

PONTE SULLO STRETTO DI MESSINA



PROGETTO DEFINITIVO

Documentazione Integrativa ai sensi della Legge n. 58 del 26.05.2023

EUROLINK S.C.p.A.

WEBUILD ITALIA S.p.A. (MANDATARIA)
SOCIETÀ ITALIANA PER CONDOTTE D'ACQUA S.p.A. (MANDANTE)
COOPERATIVA MURATORI E CEMENTISTI - C.M.C. DI RAVENNA SOC. COOP. A.R.L. (MANDANTE)
SACYR S.A.U. (MANDANTE)
ISHIKAWAJIMA - HARIMA HEAVY INDUSTRIES CO. LTD (MANDANTE)
A.C.I. S.C.P.A. - CONSORZIO STABILE (MANDANTE)

IL PROGETTISTA



Dott. Ing. M. Orlandini
Ordine Ingegneri Roma
n° 14340

PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Coordinamento progetto
Collegamenti a terra - Progetto Ambientale



Opera di attraversamento



IL CONTRAENTE GENERALE

Amministratore Delegato
Dott. F. di Pietro

STRETTO DI MESSINA

Direttore Tecnico
Dott. Ing. Valerio Mele

STRETTO DI MESSINA

Amministratore Delegato
Dott. P. Ciucci

Unità Funzionale

Tipo di sistema

Raggruppamento di opere/attività

Opera - tratto d'opera - parte d'opera

Titolo del documento

GENERALE

AMBIENTE

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE – FAUNA

Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione

AMR0895

CODICE

C G 5 0 0 0 P R G R G A M I E G 0 0 0 0 0 0 1 2 B

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	30/09/2023	EMISSIONE FINALE	FORNASARI	SANDRUCCI	ORLANDINI
B	20/01/2024	EMISSIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA	FORNASARI	SANDRUCCI	ORLANDINI



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione	<i>Codice documento</i> AMR0895_B	<i>Rev</i> B	<i>Data</i> 20/01/2024	

INDICE

Premessa	3
1 Contenuto dello Studio di incidenza (AMV0606_F0) in merito all'illuminazione della struttura del Ponte e alle relative misure di mitigazione (paragrafi con numerazione originale).....	4
2 Richiesta integrazioni.....	26
2.1 Richiesta integrazioni VIAS068: Considerazioni sulla Relazione dell'ambiente terrestre.	26
3 Misure di mitigazione: aggiornamento proposto	28
3.1 Premessa	28
3.2 Colore della struttura.....	28
3.3 Intensità, posizionamento e orientamento dell'illuminazione stradale.....	29
3.4 Controllo automatico accensione/spegnimento e intensità	32
3.5 Luci di accento: approfondimento sui meccanismi di impatto	33
3.6 Incertezza sulla temperatura di colore	36
3.7 Possibili misure di mitigazione riguardanti la temperatura di colore.....	38
3.8 Bibliografia citata	40

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione	<i>Codice documento</i> AMR0895	<i>Rev</i> B	<i>Data</i> 20/01/2024	

Premessa

Il progetto dell'opera ha previsto una illuminazione della struttura del Ponte particolarmente impattante, soprattutto per quanto riguarda l'illuminazione di accento.

Le misure di mitigazione in merito all'illuminazione presentate con Lo Studio di Incidenza sono state ritenute non esaustive secondo la Verifica di Ottemperanza.

Si presenta una più estesa articolazione delle misure di mitigazione, prevedendo:

- colorazione contrastante opaca per le strutture del Ponte;
- migliore intensità, posizionamento e orientamento dell'illuminazione stradale;
- controllo automatico dell'accensione/spegnimento e intensità dell'illuminazione stradale.

Vengono inoltre approfonditi i meccanismi di impatto dell'illuminazione e in particolare delle luci di accento, che possono provocare un aumento delle collisioni ma soprattutto una interruzione dei flussi migratori.

Si suggerisce un approccio sperimentale per la temperatura di colore da utilizzare.

La declinazione tecnica dei suggerimenti riportati è demandata agli specialisti di illuminotecnica, compatibilmente con i regolamenti di sicurezza vigenti.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione	<i>Codice documento</i> AMR0895_B	<i>Rev</i> B	<i>Data</i> 20/01/2024	

1 **Contenuto dello Studio di incidenza (AMV0606_F0) in merito all'illuminazione della struttura del Ponte e alle relative misure di mitigazione (paragrafi con numerazione originale).**

4.2 Dimensioni del progetto e sua localizzazione

4.2.4 Opera di attraversamento – L'impianto di illuminazione (p.61)

L'illuminazione dell'Opera di attraversamento è improntata a garantire la sicurezza stradale secondo le specifiche normative in merito, le scelte progettuali di questo tipo non hanno relazione con altri tipi di illuminazione a carico del ponte in quanto rispondono esclusivamente alle esigenze di illuminazione delle carreggiate stradali. L'illuminazione stradale è situata sul trasverso ogni 30 m per la lunghezza del ponte, installati su ciascun palo saranno due apparecchi di illuminazione a 120 LED. Potenza 100% 240 WLDC (polar).

La classe di luminanza sarà ME2 conformemente alla norma UNI EN 13201-2 ed è la stessa del resto dell'autostrada.

In condizioni "normali" i due apparecchi di illuminazione su ciascun palo saranno uno acceso (on) e l'altro spento (off) oppure entrambi regolati al 50%. In caso di guasto di uno degli apparecchi, l'altro può essere acceso o aumentato al 100%, mantenendo in tal modo la classe di luminanza della strada, mentre l'apparecchio guasto può essere sostituito o riparato. In caso di incidente stradale il secondo apparecchio di illuminazione sul palo può essere acceso o entrambi possono essere aumentati al 100% nella zona dell'incidente per aumentare la sicurezza delle persone che si trovano sulla strada.

La luce della corsia di servizio è situata ad un interasse di 3,75 m lungo il ponte su ambo i lati dello stesso, così da soddisfare la EN 12464-2 Illuminazione dei luoghi di lavoro in esterno.

L'illuminazione della corsia di servizio sarà alimentata dai quadri FM A e B; ogni tre apparecchi di illuminazione uno sarà alimentato dall'UPS. L'apparecchio di illuminazione è dotato di tubo LED T8 9 W. L'illuminazione sarà accesa dal centro di controllo, quando necessario per lavori di manutenzione o riparazione.

Altro tipo di illuminazione va riferito invece alle esigenze di visibilità delle strutture dell'Opera di attraversamento da parte di altri fruitori dello Stretto (navigazione marittima ed aerea). Infatti date l'ubicazione (su un importante canale di navigazione) e la dimensione delle strutture (altezza delle torri e dell'impalcato) sono stati previsti dei tipi di illuminazione che hanno lo scopo di segnalazione dell'ostacolo nei confronti a) del volo aereo e b) delle navi in transito nello Stretto.

a) Per il traffico aereo saranno posizionate, su entrambe le torri, 4 coppie di luci di segnalazione

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione	<i>Codice documento</i> AMR0895	<i>Rev</i> B	<i>Data</i> 20/01/2024	

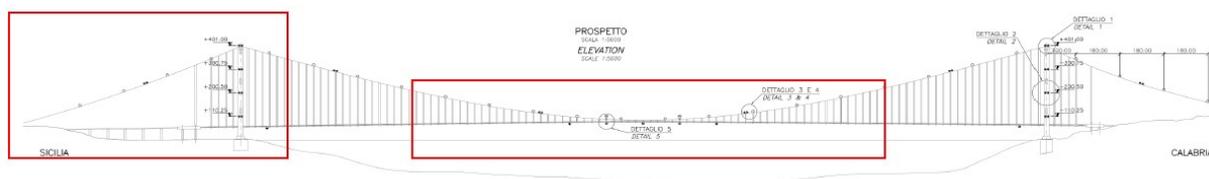
ostacolo ad alta intensità (ICAO tipo A), mentre sul cavo principale sono previste luci di segnalazione ostacoli a media intensità (ICAO tipo C) intervallate da due coppie di luci di segnalazione ostacolo ad alta intensità.

b) Per quanto riguarda la sicurezza del traffico marittimo il sistema di segnalazione risulta così composto: una luce lampeggiante rossa al di sotto dell'impalcato nella parte centrale corrispondente grossomodo al settore centrale del canale di navigazione, a cavallo di questa ed alla distanza di circa 150 m per lato sono disposte 2 luci lampeggianti bianche che delimitano il miglior settore di passaggio. Ad un'ulteriore distanza di 150 m da queste si aggiungono 2 luci lampeggianti verdi.

Nel complesso sono previste le seguenti luci la cui distribuzione sulle strutture è illustrata nelle immagini seguenti (tratte da PI0087 Opera di attraversamento – Impianti tecnologici):

Tipologia	Quantità
Luce di segnalazione ostacolo alta intensità, ICAO tipo A	50
Luce di segnalazione ostacolo media intensità, ICAO tipo C	50
Luce lampeggiante bianca, miglior punto di passaggio	2
Luce lampeggiante verde di navigazione	2
Luce lampeggiante rossa di navigazione	4
Racon	2

Date le problematiche per la fauna migratrice nell'area associate al fenomeno attrazione delle luci, per contenere al massimo il fattore di perturbazione è stata esclusa l'illuminazione di accento delle strutture del Ponte (almeno per i periodi critici legati alle migrazioni primaverile e autunnale).



