termica e la propagazione termica da cella a cella avviene all'interno di questi moduli con rilascio di fumi caldi e calore. Per questo motivo (cinetica lenta nella prima ora) il primo soccorritore deve essere sul posto in meno di un'ora e applicare il processo previsto dal piano di intervento.



In caso contrario, si può verificare un fenomeno più rapido quando la temperatura ambiente del container raggiunge un valore critico di 150°C, a questa temperatura ambiente la propagazione sarà guidata principalmente dalla convezione, che accelererà il fenomeno.

L'impianto deve avere una temperatura stabilizzata inferiore a 100°C per essere considerato nella fase finale senza rischio di incendio da riavviare. Questa temperatura stabilizzata "bassa" non è sinonimo di situazione sicura e l'apertura delle porte del container non è consentita a causa della potenziale presenza di gas tossici e/o esplosivi se i pannelli frangibili sul tetto non sono stati aperti. Questi gas possono essere distribuiti nell'intero volume morto del container e l'apertura delle porte senza rispettare il processo previsto può causare lesioni ai soccorritori/vigili del fuoco.

Poiché i gas esplosivi leggeri (come l'idrogeno) possono accumularsi nella parte superiore del contenitore, la misurazione del livello di esplosivo non è facile da eseguire, pertanto, per diminuire la concentrazione di esplosivo, i vigili del fuoco dovranno iniettare CO₂ nel container.

L'iniezione avviene attraverso uno specifico orifizio situato accanto al termometro analogico; tale orifizio sarà protetto da una piastra metallica che deve essere svitata.

Si raccomanda una zona di esclusione di 60 metri attorno al container incendiato per persone non coinvolte nell'evento.

4.4.3 Radiazione termica

I profili di radiazione termica in funzione della distanza (dall'apertura di ventilazione) sono stati calcolati per un'altezza di 2,6 m dal suolo, corrispondente all'altezza di un container ISO di 20 piedi. Dopo il rilevamento dell'incendio, i primi soccorritori devono essere sul posto in meno di un'ora per avere un accesso il più sicuro possibile ai moduli.

Dopo la prima ora, se i vigili del fuoco ritengono che l'accesso sia rischioso o impossibile, si raccomanda di mettere in sicurezza i container e/o le infrastrutture nelle vicinanze e di contenere l'evento in corso.

Ipotizzando che tutte le barriere di sicurezza siano fuori uso e che tutta l'energia delle batterie venga rilasciata durante un incendio completo nel container, la stima dell'intensità degli effetti termici e della loro durata all'esterno del container è la seguente:

- Fiamme attraverso lo sfiato di scarico della pressione sulla porta laterale e potenzialmente anche sul tetto attraverso pannelli frangibili aperti
- Temperatura delle fiamme > 1400 K / 1100°C
- Durata della propagazione/incendio > 8 h

In ogni caso, entro la prima ora o dopo, gli addetti all'estinzione degli incendi dovranno avvicinarsi al modulo dal lato opposto a quello della vent di pressure relief.

Non si prevede l'uso di litio metallico, pertanto l'acqua può essere utilizzata per estinguere gli incendi proposti senza il rischio di ulteriori reazioni esotermiche.



L'acqua però, poiché conduttore di elettricità, rappresenta un rischio che permane anche se il container è elettricamente scollegato da tutte le fonti di energia.

Infatti, poiché l'energia elettrica è immagazzinata in forma elettrochimica all'interno della batteria agli ioni di litio, l'energia è sempre presente in ciascuno degli elementi elettrochimici e tale energia può reagire anche in caso di condizioni avverse (temperatura, cortocircuito, schiacciamento, ecc.) durante le fasi dell'intervento di sicurezza antincendio.

Inoltre, nonostante l'immissione di un grande volume d'acqua nel container, gli effetti termici sono tali che l'incendio possa riprendere dopo l'arresto del flusso d'acqua. Particolare attenzione deve essere prestata per almeno 24 ore, durante le quali la temperatura ambiente interna del container deve essere permanentemente inferiore a 100°C. Se questa misurazione della temperatura viene effettuata non appena i vigili del fuoco arrivano sul posto, deve essere ripetuta almeno ogni 30 minuti per evitare un valore falsato dal rilascio del fluido/gas FSS o da un fenomeno di propagazione appena iniziato e non ancora rilevabile.

4.5 Controllo operativo dei rischi

L'allarme antincendio dell'FSS deve essere monitorato 7 giorni su 7 e 24 ore su 24.

Prima della messa in funzione e durante le operazioni di manutenzione, il contatto dell'FSS viene attivato (architettura di sicurezza attiva). Durante l'esercizio, dopo il rilevamento dell'incendio viene inviato un allarme all'operatore ed i primi soccorritori/vigili del fuoco saranno sul posto in meno di un'ora per avere un accesso il più sicuro possibile al container/modulo.

Il container/modulo potenzialmente guasto viene identificato grazie all'avvisatore acustico attivato. La temperatura interna sarà disponibile grazie ad un sensore di temperatura analogico esterno; se non è possibile un accesso sicuro, i vigili del fuoco possono utilizzare un binocolo per vedere a distanza il sensore di temperatura.

Grazie a questa procedura e al valore del sensore di temperatura interno, i primi soccorritori e/o i vigili del fuoco possono determinare il processo da mettere in atto.

Dopo la gestione dell'incidente, il monitoraggio del valore della temperatura del container/modulo grazie al termometro analogico visibile dall'esterno è obbligatorio per un minimo di 24 ore.

Il primo soccorritore è indicato come la persona che arriva per prima sul posto. Nel caso in cui non sia addestrato a gestire le operazioni di incidente, deve contattare i vigili del fuoco e non rimanere vicino al container/modulo potenzialmente guasto.

In ogni caso, tutte le connessioni elettriche devono essere scollegate a distanza e si deve vietare l'accesso all'area potenzialmente guasta con un perimetro di sicurezza di 60 metri. Nel caso in cui i primi soccorritori siano addestrati a gestire le operazioni di incidente, devono essere in grado di collegare l'estintore alla manichetta e di monitorare la temperatura interna, grazie al sensore di temperatura esterno situato vicino alla botola dell'acqua.



Nel caso in cui i primi soccorritori/vigili del fuoco non possano essere sul posto durante la prima ora dopo l'attivazione dell'allarme antincendio, la propagazione interna dell'incendio potrebbe essere più significativa e l'integrità meccanica potrebbe essere compromessa.