		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione	<i>Codice documento</i> AMR0895_B	<i>Rev</i> B	<i>Data</i> 20/01/2024	

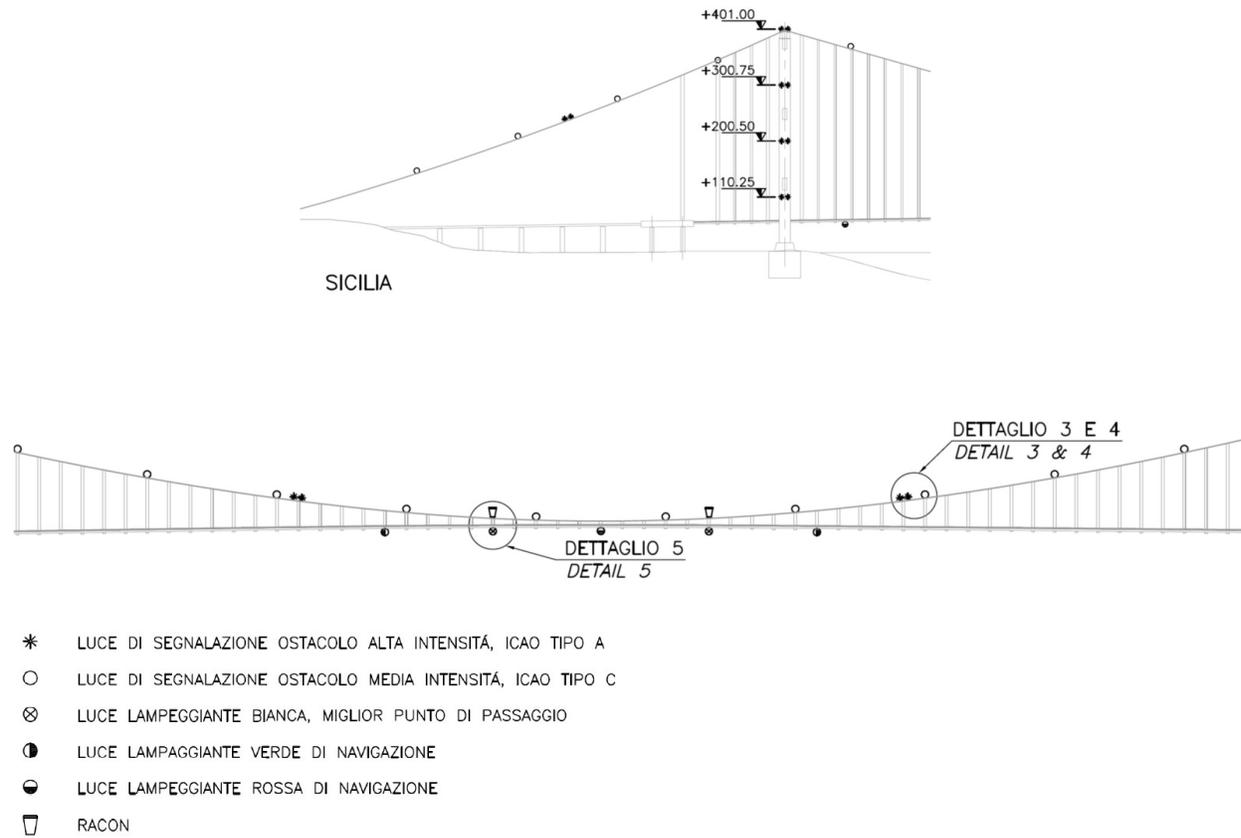


Figura 4.20 Stralci tratti dalla tavola di progetto: Planimetria di progetto –Impianti tecnologici illuminamento marittimo ed aereo (PI0087_F0)

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione	<i>Codice documento</i> AMR0895	<i>Rev</i> B	<i>Data</i> 20/01/2024	

5.6 Perturbazione per attrazione/disorientamento delle specie migratrici dovuta agli impianti di illuminazione

5.6.1 Inquadramento generale della problematica (p.203)

Per milioni di anni piante ed animali si sono evoluti sulla terra all'interno di un ciclo giornaliero di giorno e notte, dove la brillante luce del sole durante il giorno, era sostituita da una debole luce notturna provocata dalle stelle e dal riflesso della luce del sole sulla luna. Questa situazione ha avuto termine piuttosto recentemente nella storia evolutiva nel momento in cui l'uomo ha iniziato ad utilizzare luci artificiali per illuminare la notte e questo è soprattutto accaduto in aree industrializzate (Cinzano et al. 2001). Poiché gli animali e le piante non si sono evoluti sotto queste condizioni artificiali, l'illuminazione notturna può avere serie conseguenze negative per gli ecosistemi e tale situazione fece coniare il termine di inquinamento luminoso (Longcore e Rich, 2004). L'illuminazione notturna ha effetti sul comportamento naturale di moltissime specie e la letteratura specialistica di settore è molto abbondante (cfr Rich & Longcore, 2006). L'illuminazione artificiale notturna può disturbare lo sviluppo, modificare modalità comportamentali, influenzare negativamente processi fisiologici regolati dagli ormoni così come meccanismi di "orologio biologico" interno. Probabilmente l'effetto più conosciuto comunque è che molte specie di uccelli sono attratte e/o disorientate da sorgenti di luce artificiale e ciò soprattutto durante notti nuvolose o nebbiose (Evans Ogden, 1996); tale fenomeno viene denominato "fototassi positiva". Oltre agli insetti, gli Uccelli che migrano durante la notte ne sono specialmente coinvolti.

Tutto ciò può causare mortalità diretta per collisione contro le strutture illuminate o può avere importanti riflessi negativi sul consumo delle loro riserve energetiche. Infatti, gli uccelli che non subiscono una collisione diretta contro le strutture illuminate possono subire serie conseguenze per l'affaticamento dovuto al prolungato "volare in tondo" attorno alla struttura illuminata o per predazione favorita dallo stato di indebolimento provocato da questo non previsto volo prolungato (Stoddard and Norris 1967, Weir 1976, Evans Ogden 1996, Jones and Francis, 2003).

La ragione per cui i migratori sono attratti dalle luci artificiali rimane piuttosto oscura; Gauthreaux e Belser (2006), discutono alcune ipotesi, includendo la possibilità che le luci artificiali interferiscano con la bussola magnetica interna degli uccelli. E' noto che i migratori utilizzano per l'orientamento sia riferimenti visivi sia meccanismi di bussola magnetica (Poot et. al., 2008). E' chiaro che la luce è un importante elemento nell'utilizzo di riferimenti visivi diretti, ma anche il secondo meccanismo di orientamento coinvolge in qualche modo la luce. L'orientamento magnetico è probabilmente basato su specifici recettori di luce localizzati nell'occhio ed esso sembra essere non solo "lucedipendente" (Ritz et al, 2000) ma anche "lunghezza d'onda dipendente": i migratori hanno bisogno delle parti

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione	<i>Codice documento</i> AMR0895_B	<i>Rev</i> B	<i>Data</i> 20/01/2024	

verdi-blu dello spettro per l'orientamento attraverso la bussola magnetica (Wiltscho & Wiltscho, 1995 b, 2001; Muheim et al 2002) laddove il rosso, la componente "lunga" della lunghezza d'onda della luce, disturba l'orientamento magnetico, almeno in condizioni di laboratorio (Wiltscho et al., 2003). Durante le notti nuvolose, gli uccelli non possono utilizzare punti di riferimento visivo in cielo e quindi devono affidarsi maggiormente alla bussola magnetica per l'orientamento. In linea con l'ipotesi che l'illuminazione artificiale notturna interferisca con la bussola magnetica, è stato ben dimostrato che durante le notti nuvolose, gli uccelli sono più influenzati dalle luci artificiali che nelle notti limpide. (Cochran and Graber 1958, Herbert 1970, Avery et al. 1977, Evans Ogden 1996, Wiese et al. 2001, Evans Ogden 2002).

Gli uccelli residenti sono meno influenzati da questo fenomeno probabilmente perchè non fanno uso di bussola magnetica per l'orientamento (Mouritsen et al. 2005). Indipendentemente dal preciso meccanismo è comunque chiaro che le luci artificiali possono interferire con l'abilità degli uccelli di orientarsi (Evans Ogden 2002). Significativi episodi di collisione relativaente a migratori notturni e/o forti fenomeni di attrazione sono stati documentati laddove infrastrutture illuminate, così come ad esempio aeroporti, edifici molto alti, fari, torri di comunicazione, piattaforme offshore, si trovino nello spazio aereo dove gli uccelli stanno volando (AA.VV., 2003, Verheijen 1958, 1985, Evans Ogden 1996, Wiese et al. 2001, Evans Ogden 2002).

Il fenomeno è rilevante a livello globale (Banks, 1979). Questa situazione si può verificare in modo molto significativo ad esempio in aree marine con una alta densità di piattaforme off-shore o comunque in aree con forti transiti di uccelli migratori. In uno studio non pubblicato (Marquenie and van de Laar, 2004) investigarono il comportamento di uccelli migratori intorno ad una piattaforma offshore in una zona a sud del Mare del Nord, nel periodo 1992-2002. Essi osservarono che il comportamento del "volare in tondo" di densi gruppi di specie, interveniva quasi esclusivamente durante le notti nuvolose (cielo coperto oltre l'80%) ed era principalmente concentrato tra la mezzanotte e l'alba. Con l'obiettivo di testare la relazione di causa-effetto dell'illuminazione della piattaforma, essi misero a punto alcuni esperimenti condotti durante 2 notti nel novembre del 2000 durante le quali essi intervennero nel modificare l'illuminazione di una di queste piattaforme, (piattaforma per la produzione di gas, L5, situata a 70 km *offshore* della costa tedesca). Quando le luci venivano accese, il numero di uccelli sopra e intorno alla piattaforma rapidamente aumentava e, quando erano spente, altrettanto velocemente gli uccelli si allontanavano dalla piattaforma, mostrando inequivocabilmente che era la luce artificiale ad attrarli (cfr. tabella 5.21). In un secondo esperimento condotto sempre sulla medesima piattaforma, essi testarono l'impatto di un'illuminazione parziale. Veniva mostrato che l'influenza della luce andava aumentando con la

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione	<i>Codice documento</i> AMR0895	<i>Rev</i> B	<i>Data</i> 20/01/2024

l'intensità e con l'orientamento verso il cielo dell'illuminazione stessa (cfr tabella 5.22). Fu inoltre stimato che l'influenza della piena illuminazione (30kW) si estendeva ad una distanza di 3-5 km.

Time in minutes after lights on	Number of birds
7	200-250
12	1000
20	1500
25	2000
30	4000-5000

Time in minutes after lights off	Number of birds
3	Significant decrease
15	All gone

Tabella 5.21 Dati relativi al tipico comportamento del “volare in cerchio” messo in atto dagli uccelli in prossimità della piattaforma L5 nel Mare del Nord. L'intensità delle luci quando erano tutte accese era di 30kW. Tratto da Marquenie and van de Laar, (2004).

Installed light sources	Type of lighting	Number of birds
300 W	Red and green safety lights	None
1500 W	Sodium floodlights of crane	Small number
1960 W	Above sources plus helideck perimeter lighting	Limited numbers
640 W	Upward helideck TL lights	Numbers clearly increase
30000 W	Mostly TL (400x36 W) and sodium floodlights (20x400 W)	Large to very large numbers in times of heavy migration

Tabella 5.22 Dati relativi alla relazione tra intensità della luce e numero di uccelli attratti in prossimità della piattaforma L5 nel Mare del Nord. Spegndo alcune tipologie di lampade variava l'intensità dell'illuminazione: luci di sicurezza (300W), luci della piattaforma dell'elicottero (160 W), luci di atterraggio (480 W), luci della gru (1500W).

Dunque, la soluzione più immediata per evitare l'attrazione degli Uccelli da parte delle luci, sarebbe quella di spegnerle ma ciò, nel caso di determinate strutture, per motivi di sicurezza e per motivi inerenti la necessità di garantire la possibilità di continuare a lavorare in condizioni di buona visibilità,

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione	<i>Codice documento</i> AMR0895_B	<i>Rev</i> B	<i>Data</i> 20/01/2024	

non è possibile. Un'alternativa che vale la pena di prendere in considerazione potrebbe essere quella di cambiare il colore della luce in quanto esperimenti di laboratorio hanno dimostrato che gli Uccelli sono disorientati solo da specifiche lunghezze d'onda (Wiltschko and Wiltschko 1995b, 1999, 2001, Muheim et al. 2002). Questa è un'idea piuttosto datata come origine; infatti fu Thomson (1926) che suggerì che il cambiamento nel colore della luce poteva avere effetti positivi sul numero di uccelli attratti. Quando le lunghezze d'onda più lunghe dei celometri (luci molto brillanti puntate verticalmente contro il cielo sviluppate a partire dalla fine degli anni '40 dello scorso secolo per misurare l'altezza delle nuvole) in modo da far rimanere quasi esclusivamente la luce ultravioletta, la mortalità di massa registrata tra le specie migratrici e dovuta a questi celometri, fu di fatto eliminata (Gathreaux & Belser, 2006). Comunque essendo invisibile all'occhio umano, la luce ultravioletta non è un'opzione valida da utilizzare per strutture che devono essere rese visibili a distanza e dove le persone devono essere messe in grado di poter lavorare in sicurezza anche durante la notte. Così il cambiamento dovrebbe essere orientato verso l'utilizzo di luci visibili all'occhio umano ma che, allo stesso tempo, non attraggano e/o non disorientino i migratori notturni.

5.6.2 Soluzioni sperimentali messe in atto per ridurre il fattore attrattivo delle luci (p.207)

In un esperimento condotto in un sito per l'estrazione di gas naturale nella parte orientale del Dutch Frisian isola di Ameland nel Mare del Nord, localizzato a 10 chilometri di distanza dal paese illuminato più vicino (Poot et al., 2008) fu utilizzata una lampada 4.8 – m con due identiche lampade di 1.000 W ad alogenuro metallico, dirette verso nord-est con un angolo di 110° verso il cielo. Le lampade furono utilizzate senza filtri (luce bianca) oppure coperte alternativamente con filtri rossi, verdi, blu e tre filtri bianchi opachi, questi ultimi utilizzati per testare l'effetto dell'intensità della luce. I valori assoluti di intensità e la composizione spettrale misurata a 0,57 metri dalle lampade, sono riportate in **Figura 5.32**.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione		<i>Codice documento</i> AMR0895	<i>Rev</i> B	<i>Data</i> 20/01/2024

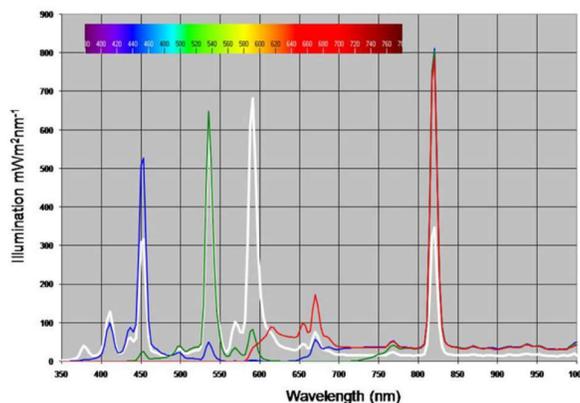


Figura 5.32 Forma dello spettro dei filtri bianchi (linea bianca), filtri blu (linea blu), filtri verdi (linea verde) e filtri rossi (linea rossa). Tratto da Poot et al., (2008).

In questo esperimento, nelle misure con la luce bianca non si fece inizialmente uso dei filtri e così esse furono di intensità diversa. Le misurazioni indicarono che per lunghezze d'onda eccedenti i 450 nm, i tre filtri opachi bianchi riducevano l'illuminazione iniziale del 40% (Poot. et al., 2008).

La risposta degli uccelli fu osservata ad occhio nudo, da un osservatorio appositamente allestito a circa 15 metri dalle lampade. Le osservazioni partivano dalle ore 22 e si protraevano per tutta la notte, con turni di 45 minuti per ogni colore, alternati da 15 minuti di interruzione (il campione fu 41 notti nel corso della migrazione autunnale: settembre-novembre 2003), in varie condizioni atmosferiche. Furono individuate 2 categorie di risposta: volo diretto (nessuna reazione) e attrazione (reazione). Per evitare pseudo-repliche dovute ad effetto di gruppo, "uccelli singoli" e "gruppi di uccelli", furono trattati nello stesso modo, come singole osservazioni; la maggior parte delle specie erano Passeriformi ma erano presenti anche limicoli, oche ed anatre (Poot. et al., 2008). In questo esperimento si ottennero dati per tutti i tipi di lampade e per diverse condizioni atmosferiche. La configurazione delle luci (2 colorazioni per notte) furono alternate per evitare possibili effetti dovuti all'ordine di utilizzo. I risultati relativi alla risposta degli uccelli sono riassunti in **Tabella 5.23**.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione		<i>Codice documento</i> AMR0895_B	<i>Rev</i> B	<i>Data</i> 20/01/2024

Condition	Peak wavelength (nm)	% bird reaction clear sky	% bird reaction overcast conditions
White (diffuser)	—	60.5 (n = 38)	80.8 (n = 156)
Red	670	53.8 (n = 13)	54.2 (n = 24)
Green	535	12.5 (n = 8)	27.3 (n = 77)
Blue	455	2.7 (n = 37)	5.3 (n = 38)

Tabella 5.23 Reazione di uccelli migratori notturni a differenti condizioni di luce (viene indicato il picco della lunghezza d'onda utilizzata). Il numero di osservazioni è riportato tra parentesi e si ricorda che per evitare pseudo-repliche, l'osservazione di gruppi di uccelli è stata conteggiata allo stesso modo di una singola osservazione Tratto da Poot et al. (2008).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione	<i>Codice documento</i> AMR0895	<i>Rev</i> B	<i>Data</i> 20/01/2024	

I risultati relativi alle tre differenti condizioni di luce rispetto al colore bianco (utilizzando i 3 filtri opachi) furono statisticamente indistinguibili e così i dati relativi alla luce bianca, indipendentemente dall'intensità sono stati raggruppati per l'analisi. Con la luce bianca gli uccelli furono significativamente disturbati ed attratti dalla fonte di illuminazione e lo stesso accadde per le condizioni di luce rossa. Con la colorazione blu gli uccelli sembravano seguire la direzione di migrazione quasi del tutto indisturbati, con il verde gli uccelli erano meno orientati che con il blu ma significativamente meno attratti o disturbati che con il rosso o il bianco (**Figura 5.33**).