Dopo la prima ora, l'accesso al container in avaria è lasciato alla valutazione dei vigili del fuoco. Se l'accesso non è possibile, i vigili del fuoco devono mettere in sicurezza i container e/o le infrastrutture vicine e contenere l'evento sul modulo/container danneggiato.

Dopo la prima ora o in caso di incendio, per accedere al container, i primi soccorritori/vigili del fuoco devono indossare i DPI contro le aggressioni termiche e la tossicità, contro le aggressioni elettriche fino a 1500V per collegare l'FSS dell'acqua. L'intervento di disconnessione deve essere effettuato da una persona autorizzata a lavorare sotto tensione, indossando i DPI appropriati.

In fase esecutiva sarà predisposto apposito documento recante le procedure operative di emergenza da seguire nei vari scenari possibili, nel seguito si riportano a titolo di esempio la procedura da seguire nel caso in cui il sistema FSS abbia spento l'incendio oppure nel caso in cui l'incendio sia divampato e il container emetta fumo.

Tabella 22: Procedure antincendio: A) Caso 1 - Il sistema di estinzione primario FSS ha spento l'incendio: Allarme visivo e sonoro attivi fuori dal container

A) Caso 1 - Il sistema di estinzione primario FSS ha spento l'incendio: Allarme visivo e sonoro attivi fuori dal container

Situazione Generale	DPI
Nessun fumo visibile che fuoriesce dal container/modulo. L'incendio è stato controllato dall'interno dal Dispositivo FSS primario (N2 o argonite)	Per i primi soccorritori: Nessuna necessità di DPI specifici Per i vigili del fuoco: Per l'intervento è necessario un set completo di DPI antincendio
Fabbisogno di personale, macchinari, presidi antincendio	- Autopompa antincendio - Se non è disponibile una rete idrica antincendio locale, è necessario un serbatoio/camion d'acqua supplementare. - Capo gruppo dei Vigili del Fuoco (ufficiale)
Accessi/Percorsi	-Non parcheggiare davanti alle aperture -Parcheggiare ad almeno 60 metri dal container interessato
AZIONI IMMEDIATE	



Numero azione	Tempo di azione	Opzione A: Operatore/tecnico di turno in arrivo prima dei Vigili del Fuoco	Opzione B: Operatore/tecnico di turno in arrivo dopo dei Vigili del Fuoco
1	0	Attivazione dell'allarme antifumo (visivo + sonoro)	Attivazione dell'allarme antifumo (visivo + sonoro)
2	0	Attivazione del Sistema di estinzione incendi a gas primario	Attivazione del Sistema di estinzione incendi a gas primario
3	0	Trasmissione dell'allarme all'operatore/tecnico di turno	Trasmissione dell'allarme all'operatore/tecnico di turno
4	0	L'operatore/tecnico di turno chiama i Vigili del Fuoco	L'operatore/tecnico di turno chiama i Vigili del Fuoco
5	T+XX	L'operatore/tecnico di turno arriva sulla scena (container/modulo)	I vigili del fuoco arrivano sulla scena
6	T+XX	Interruzione locale dell'alimentazione globale del modulo	Interruzione locale dell'alimentazione globale del modulo
7	T+XX	L'operatore/tecnico di turno parcheggia a più di 60 metri dall'ESS	Macchinari parcheggiati a più di 60 metri
8	T+XX	Identificazione del container/modulo in allarme (allarme visivo)	Identificazione del container/modulo in allarme (allarme visivo)
9	T+XX	Creare nell'intorno un perimetro di esclusione di 60 metri	Creare nell'intorno un perimetro di esclusione di 60 metri
10	T < 1h	L'operatore/tecnico di turno collega la l'idrante al container senza aprire l'acqua	I Vigili del Fuoco addestrati collegano l'idrante al container/modulo interessato senza aprire il acqua
11	T ≥ 1 h	L'operatore/tecnico di turno si coordina con il capogruppo dei Vigili del Fuoco (spiegazione del rischio, strategia)	Il capogruppo dei vigili del fuoco si coordina con il tecnico che arriva sul posto (spiegazione del rischio, strategia)
12		+ altre azioni elencate nella sezione sottostante	+ altre azioni elencate nella sezione sottostante
AZIONI PONDERATE			
Controllo della temperatura interna mediante termometro esterno:			



- Se < 50°C 30 min dopo l'attivazione dell'allarme: possibile apertura del container/modulo dopo lo scarico della bombola di CO₂. La decisione di aprire il modulo deve essere presa da personale addestrato. - Se >50°C: Non sono visibili fumi: Non aprire il container e ripetere il controllo ogni 30 minuti. - Se >100°C: Non aprire il container, attivare la spruzzatura dell'acqua, con una pressione di alimentazione di 4 bar e lasciare in funzione per 2 ore. Dopo 2 ore di spruzzatura - Controllare la temperatura interna con il termometro esterno. - Se <50°C: possibile apertura del container dopo aver misurato il livello di esplosività interna. - Se >50°C: Continuare la spruzzatura interna e ripetere la misurazione ogni 30 minuti. Quando la situazione è sotto controllo (temperatura < 50°C) e dopo la raccomandazione o la decisione del tecnico esperto: - Scaricare la bombola di CO₂ nel container. - Misurazione dell'esplosività interna: - Se 20% LEL-> apertura del container possibile - Se >20% LEL -> non aprire e ripetere la misura 30 minuti dopo.	
COSA RICORDARE	-Non aprire il container/modulo senza aver rimosso il gas interno dopo aver utilizzato la bombola di CO₂ e senza misurare il livello di gas interno esplosivo (esplosimetro). - Non entrare in contatto con le parti metalliche del contenitore senza gli opportuni DPI (rischio elettrico). - Non entrare in contatto con l'acqua (rischio elettrico).
IMPORTANTE PROMEMORIA	- Il rischio elettrico e tossico sono sempre presenti



	- Le batterie saranno sempre sotto tensione (CC) - Non sostare in prossimità del bocchettone di scarico della pressione situato sulla porta laterale del container.
--	--

Tabella 23: Procedure antincendio: B) Caso 2 - Il sistema di estinzione primario FSS NON ha spento l'incendio: Fumo/ alta Temperatura del container, allarme visivo e sonoro attivi fuori dal container

B) Caso 2 - Il sistema di estinzione primario FSS NON ha spento l'incendio: Fumo/ alta Temperatura del container Allarme visivo e sonoro attivi fuori dal container

Situazione Generale		DPI	
Fumo e/o fiamme visibili che fuoriescono dal container/modulo		Per il primo soccorritore: I DPI sono necessari se sono visibili fiamme	
L'incidente non è controllato dall'FSS primario interno		Per i Vigili del Fuoco: è necessario un set completo di DPI antincendio per l'intervento	
Fabbisogno di personale, macchinari, presidi antincendio		- Autopompa antincendio - Se non è disponibile una rete idrica antincendio locale, è necessario un serbatoio/camion d'acqua supplementare. - Autocarro di intervento per materiali pericolosi - Capo gruppo dei Vigili del Fuoco (ufficiale)	
Accessi/Percorsi		-Non parcheggiare davanti alle aperture -Parcheggiare ad almeno 60 metri dal container interessato	
AZIONI IMMEDIATE			
Numero azione	Tempo di azione	Opzione A: Operatore/tecnico di turno in arrivo prima dei Vigili del Fuoco	Opzione B: Operatore/tecnico di turno in arrivo dopo dei Vigili del Fuoco
1	0	Attivazione dell'allarme antifumo (visivo + sonoro)	Attivazione dell'allarme antifumo (visivo + sonoro)
2	0	Attivazione del Sistema di estinzione incendi a gas primario	Attivazione del Sistema di estinzione incendi a gas primario
3	0	Trasmissione dell'allarme all'operatore/tecnico di turno	Trasmissione dell'allarme all'operatore/tecnico di turno



4	0	L'operatore/tecnico di turno chiama i Vigili del Fuoco	L'operatore/tecnico di turno chiama i Vigili del Fuoco
5	T+XX	L'operatore/tecnico di turno arriva sulla scena (container/modulo)	I vigili del fuoco arrivano sulla scena
6	T+XX	Interruzione locale dell'alimentazione globale del modulo	Interruzione locale dell'alimentazione globale del modulo
7	T+XX	L'operatore/tecnico di turno parcheggia a più di 60 metri dall'ESS	Macchinari parcheggiati a più di 60 metri
8	T+XX	Identificazione del container/modulo in allarme (allarme visivo)	Identificazione del container/modulo in allarme (allarme visivo)
9	T+XX	Creare nell'intorno un perimetro di esclusione di 60 metri	Creare nell'intorno un perimetro di esclusione di 60 metri. Controllare il livello di tossicità (CO, HF, HCN)e regolare di conseguenza il perimetro di sicurezza necessario.
10	T < 1h	L'operatore/tecnico di turno attende l'arrivo dei Vigili del Fuoco.	I Vigili del Fuoco addestrati collegano la manichetta al container difettoso senza aprire l'acqua.
11	T < 1h	La decisione di aprire l'acqua avviene dopo il controllo crociato con l'operatore/tecnico di turno	La decisione di aprire l'acqua avviene dopo il controllo crociato con l'operatore/tecnico di turno
12	T ≥ 1 h	L'operatore/tecnico di turno si coordina con il capogruppo dei Vigili del Fuoco (spiegazione del rischio, strategia)	Il capogruppo dei vigili del fuoco si coordina con il tecnico che arriva sul posto (spiegazione del rischio, strategia)
13		+ altre azioni elencate nella sezione sottostante	+ altre azioni elencate nella sezione sottostante
AZIONI PONDERATE			
Attivare la spruzzatura dell'acqua, con una pressione di alimentazione di 4 bar e lasciare in funzione per 2 ore dopo la fine del rilascio di fumo e fiamme.			



Dopo 2 ore di spruzzatura

- Controllare la temperatura interna con il termometro esterno.
- Se $<50^{\circ}\text{C}$: possibile apertura del container dopo aver misurato il livello di esplosività interna.
- Se $>50^{\circ}\text{C}$: Continuare la spruzzatura interna e ripetere la misurazione ogni 30 minuti.

Quando la situazione è sotto controllo (temperatura $< 50^{\circ}\text{C}$) e dopo la raccomandazione o la decisione del tecnico esperto:

- Scaricare la bombola di CO_2 nel container.
- Misurazione dell'esplosività interna:
 - Se 20% LEL -> apertura del container possibile
 - Se $>20\%$ LEL -> non aprire e ripetere la misura 30 minuti dopo.

COSA RICORDARE

- Non aprire il container/modulo senza aver rimosso il gas interno dopo aver utilizzato la bombola di CO_2 e senza misurare il livello di gas interno esplosivo (esplosimetro).
- Non entrare in contatto con le parti metalliche del contenitore senza gli opportuni DPI (rischio elettrico).
- Non entrare in contatto con l'acqua (rischio elettrico).

IMPORTANTE PROMEMORIA

- Il rischio elettrico e tossico sono sempre presenti
- Le batterie saranno sempre sotto tensione (CC)
- Non sostare in prossimità del bocchettone di scarico della pressione situato sulla porta laterale del container.



5. SICUREZZA DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE IDROGENO VERDE

L'impianto, situato nell'area Agnes Ravenna Porto è ampiamente descritto e trattato nel relativo elaborato progettuale AGNROM_EP-R_REL-P2HY – “Relazione tecnica dell'impianto di produzione e stoccaggio di idrogeno verde” nel seguito si intende fornire una sintesi di quelli che sono gli strumenti atti a garantire la sicurezza del processo con particolare riferimento all'impianto di elettrolisi.

5.1 Sicurezza di processo

L'impianto di elettrolisi opera con un elevato grado di automazione. L'impianto reagisce quindi in modo indipendente a malfunzionamenti e condizioni di disturbo e ciò è reso possibile da un sistema di controllo automatico di sicurezza integrato.

Lo scopo del sistema di controllo di sicurezza è quello di mettere l'impianto in uno stato di sicurezza in base alla sequenza del processo del sistema. Lo stato di sicurezza dell'impianto è definito come segue:

- Gli inverter sono spenti e bloccati;
- Stop delle pompe di ricircolo dell'elettrolita e delle pompe di iniezione dell'acqua;
- Stop dell'unità di purificazione ed essiccazione;
- Le valvole a valle degli stack e prima dei separatori di testata, vengono chiuse;
- Il modulo elettrolizzatore passa alla modalità STOP. In caso di interruzione dell'alimentazione, il sistema viene portato in uno stato di sicurezza eseguendo un arresto di sicurezza tramite il sistema di controllo supportato da un'unità UPS.