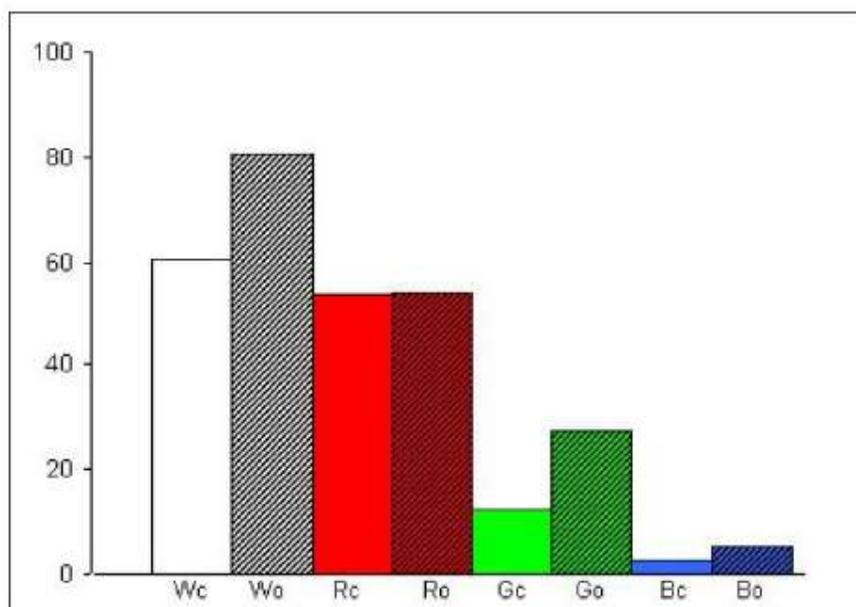


Figura 5.33 Percentuale di osservazioni uccelli (singoli e/o in gruppi) in risposta alle diverse condizioni di luce. Bianca (W), rossa (R), verde (G), blu (B) in condizioni di notti con cielo sereno (c) o nuvoloso (o). Tratto da Poot et al. (2008).

Gli effetti di disturbo e attrazione furono più forti nelle notti nuvolose indipendentemente dalla configurazione delle lampade, ad indicare l'uso primario di punti di riferimento nel cielo per l'orientamento migratorio. Furono poi analizzate coppie o terne di variabili che includevano "reazione", "colore", "nuvolosità" e "fase lunare". Test di regressione logistica hanno indicato che la probabilità che un uccello sia attratto/reagisca ad una fonte luminosa aumenta significativamente con la lunghezza d'onda della luce e con la copertura del cielo. Come anche in altri studi di campo, la risposta più forte degli uccelli si è avuta con la luce bianca che sembra interferire con

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione	<i>Codice documento</i> AMR0895_B	<i>Rev</i> B	<i>Data</i> 20/01/2024	

l'orientamento visivo per l'individuazione dei punti di riferimento della sfera celeste (Verheijen 1958, Evans Ogden 1996): la luce artificiale diventa un falso punto di riferimento visivo e gli uccelli vengono "catturati" dal fascio di luce (Verheijen 1958, 1985). La risposta osservata degli uccelli alle diverse condizioni di luce colorata è simile a quella di precedenti studi dove il rosso causava disorientamento indebolendo la capacità di recezione del campo magnetico (Wiltschko et al. 1993, Wiltschko and Wiltschko 1995b). Nello studio in oggetto (Poot et al., 2008) con la lampada blu non sembravano esserci interferenze con la migrazione (Wiltschko et al. 1993, Wiltschko and Wiltschko 2001) e come anche in altri studi di laboratorio, si è evidenziato che il verde non produce o produce poco disturbo all'orientamento (Wiltschko and Wiltschko 1995b, Wiltschko et al. 2000, 2001, Wiltschko and Wiltschko 2001). Sembra improbabile che le differenti risposte ai differenti colori possano essere state influenzate da differenze di intensità. La luce rossa produce disorientamento anche a bassa intensità, laddove luci verdi ad alta intensità causarono, al contrario, scarso disorientamento. Tutti i risultati indicano che senza dubbio le risposte degli uccelli alle diverse condizioni di luce furono più forti durante le notti con elevata copertura nuvolosa, quando stelle e luna non erano punti di riferimento visibili. I risultati di campo dello studio preso in esame si accordano quindi con gli studi di laboratorio che ipotizzano che le luci rosse e bianche interferiscono con la bussola magnetica dei migratori, che diventa particolarmente importante per gli uccelli durante le notti nuvolose quando i punti di riferimento nel cielo non sono visibili.

Osservazioni condotte su piattaforme off-shore sembrano confermare che gli uccelli iniziano ad essere attratti da 5 km di distanza, quando l'illuminazione della piattaforma è totale (30 kW) (van de Laar, 2007). Un esperimento è stato condotto su una piattaforma off-shore nel Mare del Nord nella quale sono state sostituite tutte le luci (van de Laar, 2007); anche se per gli uccelli sarebbe stato ottimale utilizzare soltanto lampade blu ciò non fu possibile per ragioni legate alla necessità di garantire condizioni di lavoro in sicurezza (non si assicurava sufficiente visibilità). Perciò furono utilizzate anche lampade di colorazione verde che apparivano "verdastre" all'occhio umano che in queste condizioni di luce potevano quindi lavorare in sicurezza (**Figura 5.34**). Osservazioni preliminari sembrano suggerire una fortissima diminuzione dell'effetto attrattivo sugli uccelli anche se, quanto forte sia questa riduzione, rimane ancora da determinare (van de Laar, 2007).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione	<i>Codice documento</i> AMR0895	<i>Rev</i> B	<i>Data</i> 20/01/2024	



Figura 5.34 Immagine della piattaforma offshore L15 situata nel Mare del Nord, dopo l'adozione di lampade a basso impatto per gli uccelli. Nel momento dello scatto della foto, alcune lampade bianche non erano ancora state sostituite con quelle verdi. Tratto da Poot et al. (2008).

Anche i fari per la navigazione in mare, sono stati oggetto di ricerche riguardo gli effetti negativi dovuti alla collisione con diverse specie di uccelli migratori notturni (cfr. Rich and Longcorne, 2006, Jones and Francis, 2003). Dall'esame della letteratura disponibile per questa tipologia di struttura vengono evidenziate essenzialmente due modalità di risposta per ridurre l'effetto negativo sui migratori notturni. La prima è relativa al cambiamento di intensità e di tipologia di fascio luminoso utilizzato; l'attrazione sembra essere correlata positivamente con l'intensità del fascio di luce utilizzato (Verheijen, 1985) come anche verificato ad esempio al faro di Long Point sul lago Ontario (Jones and Francis, 2003). La seconda indicazione è quella di passare da fari con fasci di luce fissi o rotanti a sistemi di luce intermittenti o lampeggianti (flashing light system). Infatti fasci di luce fissi o rotanti sembrano attrarre molto di più gli uccelli di quanto facciano fasci di luce lampeggianti o stroboscopici sebbene luci lampeggianti lentamente (*slow-flashing lights*) attraggano ancora in modo significativo gli uccelli (Munro 1924, Tufts 1928, Baldwin 1965). L'interruzione dell'emissione del fascio di luce sembra consentire agli uccelli di "svincolarsi" da esso con più facilità (Baldwin 1965, Avery et al. 1976).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione	<i>Codice documento</i> AMR0895_B	<i>Rev</i> B	<i>Data</i> 20/01/2024	