Il sistema di controllo si basa su 2 livelli di controllo:

- Sistema di arresto del processo (PSD) controllato dal Sistema di controllo del processo di base (BPCS) che agisce come prima protezione;
- Il sistema di sicurezza (SIS) con funzioni strumentali di sicurezza integrate (SIF) per tutti i rischi residui del processo non completamente affrontati dal BPCS e dalle apparecchiature meccaniche. Il SIS è alimentato da un sistema UPS per garantire la funzionalità indipendentemente dall'alimentazione elettrica generale. Il sistema di rilevamento degli incendi e dei gas fa attualmente parte del SIS.

Gli interventi del PSD possono essere causati da diversi eventi, come i seguenti:

- Shutdown to Stop, utilizzato per monitorare i parametri di processo più importanti ed ha la massima priorità. Quando viene attivato, arresta l'impianto e lo porta in uno stato di sicurezza. È attivo durante tutte le fasi;
- Shutdown a causa di insufficiente purezza dell'idrogeno;
- Shutdown a causa del superamento del tempo di spurgo durante la fase specifica;
- Stop a causa del superamento della temperatura e del limite di flusso nella PDU;
- Shutdown a causa della presenza di persone nell'impianto;
- Shutdown a causa di produzione con riduzione della pressione in caso di guasto al sistema di raffreddamento, alla pompa dell'elettrolita o all'analisi dei gas;



- Shutdown con riduzione della pressione a causa di incendio e rilevamento di gas;
- Stop a causa di guasto al gruppo inverter;
- Shutdown a causa di guasto allo spurgo dell' N_2 , utilizzato per monitorare la pressione dell' N_2 e il tempo totale di spurgo durante la fase specifica.

Nel caso in cui il BPCS non sia in grado di controllare il processo, viene installato un Sistema di Sicurezza (SIS), con livello di protezione superiore, ha la funzione di mitigare ulteriormente il rischio.

Il SIS include funzioni per evitare i seguenti eventi:

- Situazione di pericolo dovuta a guasti nei separatori di H_2 e O_2 ;
- Alta pressione del sistema;
- Alta pressione nel sistema dell'acqua di raffreddamento;
- Salvaguardia per evitare l'alta temperatura del sistema, la temperatura di O_2 e H_2 a valle degli stack;
- Salvaguardia per evitare l'alta temperatura del sistema all'interno della PDU;
- Pulsanti di emergenza "push buttons";
- Gas rilevatori "gas detectors".

5.2 Analisi di sicurezza di processo: HAZOP e LOPA

Per l'impianto in Progetto verranno realizzate le seguenti analisi.

L'HAZOP (Hazard and Operability), analisi di gruppo che si svolge sulla linea guida della norma IEC 61882, fornisce una revisione qualitativa dei pericoli del processo e dei problemi di operatività e consente di intraprendere azioni per ridurre o eliminare i pericoli e i problemi di operatività dell'impianto.

L'attività HAZOP che verrà completata in fase di progettazione di dettaglio, comprende le seguenti fasi:

- Per ogni nodo, selezionare il parametro e la deviazione;
- Determinare facendo un brainstorming di tutte le potenziali cause rilevanti per questa deviazione e concordare la credibilità di ogni causa;
- Identificare le potenziali conseguenze associate a ogni causa;
- Identificare le contromisure in atto o previste per ogni scenario identificato;
- Determinare il rischio associato;
- Proporre le contromisure e le azioni aggiuntive se necessarie.

Per ottenere una conseguenza attenuata con classificazione ALARP, viene eseguita una LOPA.

La LOPA (Layers of Protection Analysis), analisi quantitativa del rischio secondo lo standard IEC 61511-2, analizza i livelli di protezione disponibili al verificarsi di un evento incidentale, individuando eventuali punti deboli esistenti. Quindi verrà generato un elenco di IPL (Independent Protection Layers). Questo elenco comprende tutte le barriere necessarie per mitigare il rischio e ridurlo ad un livello accettabile. L'elenco IPL comprende barriere meccaniche come valvole di sicurezza, funzioni PSD controllate dal BPCS (Basic Process Control System) e SIF (Safety Instrumented Functions).



6. SICUREZZA DEL TRAFFICO MARITTIMO ED AEREO

La realizzazione di parchi eolici e fotovoltaici offshore può costituire un potenziale pericolo per le attività di navigazione, sia di tipo aereo che marittimo. Nella presente sezione si illustrano i principali criteri di progettazione adottati dal Gruppo di Lavoro per la redazione del Progetto Definitivo al fine di migliorare le condizioni di sicurezza della navigazione in fase di costruzione ed esercizio.

Si rimanda inoltre all'elaborato AGNROM_SIA-R_REL-RISCHI-INCIDENTI "Analisi dei rischi HSE" ed al relativo ALLEGATO 1 per visionare l'analisi dei rischi effettuata, in particolare il rischio di collisione di un ipotetico vettore aereo con un aerogeneratore o una delle due sottostazioni è BASSO (frequenza attesa 0 e gravità 4).

6.1 Traffico aereo

Nella figura seguente si analizza l'area di interesse sulla carta aeronautica VFR (Visual Flight Rules) per individuare la presenza di aeroporti civili e militari e di rotte aeree. Il parco eolico si trova nell'area CTR (zona di controllo) dell'aeroporto di Bologna identificata in Zona 8 (area tratteggiata in blu in figura) e al di sotto della *restricted area* R21A, e della *danger area* D87 e D266/C. Le *restricted area* o zona regolamentata è uno spazio aereo all'interno del quale il volo degli aeromobili è regolamentato da specifiche condizioni mentre la *danger area* o zona pericolosa è uno spazio aereo entro il quale possono svolgersi, in determinati orari, attività pericolose al volo degli aeromobili. Si rilevano due aeroporti civili, La Spretta di Ravenna e Francesco Baracca di Lugo (RA), e uno militare, denominato Cervia-Pisignano, mentre l'aeroporto di Rimini non è stato considerato in quanto ubicato ad una distanza superiore a 45km.