L'adozione di luci stroboscopiche in cui si vi sia una completa interruzione tra i "lampi" non compromette la sicurezza aerea o marina, sembra soddisfare la maggior parte delle regolamentazioni governative relative all'illuminazione di possibili ostacoli e sembra essere quella che meno interferisce con gli Uccelli (Transport Canada, 2000). Dal punto di vista applicativo la principale conclusione che si può derivare dall'esame degli studi di settore esaminati, evidenzia che gli uccelli migratori sono fortemente disturbati ed attratti da luci bianche e rosse (nell'ordine), scarsamente disturbati da luci verdi, mentre con luci di colorazione blu difficilmente sono stati osservati effetti sull'orientamento degli uccelli. Gli Uccelli inoltre non reagiscono a radiazioni dell'infrarosso superiori a 680 nm. Tutto ciò quindi sembra evidenziare che gli uccelli siano sensibili alle lunghezze d'onda più lunghe della parte visibile dello spettro. Cambiando quindi la composizione spettrale delle luci artificiali utilizzate per scopi antropici, si possono ottenere importanti effetti per la riduzione dell'impatto sugli uccelli. Accoppiando poi queste indicazioni con quelle che derivano dalla letteratura sull'impatto dei fari sui migratori, che sembrano indicare la necessità di utilizzare luci lampeggianti o stroboscopiche (piuttosto che fasci di luce fissa o rotante) per ridurne l'attrattività, si potrebbero ottenere effetti mitigativi aggiuntivi.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione	<i>Codice documento</i> AMR0895	<i>Rev</i> B	<i>Data</i> 20/01/2024	

6 Misure di mitigazione (p.212)

Il quadro delle misure di mitigazione attuabili non differisce, almeno parzialmente, da quello prospettato nelle relazioni prodotte sull'argomento e in connessione con il presente progetto, di seguito indicate nei seguenti studi:

- Ientile R., Spina F., Agostini N., Calvario E., 2007. Studio di settore e del connesso monitoraggio ante operam relativo all'avifauna migratoria attraverso lo Stretto di Messina. Quarto Rapporto conclusivo delle attività di monitoraggio svolte. Rapporto su incarico della Golder s.r.l. – Istituto Nazionale Fauna Selvatica.
- Bächler, E.; Bruderer B. & F. Liechti (2006): Quantificazione della migrazione attraverso lo Stretto di Messina in primavera 2006 attraverso osservazioni radar. Rapporto su incarico della Stretto di Messina S. p. A., Stazione ornitologica svizzera, Sempach.
- Agriconsulting SPA, 2011. "Aggiornamento dello Studio di settore e del connesso monitoraggio ante operam relativo all'avifauna migratoria attraverso lo Stretto di Messina". Rapporto su incarico della Stretto di Messina S. p. A (Cod. Elaborato MA0100).

Il progetto ha rivisto l'elenco riportato nell'ultimo degli studi su citati e, a seguito della verifica circa la loro fattibilità, prospettato le seguenti misure:

Ipotesi di Misure di mitigazione	ID da MA0100	Descrizione delle soluzioni progettuali adottate
Apposizione di colorazioni particolari sulle strutture in cemento e sulle strutture portanti	MM2	<p>Uso di vernici riflettenti di vernici UV sulle strutture portanti del ponte al fine di aumentare la riflessione.</p> <p>Sono state verificate anche ipotesi con colorazioni di contrasto (vd. § 6.3)</p>
<p>Accorgimenti vari nell'utilizzo delle luci.</p> <p>(nello Studio MM3 ne erano state ipotizzate quattro: 1. -evitare o ridurre qualsiasi illuminazione artificiale motivata da fini estetici; 2_ non utilizzare proiettori diretti verticalmente (in alto) e ridurre la dispersione di luce verso l'alto; 3_ uso di luci lampeggianti; 4_ ridurre l'intensità delle luci in condizioni di scarsa visibilità legate a situazioni meteo avverse (foschia, nuvole basse, pioggia fine, cielo non visibile).</p> <p>Nel presente Studio è stata suggerita anche la possibilità di cambiare la colorazione delle luci per la sicurezza aerea, misura non perseguibile, almeno in tempi certi.</p>	MM3	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminazione dell'illuminazione di accento (sicuramente durante le fasi critiche delle migrazioni) • Eliminazione di proiettori verso l'alto • Uso di luci lampeggianti compatibilmente con le indicazioni ICAO • Regolamentazione dell'intensità luminosa (§ 6.1) • Interramento di nuove linee aeree ad alta e media tensione definite dal presente progetto
Ulteriore riduzione del limite di velocità per motoveicoli e treni	MM5	<p>Misura per ridurre le collisioni dei migratori in transito con gli autoveicoli.</p> <p>Tale misura è di tipo Regolamentare che potrà essere tarata a valle delle valutazioni condotte con il monitoraggio in continuo.</p>
Accorgimenti per l'attenuazione dei rumori	MM6	Utilizzo di asfalto silenzioso. (il progetto prevede già l'impiego di tale tipo di asfalto)
Nuova definizione	----	Dispositivi per la riduzione di collisioni su superfici vetrate (vd. § 6.2)

Lo Studio di Settore indica anche il Monitoraggio tra le misure la cui funzione però va oltre al concetto di mitigazione, infatti, esso rappresenta più uno strumento per conseguire risultati congiunti tra cui anche la definizione, in modo dinamico e calibrato di nuove misure mitigative; per questo motivo nel presente Studio al Monitoraggio è stato assegnato il compito di fornire il supporto al sistema delle mitigazioni.

Infatti, del "Monitoraggio in continuo della migrazione e attivazione di misure deterrenti nei casi di superamento di determinate soglie di rischio"- MM1 così come prospettato nello Studio di Settore,

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione	<i>Codice documento</i> AMR0895	<i>Rev</i> B	<i>Data</i> 20/01/2024	

viene valorizzata la possibilità di acquisire informazioni reiterate negli anni sul processo migratorio. L'acquisizione di una casistica maggiormente significativa su transiti e quote di volo, in riferimento a diversi scenari meteorologici costituisce senza dubbio un valido strumento da utilizzare per implementare il modello relativo al rischio di collisione e per renderlo predittivo su base statistica (vd. § 9).

Per quanto riguarda invece i sistemi di deterrenza prospettati (acustici e/o visivi), si ritiene che, in un contesto così significativo per la migrazione come quello dello Stretto di Messina, sia inopportuno mettere in atto deliberatamente azioni atte ad ingenerare forte disturbo nei confronti dei migratori, soprattutto in riferimento alle condizioni fisiologiche particolarmente problematiche dei migratori a lungo raggio che si trovano a sorvolare lo Stretto di Messina, spesso in stato di debilitazione a seguito dell'attraversamento del Deserto del Sahara e di un ampio tratto del Mar Mediterraneo (Jenni L & Jenni-Eiermann, S., 1998, Jenni et. al., 2000, Jenni-Eiermann et al., 2009). Tali azioni di disturbo dovrebbero, tra l'altro, essere in particolar modo attivati in occasione di elevate condizioni di rischio, coincidenti con situazioni meteorologiche avverse (forti venti, piogge leggere, nebbie, foschie) accentuando quindi la difficoltà del transito migratorio in un momento già di per sé problematico, caratterizzato da forte incertezza e da forte stress.

Oltre a tali aspetti, ritenuti comunque sostanziali, appare difficoltosa e complessa l'applicabilità dei sistemi di deterrenza prospettati, sia in riferimento alle modalità operative ed alla necessità di coordinamento tra il momento dell'avvistamento radar, la direzione di volo dello stormo, l'attivazione del sistema di deterrenza, sia in riferimento ai livelli elevati di antropizzazione dell'area (per quanto riguarda il sistema di deterrenza acustico) con l'attivazione improvvisa dell'allarme costituito da un suono fortemente direzionale di 160 db, con raggio di azione di 1.000 metri (140 db equivalgono al rumore prodotto da un colpo di pistola ad 1 metro di distanza e 180 decibel al rumore di un razzo al decollo), con reazioni e conseguenze imprevedibili tra gli utenti in transito sulla struttura.

Si ritiene altresì che l'attivazione di progetti di questo tipo richiederebbe, in rispetto delle norme vigenti in materia, l'attivazione di una distinta e dedicata procedura di valutazione di incidenza.

6.1 Mitigazioni sul sistema dell'illuminazione del Ponte (p.214)

Un primo aspetto che va segnalato come azione nella direzione della mitigazione dell'effetto attrattivo del ponte dovuto all'illuminazione è in primo luogo riconducibile alla riduzione dell'illuminazione stessa alle strette esigenze imposte dalla sicurezza aerea, marittima (verso l'esterno) e stradale sul ponte; ciò sta a significare che illuminazioni accessorie, quali quelle di accento delle strutture sono da calibrare nella direzione che:

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione	<i>Codice documento</i> AMR0895_B	<i>Rev</i> B	<i>Data</i> 20/01/2024	

- se mantenute va comunque previsto lo spegnimento di tale illuminazione nelle fasi critiche per l'avifauna rappresentate dai periodi di migrazione (primaverile e autunnale) e dalle notti con condizioni particolarmente sfavorevoli per l'avifauna;
- vanno eliminati proiettori rivolti verso l'alto.

La gestione di tale sistema di accensione e spegnimento può essere utilmente demandato all'Osservatorio ornitologico che potrà disporre di un flusso di dati sia in tempo reale sia di tipo predittivo.