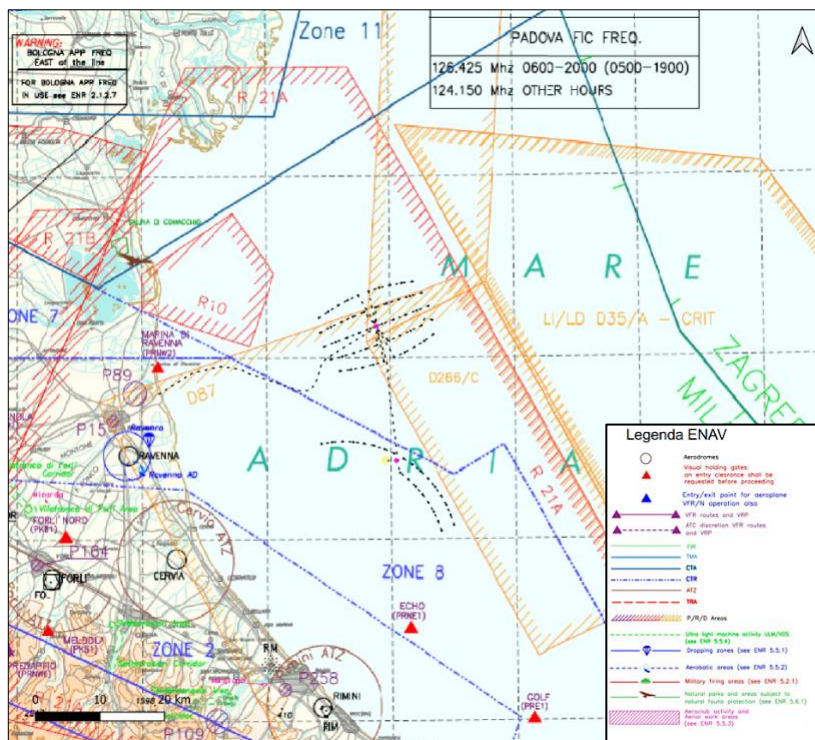


Figura 8: Stralcio della mappa ENAV per il traffico aereo Procedura di valutazione di ostacoli e pericoli per la navigazione aerea

Innanzitutto si sottolinea che il proponente ha effettuato una valutazione di compatibilità ostacoli, così come richiesto dall'Ente Nazionale dell'Aviazione Civile (ENAC), al fine di verificare le potenziali interferenze dei nuovi impianti e manufatti con le superfici, come definite dal Regolamento ENAC per la Costruzione ed Esercizio Aeroporti (superfici limitazione ostacoli, superfici a protezione degli indicatori ottici della pendenza dell'avvicinamento, superfici a protezione dei sentieri luminosi per l'avvicinamento) e, in accordo a quanto previsto al punto 1.4 Cap. 4 del citato Regolamento, con le aree poste a protezione dei sistemi di comunicazione, navigazione e radar (BRA-Building Restricted Areas) e con le minime operative delle procedure strumentali di volo (DOC ICAO 8168).

Sono da sottoporre a valutazione di compatibilità per il rilascio dell'autorizzazione dell'ENAC, i nuovi impianti/manufatti e le strutture che risultano:

- A. interferire con specifici settori definiti per gli aeroporti civili con procedure strumentali;
- B. prossimi ad aeroporti civili privi di procedure strumentali;
- C. prossimi ad avio ed elisuperfici di pubblico interesse;
- D. di altezza uguale o superiore ai 100 m dal suolo o 45 m sull'acqua;
- E. interferire con le aree di protezione degli apparati COM/NAV/RADAR (BRA – Building Restricted Areas-ICAO EUR DOC 015);



- F. costituire, per la loro particolarità di opere speciali, potenziali pericoli per la navigazione aerea (ad es.: aerogeneratori, impianti fotovoltaici, o edifici/strutture con caratteristiche costruttive potenzialmente riflettenti, impianti a biomassa, etc.).

Si sono quindi individuati tre fattori principali che rendono il progetto sottoponibile all'iter valutativo:

- 41 degli aerogeneratori delle aree R1 e R2 e il fotovoltaico galleggiante ricadono nel limite dei 45 km dall'ARP dell'aeroporto La Spretta e dell'aeroporto militare di Cervia-Pisignano;
- gli aerogeneratori di entrambi i parchi si estendono in altezza per oltre i 45m sopra il livello della superficie del mare indicati nel documento come altezza minima per avviare la procedura di valutazione per ostacoli alla navigazione aerea;
- si valuta inoltre la possibilità che il floating solar possa essere un ostacolo alla navigazione aerea a causa delle caratteristiche riflettenti dello stesso; siccome la sua installazione è prevista a circa 17 miglia nautiche dalla costa, tale area ricadrebbe entro i 45 km dall'aeroporto La Spretta.

Inoltre, conformemente con quanto espresso dall'art. 3 comma 3 del Decreto del Ministero della Difesa 19 dicembre 2012 n.258 e facendo riferimento ai parametri ENAC ai sensi dell'art. 711 del Codice della Navigazione, gli aerogeneratori situati a 12 miglia nautiche dalla costa e l'impianto di floating solar si trovano come già detto entro una distanza di 45 km dall'aeroporto militare di Cervia-Pisignano.

Il soggetto proponente Agnes provvederà quindi ad avanzare istanza di valutazione di ostacoli e pericoli per la navigazione aerea parallelamente alla procedura di Valutazione di Impatto Ambientale.

6.1.1 Segnalazione ed illuminazione degli ostacoli proposta

Nell'attuale fase di progettazione definitiva, Agnes ha avanzato una proposta di segnalazione cromatica e luminosa degli aerogeneratori, al fine di diminuire il rischio di collisione di mezzi per la navigazione aerea.

Si precisa che le proposte contenute in questa sezione sono da considerarsi soggette al parere ed eventuali modifiche richieste dagli enti civili e militari di volo e non hanno la pretesa di essere definitive. Saranno gli enti predisposti alla valutazione a definire se la colorazione e illuminazione è corretta e/o necessaria.

Per l'elaborazione delle proposte sono state osservate le seguenti disposizioni:

- per quanto riguarda l'aeronautica civile, si osserverà il "Regolamento per la Costruzione ed Esercizio degli Aeroporti" (RCEA) – Capitolo 4 Sezione 11 di ENAC;
- per quanto riguarda l'ente per l'aeronautica militare, si osserverà la circolare dello Stato Maggiore di Difesa n° 146 /394/4422 in data 09/08/2000 "Opere costituenti ostacolo alla navigazione aerea, segnaletica e rappresentazione cartografica".

Inoltre, saranno prese in considerazione le linee guida e raccomandazioni dell'Organizzazione Internazionale dell'Aviazione Civile (ICAO) contenute nei seguenti documenti:

- "Aerodrom Design Manual" – Part 4, Visual Aids
- "Aerodromes" – Annex 14, Volume I, Aerodrome Design and Operations



6.1.1.1 Segnalazione cromatica

Come prescritto da ENAC sulla base delle raccomandazioni ICAO, un ostacolo fisso deve essere segnalato tramite bande alternate di colori contrastanti quando è una struttura di tipo a traliccio (in questo caso per forma assimilabile ad un aerogeneratore) con una delle due dimensioni (orizzontale o verticale) superiore a 1.5 metri. Le bande devono essere ortogonali alla dimensione maggiore e devono avere una larghezza in accordo a quanto riportato in tabella 4.3 del Capitolo 4 – Sezione 11 del RCEA.

La tabella 4.3 del RCEA dispone che per ostacoli la cui dimensione di maggiore lunghezza è compresa tra 270 e 330 metri, come nel caso delle opere in questione, l'ampiezza delle bande deve essere 1/11 della dimensione più lunga.

La circolare dello Stato Maggiore di Difesa n° 146/394/4422 prevede una verniciatura in bianco e arancione/rosso (a strisce o a scacchi) del terzo superiore dell'ostacolo.

Considerando le prescrizioni degli enti di volo civile e militare ed evidenziando tra loro alcune discrepanze e contrapposizioni, la segnalazione cromatica proposta per le opere in questione è così descritta:

Per ognuna delle 3 pale, sarà realizzata una banda con ampiezza totale pari a $1/11 \cdot 300 = 27.3$ metri; ogni banda sarà caratterizzata da cromatismi alternati di cui due rossi e uno bianco di 9.1 metri ciascuno, ortogonali rispetto alla dimensione maggiore.

6.1.1.2 Segnalazione luminosa

Secondo il RCEA sono necessarie luci ad alta intensità in quanto l'ostacolo ha un'altezza superiore ai 150 metri.

Per quanto riguarda la loro collocazione, si è distinto tra le seguenti casistiche applicabili alle Opere:

- **luci di sommità:** di norma le luci devono essere collocate nel punto più alto dell'ostacolo, ove questo non fosse possibile, devono essere collocate al punto più alto possibile e sulla sommità deve essere collocata una luce bianca intermittente di media intensità di peso compatibile.
- **luci intermedie:** di norma le luci devono essere collocate con uno spazio fra di loro non superiore ai 105 metri e, a prescindere dal livello in cui sono state collocate, devono essere visibili per tutti i 360° azimut.

In generale, non devono essere utilizzate combinazioni di luci bianche e rosse per illuminare gli ostacoli.

Per quanto riguarda la circolare dello Stato Maggiore della Difesa, la segnaletica luminosa per ostacoli, secondo la tipologia di ostacolo in oggetto, nelle seguenti soluzioni:

- luce (o gruppo di luci) fissa di colore rosso, posizionata alla sommità dell'ostacolo e visibile, di notte, ad una distanza non inferiore ai km 5 e da qualsiasi direzione;
- sugli ostacoli di altezza uguale o superiore ai 90 metri se l'ostacolo è su una piattaforma marina, devono essere installate anche luci intermedie, poste a distanza di 45 metri a partire dalla sommità dell'ostacolo;



- in aggiunta alle predette luci, gli ostacoli verticali di altezza uguale o superiore a 151 metri devono avere sulla sommità un faro di pericolo omnidirezionale, avente le seguenti caratteristiche: luce intermittente di intensità pari a 2000 candele (+/- 25%), frequenza compresa tra i 40 e i 60 lampi al minuto; se il faro non può essere collocato alla sommità dell'ostacolo, esso va posizionato nel punto più alto dell'ostacolo dove ciò sia possibile.

In generale, i segnali luminosi devono essere attivi di giorno e di notte e debbono possedere un impianto di alimentazione primario e uno di emergenza.

Considerando le prescrizioni degli enti di volo civile e militare ed evidenziando tra loro alcune discrepanze e contrapposizioni, si è optato per la segnaletica luminosa di seguito proposta.

In ogni aerogeneratore, vi saranno luci indicate di seguito collocate a due altezze:

- a) n. 1 luce di sommità, nell'estremità più alta della navicella a 170 metri s.l.m.m.;
- b) n. 4 luci intermedie, tutte a 125 metri s.l.m.m. e 45 metri di distanza dalla navicella, posizionate in modo tale che siano visibili a 360° azimuth.

Ogni dispositivo luminoso segnerà l'ostacolo nei momenti diurni e notturni, e sarà di tipo A conforme alle raccomandazioni ICAO contenute nel documento "Aerodromes" – Annex 14, Volume I, Aerodrome Design and Operations. Le luci in questione avranno quindi le seguenti caratteristiche:

- Tipo di luce: alta intensità
- Colore: bianco
- Lampeggiamento: 60 fpm
- Intensità di picco
 - Giorno: 200.000 cd
 - Tramonto: 20.000 cd
 - Notte: 2.000 cd

6.2 Traffico marittimo

Per quanto riguarda la filosofia di sicurezza adottata nei confronti del traffico marittimo, si fa notare che il layout attuale presentato nell'istanza di VIA ha superato positivamente il vaglio preliminare di sicurezza della navigazione eseguito dalla Capitaneria di Porto di Ravenna nell'istruttoria di concessione demaniale, così come predisposto dalla circolare n. 42 del 5 gennaio 2012 del MIT. La circolare prevedeva che la Capitaneria di Porto competente a livello locale effettuasse un vaglio preliminare in ordine sia alla sicurezza della navigazione (verificando che la zona richiesta non interferisce con rotte di navigazione obbligate e non arreca restrizioni) che alla compatibilità delle strutture costituenti l'impianto con le altre attività marittime.



Figura 9: Carta nautica raffigurante il nuovo TSS di Ravenna

La società proponente, già in sede di progettazione preliminare, ha quindi strutturato il layout delle opere a mare in conformità al nuovo schema di separazione del traffico (TSS) dell'area marittima di Ravenna.

Il nuovo TSS è stato istituito dalla Capitaneria di Porto di Ravenna con ordinanza n. 32/2022 ed entrato in vigore il 7 settembre 2022. Lo stralcio è mostrato in figura con la sovrapposizione degli elementi del Progetto. Le novità introdotte dal TSS sono principalmente le seguenti:

- L'entrata e uscita al porto suddivise in due diverse corsie, separate da un'"area da evitare";
- La creazione di una zona di ancoraggio a lungo termine (LTA) a est del parco Romagna 2;
- La creazione di un *anchorage grid*, a est della zona LTA.

Di seguito si mostra la sovrapposizione del layout progettuale agli elementi del nuovo TSS.