A riguardo di una significativa azione di mitigazione, teoricamente possibile ma non applicabile nel caso in esame, per validi motivi inerenti la sicurezza aerea, avrebbe potuto riguardare l'adozione di particolari colorazioni (verde e/o blu) (vd. § 5.6.2) delle luci da utilizzare per l'illuminazione del ponte, al fine di diminuire il possibile l'effetto attrattivo nei confronti dei migratori notturni.

L'inapplicabilità di tali accorgimenti è da porre in relazione alle stringenti normative vigenti ICAO che accettano solo luci rosse e bianche e pertanto all'incerto esito di specifiche richieste di modifiche nella direzione prospetta in questa sede.

Una distinzione tuttavia va fatta tra l'illuminazione stradale e quella riferibile alla segnalazione degli ostacoli, in quanto nel primo caso non ci sono margini per conseguire dei permessi per illuminazioni alternative o per riduzioni in casi particolari, stante le UNI sulla sicurezza stradale che non prevedono deroghe a illuminazione di infrastrutture appartenenti alle categorie di tipo A₂. Nella direzione di applicare qualche deroga si pongono le norme regionali che hanno recepito le indicazioni circa la riduzione dell'impatto luminoso e il risparmio energetico tuttavia le stesse si scontrano con le norme UNI almeno per la categoria di strada cui appartiene quella in esame.

Molti aspetti comunque stanno mutando invece nelle norme per la segnalazione degli ostacoli a seguito dell'uso intensivo di strutture emergenti, quali le pale eoliche, tanto che si stanno introducendo meccanismi di regolazione in funzione della visibilità (cfr. § 14 Studio Allegato).

Sempre in relazione allo stesso tema (cfr Laubek & Drachmann, 2012) si segnala che sarebbe opportuno cercare di rendere attuabile, anche nel caso in esame, un nuovo regolamento vigente in Germania (Deutsche Flugsicherung – NfL I 143/07 2007) applicato agli impianti eolici in relazione all'illuminazione per la sicurezza aerea. Tale regolamento evidenzia la possibilità, in condizioni di buona visibilità (> 5 Km), di ridurre l'intensità dell'illuminazione del 30% e di un ulteriore 10-15%, qualora la visibilità fosse superiore ai 10 km.

Come precedentemente ricordato, osservazioni effettuate presso le piattaforme petrolifere offshore

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione	<i>Codice documento</i> AMR0895	<i>Rev</i> B	<i>Data</i> 20/01/2024	

sembrano confermare che il fattore attrattivo delle luci inizia ad operare a distanze pari a circa 5 Km (van De Laar 2007); se si riuscisse ad applicare una procedura comparabile per ridurre l'intensità luminosa delle luci per la sicurezza aerea, anche nel caso del Ponte sullo Stretto di Messina, si potrebbe ottenere una significativa riduzione del raggio di azione del fattore attrattivo e, di conseguenza, una riduzione delle possibili collisioni. Per realizzare questo sistema, oltre al necessario adeguamento degli aspetti amministrativi-regolamentari, sarebbe necessario installare un'adeguata strumentazione per misurare la visibilità oltre ad un sistema di controllo dell'intensità luminosa delle luci per la sicurezza aerea. Tale sistema potrebbe poi essere associato e messo in relazione con quello del monitoraggio radar delle migrazioni.

7.5 Stima dell'incidenza dell'illuminazione prevista dal progetto per il Ponte sulle specie migratrici notturne (p.238)

Il fattore attrattivo potenzialmente ingenerato dall'illuminazione del Ponte, soprattutto in riferimento ai migratori notturni, come precedentemente descritto, costituisce un potenziale fattore di incidenza aggiuntivo in relazione alla problematica delle collisioni. Oltre ad amplificare la collisione in senso stretto, l'illuminazione può provocare attrazione, inducendo la messa in atto di voli circolari con progressivo affaticamento e sfinimento fisiologico degli individui. Tali problematiche, come ampiamente discusso, possono essere particolarmente accentuate nelle notti in cui si verificano condizioni di tempo perturbato, con presenza di forti venti (che determinano l'abbassamento delle quote di volo), nebbie, foschie, piogge leggere che amplificano la diffusione dell'illuminazione. La tipologia di alcune delle lampade previste sulle torri e sull'impalcato del ponte, in riferimento a quelle necessarie per la sicurezza aerea (prescrizioni ENAC), è tale da rientrare tra quelle che esercitano effetti attrattivi nei confronti dell'ornitofauna (colorazione bianca e rossa di forte e media intensità, fissa e/o lampeggiante). (vd. § 4.2.4)

Tutto ciò premesso, risulta comunque estremamente arduo quantificare, in termini effettivi, l'esito attrattivo dell'illuminazione in termini di incremento delle potenziali collisioni e/o di percentuali di individui che possono subire uno stress fisiologico (circling fly) in questo delicato momento biologico (migrazione). Tale aspetto (fattore attrattivo) è stato già affrontato nell'ambito del modello che ha portato alla stima delle potenziali collisioni realizzato nell'ambito degli studi promossi dalla SdM (cfr "Bächler, E. Bruderer B. & F. Liechi, 2006. *Quantificazione della migrazione attraverso lo Stretto di Messina in primavera 2006 attraverso osservazioni radar. Rapporto su incarico della Stretto di Messina S. p. A., Stazione ornitologica svizzera, Sempach*" e "Agriconsulting SPA, 2011. (Sorace A., Apostolico F., Istituto Ornitologico Svizzero, Sempach, Svizzera - Rilievi radar e osservazioni

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione	<i>Codice documento</i> AMR0895_B	<i>Rev</i> B	<i>Data</i> 20/01/2024	

dirette). *Aggiornamento dello Studio di settore e del connesso monitoraggio ante operam relativo all'avifauna migratoria attraverso lo Stretto di Messina. Rapporto su incarico della Stretto di Messina S. p. A.* ed è ad essi che si farà riferimento nell'ambito di questo studio.

Per quanto concerne la maggiorazione dei transiti nell'intervallo di quota del ponte, attesa per l'effetto dell'attrazione esercitata dalle luci (coefficiente C3 nel modello citato), gli esperti ornitologi coinvolti negli studi sopra citati, partendo da indicazioni della Stazione Ornitologica Svizzera (SOS), hanno ritenuto che per la migrazione notturna, nella migliore delle ipotesi, non vi fossero effetti di maggiorazione dei transiti e che, nella peggiore, il numero di transiti potesse aumentare di 10 o anche di 100 volte. Visto che, secondo i dati raccolti dalla SOS, la frazione di transiti nell'intervallo di quota del ponte era stata a primavera pari al 9,4%, un aumento di 10 volte avrebbe significato che quasi tutti gli uccelli in transito nella stagione primaverile sarebbero andati ad interessare l'intervallo di quota del ponte. Nel caso in esame, quindi, l'aumento di 100 volte non si poteva applicare, in quanto si sarebbe superato abbondantemente il numero di uccelli individuato con le osservazioni radar. Per tali motivi il coefficiente C3 era stato individuato attraverso una distribuzione triangolare, i cui estremi erano compresi tra lo 0 (nessun effetto maggiorativo) e il 1.000% (aumento di 10 volte) con un valor medio ipotizzato del 100% (che avrebbe portato al raddoppio del numero di transiti). I risultati ottenuti in autunno permettevano invece di applicare, per il coefficiente C3, anche l'incremento massimo di 100 volte prospettato dalla SOS. Di conseguenza, per la distribuzione triangolare del coefficiente C3 nelle elaborazioni relative alla migrazione notturna autunnale i valori considerati sono stati pari a 0, 1.000% e 10.000% (aumento di 100 volte). In riferimento al principio di precauzione ed in concomitanza di eventi atmosferici particolari (forti venti contrari alla direzione di volo degli uccelli, nebbie, foschie, piogge leggere,) e soprattutto in riferimento alla natura permanente dell'opera ed alla migrazione notturna primaverile, si ritiene possibile il verificarsi di rilevanti effetti attrattivi che possano amplificare il numero delle potenziali collisioni. Gli effetti sulle specie di interesse comunitario non sono realisticamente quantificabili non essendo possibile estrapolare, dai dati radar, una ripartizione numerica dei transiti notturni riferibile alle singole specie.