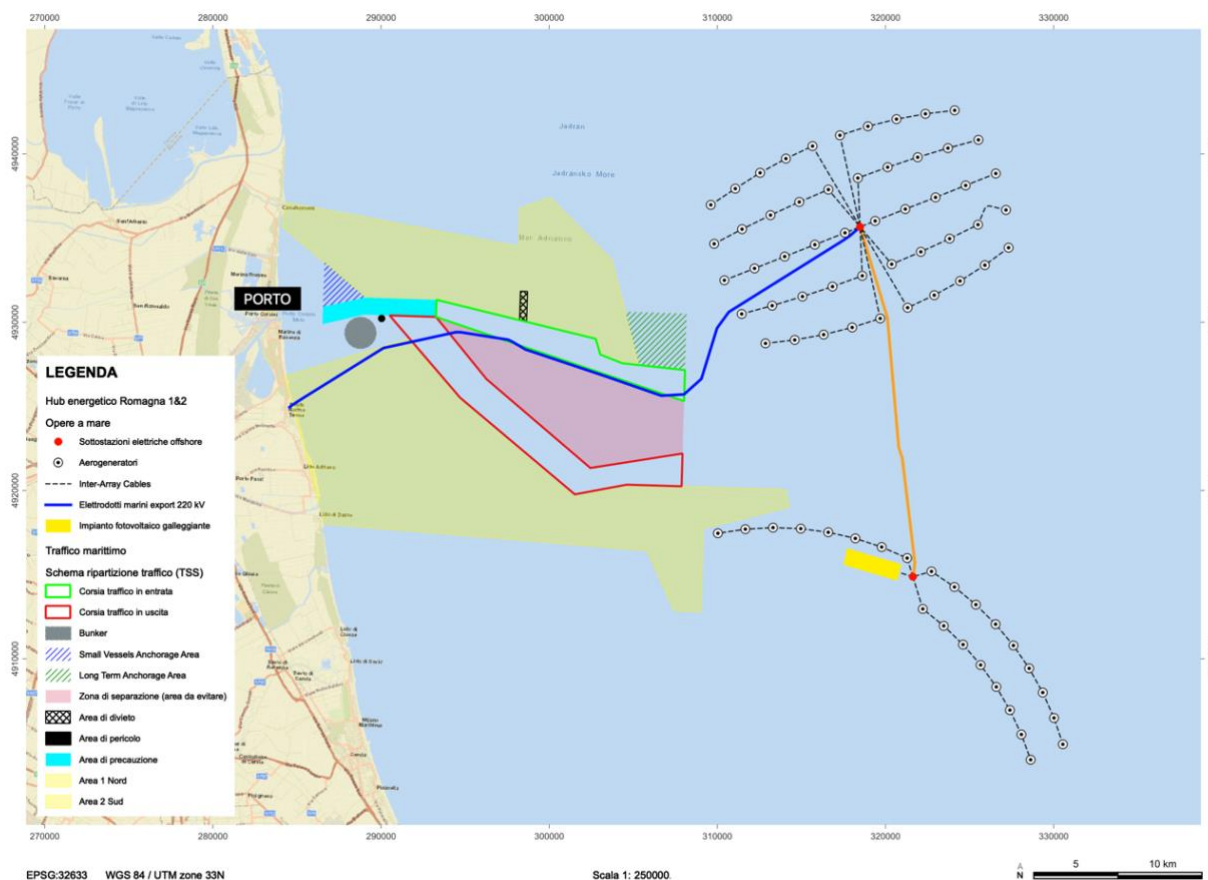


Figura 10: Interazioni tra TSS e layout progettuale

6.2.1 Valutazione dei rischi della navigazione marittima

La società proponente, nell'ambito del pacchetto documentale del Progetto Definitivo e Studio di Impatto Ambientale, ha commissionato la realizzazione di una relazione tecnica sulla valutazione dei rischi della navigazione marittima (NRA).

Si rimanda al documento "Relazione tecnica sulla valutazione dei rischi della navigazione" con codice **AGNROM_EP-R_NRA** per una lettura più approfondita sul tema.

Si rimanda inoltre all'elaborato AGNROM_SIA-R_REL-RISCHI-INCIDENTI "Analisi dei rischi HSE" ed al relativo ALLEGATO 1 per visionare l'analisi dei rischi effettuata e la relativa matrice; nel documento si evince che il rischio di collisione di un natante con gli aerogeneratori è BASSO, così come per l'impianto fotovoltaico galleggiante che per le sottostazioni off-shore.

In sintesi, qui si riporta che lo studio ha consentito di determinare il rischio di danni alle strutture del campo e agli elettrodotti principali di collegamento derivanti dall'interazione con il traffico marittimo, basandosi sull'analisi dei dati di traffico nell'area, desunti da database AIS (Automatic Identification System) e su elaborazioni che tengono conto di probabilità standard di incidenti, così come definiti in normative e letteratura.



Lo studio ha dimostrato che:

- Il rischio di collisione di natanti con le infrastrutture rientra sempre nei limiti di accettabilità risultando comunque inferiore al target di $1 \cdot 10^{-4}$ eventi per anno (1 evento ogni 10.000 anni) per gli eventi con conseguenze gravi o catastrofiche e superiore al medesimo target solo per eventi dalle conseguenze trascurabili o lievi.
- Il rischio di danneggiamento agli elettrodotti con conseguenze gravi (rottura completa o parziale del cavo, interruzione della trasmissione elettrica, necessità di riparazione o sostituzione subacquea) è seppure di poco superiore al target. Tale risultato è comunque stato ottenuto assumendo che i cavi non siano interrati: poiché il progetto prevede il loro completo interrimento il conseguente rischio è drasticamente ridotto, rientrano ampiamente nei limiti di accettabilità (per ulteriori approfondimenti si veda il capitolo 7).

La presenza delle nuove infrastrutture è pertanto da considerarsi compatibile con la sicurezza della navigazione e l'integrità del campo stesso, presentando livello di rischio (combinazione di frequenza e gravità delle conseguenze) nei limiti dell'accettabilità, fatta eccezione per gli elettrodotti qualora non fossero interrati, che necessiterebbero quindi di alcune misure di contenimento dei rischi.

Vengono proposti inoltre i seguenti interventi migliorativi o raccomandazioni al fine di aumentare la sicurezza della navigazione marittima:

1. Adeguamento delle carte nautiche con delimitazione delle zone interdette alla navigazione e in particolare alla pesca (tutta la zona all'interno dei campi e, limitatamente alla pesca a strascico, anche le zone tra i due campi e lungo la linea dell'elettrodotto a terra).
2. Dotazione del campo di strumenti di allerta alla navigazione (segnali luminosi, nautofoni, riflettori radar, ecc) in grado di migliorare il livello di attenzione e di informazione agli equipaggi.
3. Dotazione delle infrastrutture di idonei sistemi di protezione e assorbimento dell'energia (bumpers, fenders, shock cells), come normale prassi nelle strutture offshore, in grado di assorbire energie medio/basse dell'ordine di 1 MPA.
4. Dimensionamento delle strutture in modo da massimizzare la resistenza alle collisioni; ridondanza, per quanto possibile, degli elementi strutturali più soggetti agli urti e verifica progettuale con tecniche di collasso progressivo.
5. Protezione degli elettrodotti mediante interrimento lungo tutta la rotta (come già previsto dal progetto)
6. Protezione locale degli elettrodotti con materassi nelle zone attorno alle strutture.