L'attrattività e il disturbo generati dall'illuminazione possono disorientare i migratori facilitando ed amplificando le possibili collisioni. Le misure di mitigazione proposte per il sistema di illuminazione consentono di ridimensionare gli esiti del fattore attrattivo senza comunque eliminarlo per cui permane l'esigenza di compensarlo all'interno della più complessiva problematica delle collisioni. Le misure di compensazione sono quindi le stesse individuate per le collisioni *tout court*.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione	<i>Codice documento</i> AMR0895	<i>Rev</i> B	<i>Data</i> 20/01/2024

Estratto della Bibliografia citata

- AA.VV., 2003. La migrazione degli Uccelli nel Parco del Ticino e l'impatto di Malpensa. Consorzio Parco del Ticino. Regione Lombardia. Associazione Fauna Viva, 178 pp.
- Avery, M., P. F. Springer, and J. F. Cassel. 1977. Weather influences on nocturnal bird mortality at a North Dakota Tower. *Wilson Bulletin* 89:291–299.
- Baldwin, D. H. 1963. Mass mortality of nocturnal migrants in Ontario. Progress Report II. – Ontario Nat. 1: 7–15. Baldwin, D. H. 1965. Enquiry into the mass mortality of nocturnal migrants in Ontario. – Ontario Nat. 3: 3–11.
- Banks, R. C. 1979. Human-related mortality of birds in the United States. – U.S. Fish and Wildlife Service, Special Scientific Report. – Wildlife 215: 1–16.
- Cinzano, P., F. Falchi, and C. D. Elvidge. 2001. The first world atlas of the artificial night sky brightness. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* 328:689–707.
- Cochran, W. W. and Graber, R. R. 1958. Attraction of nocturnal migrants by lights on a television tower. – *Wilson Bull.* 70: 378–380.
- Evans Ogden, L. J. 1996. *Collision course: the hazards of lighted structures and windows to migrating birds*. WWF Canada and Fatal Light Awareness Program, Toronto, Ontario, Canada.
- Evans Ogden, L. J. 2002. Summary report on the bird friendly building program: effect of light reduction on collision of migratory birds. A special report for the Fatal Light Awareness Program (FLAP), Toronto, Ontario, Canada.
- Gauthreaux, S. A., and C. G. Belser. 2006. Effects of artificial night lighting on migrating birds. Pages 67–93 in C. Rich and T. Longcore, editors. *Ecological consequences of artificial night lighting*. Island Press, Washington, D.C., USA.
- Herbert, A. D. 1970. Spatial disorientation in birds. – *Wilson Bull.* 82: 400–419.
- Jenni L., Jenni-Eiermann S., 1998. Fuel supply and metabolic constraints in migrating birds. *Journal of Avian Biology* 29, 521–528.
- Jenni L., Jenni-Eiermann S., Spina F., Schwabl H. 2000. Regulation of protein breakdown and adrenocortical response to stress in birds during migratory flight. *Am. J. Physiol.* 278: R1182-R1189
- Jenni-Eiermann S., Hasselquist D., Lindström A., Koolhaas A., Piersma T., 2009. Are birds stressed during long-term flights? A wind-tunnel study on circulating corticosterone in the red knot. *General and Comparative Endocrinology* 164 (2009) 101–106.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione	<i>Codice documento</i> AMR0895_B	<i>Rev</i> B	<i>Data</i> 20/01/2024	

- Jones, J., and Francis, C. M., 2003. The effects of light characteristics on avian mortality at lighthouses. – *J. Avian Biol.* 34: 328–333.
- Laubek B & Drachmann J., Grontmij A.S., 2012. Messina Strait 278 – Birds Environmental Impact assessment. Evaluation of risk of extinction of specific bird species. Draft Report 4. Commissionato da EuroLink
- Longcore, T., and C. Rich. 2004. Ecological light pollution. *Frontiers in Ecology and the Environment* 2:191–198.
- Marquenie, J. M., and F. van de Laar. 2004. Protecting migrating birds from offshore production. *Shell E&P Newsletter*: January issue.
- Mouritsen, H., G. Feenders, M. Liedvogel, K. Wada, and E. D. Jarvis. 2005. Night-vision brain area in migratory songbirds. *Proceedings of the National Academy of Science* 102:8339–8344.
- Muheim, R., J. Bäckman, and S. Åkesson. 2002. Magnetic compass orientation in European robins is dependent on both wavelength and intensity of light. *The Journal of Experimental Biology* 205:3845– 3856.
- Munro, J. A. 1924. A preliminary report on the destruction of birds at lighthouses on the coast of British Columbia. – *Can. Field-Nat.* 38: 171–175.
- Poot, H., B. J. Ens, H. de Vries, M. A. H. Donners, M. R. Wernand, and J. M. Marquenie. 2008. Green light for nocturnally migrating birds. *Ecology and Society* 13(2): 47. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss2/art47/>
- Rich, C., and T. Longcore, editors. 2006. *Ecological consequences of artificial night lighting*. Island Press, Washington, D.C.
- Ritz, T., S. Adem, and K. Schulten. 2000. A model for photoreceptor-based magnetoreception in birds. *Biophysical Journal* 78:707–718. *Ecology and Society* 13(2): 47 <http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss2/art47/>
- Stoddard, H. L. and Norris, R. A. 1967. Bird casualties at a Leon County, Florida TV tower: an eleven-year study. – *Tall Timbers Research Station Bulletin* 8: 1–104.
- Thomson, A. L. 1926. *Problems of bird migration*. H. F. and G. Witherby, London, UK. van de Laar, F. J. T. 1999. *Vogeltrek boven de Noordzee*. Uitgave SBNO, NAM, Assen, The Netherlands.
- Transport Canada 2000. Canadian Aviation Regulations. – Government of Canada, Ottawa, Ontario, Canada.
- Tufts, R. W. 1928. A report concerning destruction of bird life at lighthouses on the Atlantic coast. –

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione	<i>Codice documento</i> AMR0895	<i>Rev</i> B	<i>Data</i> 20/01/2024	

Can. Field-Nat. 42: 167–172.

Van de Laar, F. J. T. 2007. *Green light to birds. Investigation into the effect of bird-friendly lighting.* Report NAM locatie L15-FA-1. NAM, Assen, The Netherlands.

Verheijen, F. J. 1958. The mechanisms of the trapping effect of artificial light sources upon animals. *Archives Néerlandaises de Zoologie* 13:1–107.

Verheijen, F. J. 1985. Photopollution: artificial light optic spatial control systems fail to cope with. Incidents, causations, remedies. *Experimental Biology* 44:1–18.

Weir, R. D. 1976. Annotated bibliography of bird kills at man-made obstacles: a review of the state of the art and solutions. – Department of Fisheries and the Environment, Canadian Wildlife Service, Ontario Region.

Wiese, F. K., W. A. Montevecchi, G. K. Davoren, F. Huettmann, A. W. Diamond, and J. Linke. 2001. Seabirds at risk around offshore oil platforms in the northwest Atlantic. *Marine Pollution Bulletin* 42:1285–1290.

Wiltschko, R., and W. Wiltschko. 1995a. *Magnetic orientation in animals.* Springer Verlag, Berlin, Germany.

Wiltschko, W., and R. Wiltschko. 1995b. Migratory orientation of European robins is affected by the wavelength of light as well as by a magnetic pulse. *Journal of Comparative Physiology A* 177:363–369.

Wiltschko, W., and R. Wiltschko. 1999. The effect of yellow and blue light on magnetic compass orientation in European robins, *Erithacus rubecula*. *Journal of Comparative Physiology A* 184:295–299.

Wiltschko, W., and R. Wiltschko. 2001. Light dependent magnetoreception in birds: the behaviour of European robins, *Erithacus rubecula*, under monochromatic light of various wavelengths and intensities. *The Journal of Experimental Biology* 204:3295–3302.

Wiltschko, W., M. Gesson, and R. Wiltschko. 2001. Magnetic compass orientation of European robins under 565 nm green light. *Naturwissenschaften* 88:387–390.

Wiltschko, W., R. Wiltschko, and U. Munro. 2000. Light-dependent magnetoreception in birds: the effect of intensity of 565 nm green light. *Naturwissenschaften* 87:366–369

Wiltschko, W., U. Munro, H. Ford, and R. Wiltschko. 1993. Red light disrupts magnetic orientation of migratory birds. *Nature* 364:525– 527.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione	<i>Codice documento</i> AMR0895_B	<i>Rev</i> B	<i>Data</i> 20/01/2024	

2 Richiesta integrazioni

2.1 Richiesta integrazioni VIAS068: Considerazioni sulla Relazione dell'ambiente terrestre

La "Verifica di Ottemperanza sul Progetto Definitivo e approvazione Varianti Sostanziali" riporta:

In riferimento all'elaborato AM0258 sarebbe opportuno integrare l'analisi effettuata con le seguenti informazioni:

[...]

f) per quanto riguarda gli impatti sull'avifauna migratoria in fase di esercizio, nella tabella di pag. 317 "Azioni di mitigazione" (AM0053), il Proponente dichiara, tra le misure di mitigazione per contenere l'impatto del Ponte sull'avifauna migratoria, il contenimento delle fonti luminose (anche mediante riduzione della diffusione verso l'alto delle luci di cantiere e l'orientamento idoneo degli elementi luminosi). La visione dei particolari progettuali dell'assetto delle illuminazioni di accento delle torri (PI0078, PI0080) evidenzia che nella sola parte mediana di ogni torre (a circa 120 m e 250 m di quota, quindi escludendo la cima e la base) saranno presenti non meno di 200 proiettori. Di questi, almeno 60 sono rivolti verso l'alto, 40 verso est e 40 verso ovest. Inoltre la distanza tra ciascuna coppia di proiettori (tabulato PI0080, Sez B-B) non permette la possibilità di ruotarli maggiormente verso la parete della torre e contenere la dispersione verso l'alto. Di fatto, la presenza di un così elevato numero di proiettori rivolti verso l'alto e lateralmente non appare coerente con la misura di mitigazione indicata. Si ritiene pertanto necessario fornire una dettagliata motivazione della scelta tecnica adottata che giustifichi l'impossibilità di applicare soluzioni alternative, quali la riduzione in numero dei proiettori e una maggiore possibilità di orientare gli stessi, tramite modifiche progettuali.