Per quanto riguarda il punto 2 nello specifico, si fa presente che durante l'istruttoria di concessione demaniale, il Comando Zona Fari e Segnalamenti Marittimi di Venezia ha rilasciato parere, esprimendo che le opere del Progetto saranno sicuramente oggetto di prescrizione di segnaletica marittima. L'iter prescrittivo dovrà essere avviato dal richiedente come previsto dalla pubblicazione CLG-SF-001 "Disciplinare Tecnico per l'istruzione delle pratiche di richiesta di prescrizione di segnaletica marittima" del Comando Logistico della Marina Militare Direzione Fari e Segnalamenti. La società proponente, già in accordo col predetto Comando, provvederà ad avviare l'iter prima della costruzione degli impianti



7. VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI SOTTERRAMENTO DEI CAVI

Un aspetto necessario da considerarsi nella progettazione di impianti eolici e fotovoltaico offshore è il rischio che i cavi elettrici marini, posati sul o al di sotto del fondale, possano subire danni, creando problemi anche a cose o persone e diminuendo il livello generale di sicurezza che impianti di questo genere dovrebbero garantire.

Per tale ragione la società proponente Agnes ha commissionato uno studio a 4C Offshore sulla valutazione accurata dei rischi per i cavi elettrici marini e della definizione del sotterramento degli elettrodotti stessi.

In questo capitolo si riprenderanno brevemente gli elementi principali dello studio realizzato, come lo scopo, la metodologia e i risultati. Per la sua consultazione completa si rimanda all'elaborato con codice AGNROM_EP-R_CBRA.

Si rimanda inoltre all'elaborato AGNROM_SIA-R_REL-RISCHI-INCIDENTI "Analisi dei rischi HSE" ed al relativo ALLEGATO 1 per visionare l'analisi dei rischi effettuata e la relativa matrice che contempla eventuali guasti meccanici o rotture random degli elettrodotti marini.

7.1 Scopo e metodologia dello studio

Lo studio sopra menzionato viene solitamente denominato Cable Risk Assesment (CBRA) negli impianti rinnovabili offshore e l'output principale è appunto quello di determinare la raccomandata Depth of Burial (DoB), più tecnicamente detta Target Depth of Lowering (DoL), la quale risulta necessaria per assicurare l'adeguata protezione del cavo da rischi di origine naturale e antropogenica e di rappresentare una guida durante la fase di installazione.

Lo studio fornisce una valutazione dei principali rischi lungo il layout di progetto oltre a definire una preliminare Target Depth of Lowering ritenuta accettabile per il Progetto Romagna 1&2.

Lo studio eseguito è quindi incentrato su una valutazione basata su un'analisi quali-quantitativa dei rischi naturali e antropogenici.

È stato considerato il seguente approccio per la definizione della BAS (burial assessment study):

1. Definire gli obiettivi iniziali: Qual è un livello di rischio accettabile per i danni causati da fonti esterne?

Si ritiene necessario considerare i probabili rischi antropici in particolare la penetrazione dell'attrezzatura da pesca, laddove rilevante, e/o degli ancoraggi, a seconda dei casi, nei suoli considerati in tutte le sezioni lungo il percorso (tenendo conto anche delle dinamiche del fondale).

2. Valutare le minacce antropogeniche e il rischio per il cavo:
 - Intensità della navigazione
 - Vie di navigazione e profondità dell'acqua, generalmente correlate all'intensità della navigazione
 - Schemi di ancoraggio
 - Intensità della pesca



- Dimensioni delle attrezzature da pesca e tipologia sulla base di informazioni pubbliche e disponibili
3. Revisione dei dati del terreno e analisi:
 - Determinazione della penetrazione (delle ancore)
 4. Analisi del traffico marittimo attraverso dati storici AIS, dati statistici disponibili da progetto e dati disponibili online (EMODnet)
 5. Analisi della mobilità del sedimento
 - Raccolta dei dati disponibili
 - Stima delle caratteristiche delle forme naturali del fondale marino, laddove presenti e i dati ne permettano la caratterizzazione
 - Stima della rate di migrazione delle dune sabbiose e direzione, laddove presenti e i dati ne permettano la stima

Determinazione del Rischio e della Depth of Lowering (DoL) per ogni sezione o area di Progetto

7.2 Sintesi dei risultati

Dalle informazioni disponibili di origine naturale e antropica è stato quindi possibile creare delle zone omogenee dal punto di vista Litologico oltre che della Navigazione, ritenute tra i principali rischi dal punto di vista naturale e antropico rispettivamente. È stato così possibile creare delle sottocategorie (o aree) ognuna caratterizzata da uno specifico rischio associato alla navigazione e profilo litologico (i risultati sono disponibili nell'Appendice A dell'elaborato suddetto). Per ognuna di queste sottocategorie sono stati inoltre considerati altri fattori di rischio, restrizioni o criticità nell'area (ad es. la presenza di aree di ancoraggio nelle vicinanze, la presenza di solchi riconducibili alla pesca a strascico etc). In base a questo è stato quindi assegnato un rischio complessivo per ogni sottocategoria (o area).

Dai dati statici forniti è stato possibile identificare, per l'Anno 2019, un DTW massimo dei natanti. Adottando tale peso ed essendo l'analisi conservativa (è stato assunto un peso dell'ancora massimo) si è potuto risalire ad una penetrazione teorica assumendo dei terreni mediamente addensati.

Da qui è stata definita la Target DoL di 2.0m che è stata considerata per le aree a più alto rischio. Essendo l'analisi conservativa, è stato invece adottata una Target DoL pari a 1m per le aree a più basso rischio. Questi valori delle Target DoL dovrebbero essere rispettati in quanto i rischi associati potrebbero variare in base all'aggiornamento delle informazioni e dei dati disponibili come i dati di navigazione, Schema Ripartizione Traffico, strutture esistenti, geologici/geotecnici, ecc..