[...]

Il proponente afferma nella risposta che l'illuminazione del ponte è stata oggetto di revisione, sulla base delle indicazioni dello studio di Incidenza della ZPS, e che "le indicazioni circa le misure di mitigazione vi sono proprio la limitazione della dispersione/proiezione di fasci di luce verso l'alto, l'impiego di eventuali luci lampeggianti e la riduzione dell'intensità del fascio luminoso soprattutto in caso di condizioni meteorologiche avverse. In questa direzione (...) si è orientato anche il progettista degli impianti di illuminazione (...). In questa logica, l'illuminazione di accento del Ponte è stata

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione	<i>Codice documento</i> AMR0895	<i>Rev</i> B	<i>Data</i> 20/01/2024	

ritenuta non necessaria.

Nella valutazione di incidenza AMV0606, § 4.2.4., pag. 63, si afferma che *“per contenere al massimo il fattore di perturbazione è stata esclusa l’illuminazione di accento delle strutture del Ponte (almeno per i periodi critici legati alle migrazioni primaverile e autunnale)”*. Ciò presuppone che l’illuminazione di accento non sia stata eliminata o modificata, come si evincerebbe da quanto affermato nella risposta.

Il Proponente, indicando come soluzione lo spegnimento delle luci di accento nelle fasi critiche per la migrazione degli uccelli, di fatto rimanda la mitigazione ad un’azione di carattere gestionale (appunto lo spegnimento delle luci) che, pur corretta, di fatto rimane ad un livello meramente intenzionale. Infatti la stessa azione presuppone l’esistenza di un protocollo tecnico disciplinare che impone specifiche misure di conduzione del Ponte nella fase di esercizio, al momento non individuabile all’interno del Progetto definitivo. Allo stesso modo, il demandare l’azione all’Osservatorio ornitologico non fornisce garanzie che l’azione sarà adottata, in quanto l’esistenza stessa dell’Osservatorio ornitologico, le sue funzioni e facoltà non sono regolamentate da alcun elaborato tecnico disciplinare di Progetto.

Per il punto in esame la risposta è ritenuta non esaustiva.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione	<i>Codice documento</i> AMR0895_B	<i>Rev</i> B	<i>Data</i> 20/01/2024	

3 Misure di mitigazione: aggiornamento proposto

3.1 Premessa

Nella trattazione che segue si specificano le misure di mitigazione da adottare nella progettazione esecutiva dell'impianto di illuminazione e misure accessorie sulla colorazione delle strutture, per risolvere la non esaustività appena citata. Ulteriori misure di mitigazione relative a problematiche inerenti all'illuminazione in fase di cantiere o l'illuminazione di altre strutture saranno dettagliate in documenti dedicati.

Relativamente agli impatti residui derivanti dagli effetti diretti e indiretti dell'illuminazione del Ponte, si rimanda a documenti specifici sulle misure di compensazione.

3.2 Colore della struttura

Seppure nel considerare la riflettanza della superficie si dovrebbe prendere in considerazione la necessità di visualizzare la superficie (poiché le superfici più scure richiedono più luce per essere visibili), le *National Light Pollution Guidelines for Wildlife, Version 2.0* (DCCEEW, 2023) suggeriscono che la luce riflessa da superfici molto lucide, lucenti o di colore chiaro come infrastrutture dipinte di bianco, marmo lucido o sabbia bianca possa contribuire al bagliore del cielo e quindi contribuire al disorientamento dei migratori notturni.

Questo potenziale disturbo è in apparente contrasto con l'uso di vernici riflettenti di vernici UV sulle strutture portanti del ponte al fine di aumentare la riflessione, suggerito nello Studio di Incidenza AMV0606_FO come misura per diminuire il rischio di impatto dei migratori diurni. Un aumento della riflessione potrebbe altresì "mascherare" le strutture del ponte per uccelli in volo a basse quote, aumentando invece il rischio di collisione.

Una possibile soluzione è l'impiego di vernici opache con adeguata colorazione contrastante. (per la scelta della colorazione si rimanda alla fase di progettazione esecutiva, si veda anche il par. sulla temperatura di colore dell'illuminazione).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione	<i>Codice documento</i> AMR0895	<i>Rev</i> B	<i>Data</i> 20/01/2024	

3.3 Intensità, posizionamento e orientamento dell'illuminazione stradale

Le indicazioni fornite qui di seguito sono mutuare dalle *National Light Pollution Guidelines for Wildlife, Version 2.0* (DCCEEW, 2023) del Governo australiano, e **specificano le indicazioni generali già presenti nella precedente documentazione**. Queste indicazioni verranno prese in considerazione nella stesura delle misure di mitigazione relative all'illuminazione della struttura di attraversamento, compatibilmente con le sue caratteristiche costruttive. Ad esempio, l'illuminazione di sicurezza dei pendini richiede una posizione elevata delle lampade rispetto al piano stradale, a cui si può però applicare un cono di dispersione ristretto.

a) Utilizzare solo l'intensità di luce necessaria per le funzioni previste.

Partendo da una base buia, utilizzare solo il numero minimo e l'intensità delle luci necessarie per fornire un'illuminazione sicura e protetta per l'area in base agli obiettivi di illuminazione. La quantità minima di luce necessaria per illuminare un oggetto o un'area dovrebbe essere valutata durante le prime fasi di progettazione e solo quella quantità di luce installata. Ad esempio, la Figura 3.1 fornisce le opzioni dalla peggiore alla migliore per l'illuminazione di un'area di parcheggio.

Grazie ai miglioramenti nella tecnologia, i nuovi tipi di lampadine producono quantità significativamente maggiori di luce per unità di energia. Ad esempio, le luci a LED producono da 2 a 5 volte la quantità di luce prodotta dalle lampadine a incandescenza. Valutare la quantità di luce prodotta (lumen), piuttosto che la quantità di energia utilizzata (watt), è la considerazione più importante per garantire che un'area non sia troppo illuminata.

In questo senso, è opportuno prevedere anche l'impiego di luci a basso abbagliamento. L'illuminazione di alta qualità e a basso abbagliamento, oltre a fornire luce solo dove è necessario, migliora la visibilità per l'utente di notte, riduce l'affaticamento degli occhi e migliora la visione notturna.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione		<i>Codice documento</i> AMR0895_B	<i>Rev</i> B	<i>Data</i> 20/01/2024



Figura 3.1 Intensità ottimale dell'illuminazione stradale (da Witherington & Martin, 2003).

b) Orientare il cono di luce solo sull'area ove è necessaria attraverso l'utilizzazione di schermature.

La dispersione luminosa è luce che cade al di fuori dell'area destinata ad essere illuminata. La luce che si riversa al di sopra del piano orizzontale contribuisce direttamente al bagliore artificiale del cielo, mentre la luce che si riversa nelle aree adiacenti può disturbare la fauna selvatica. Tutti gli apparecchi di illuminazione devono essere posizionati, diretti e schermati per evitare di illuminare qualsiasi cosa tranne l'oggetto o l'area target (Figura 3.2).

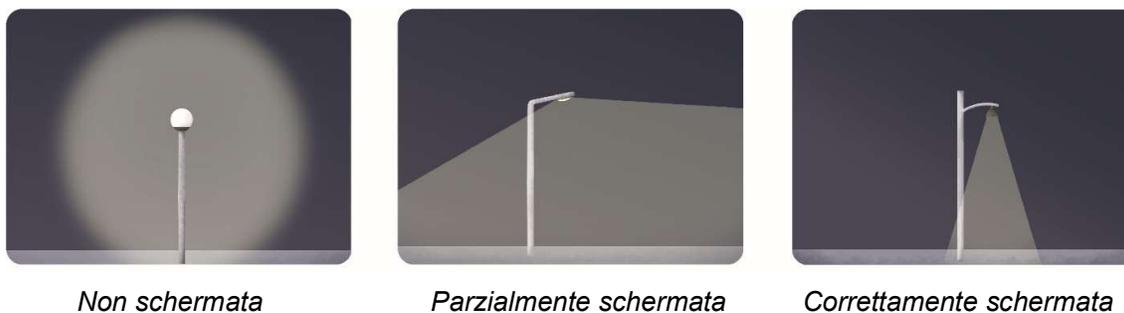


Figura 3.2 Schermatura ottimale dell'illuminazione stradale (da Witherington & Martin, 2003).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO	
Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione	<i>Codice documento</i> AMR0895	<i>Rev</i> B	<i>Data</i> 20/01/2024

c) **Mantenere la fonte di illuminazione il più in basso possibile.**

Diminuire l'altezza delle lampade, in special modo se direzionate e schermate correttamente, può essere estremamente efficace. Le sorgenti luminose vanno collocate il più vicino possibile al suolo reduce dispersione e bagliore indesiderati (Figura 3.3).

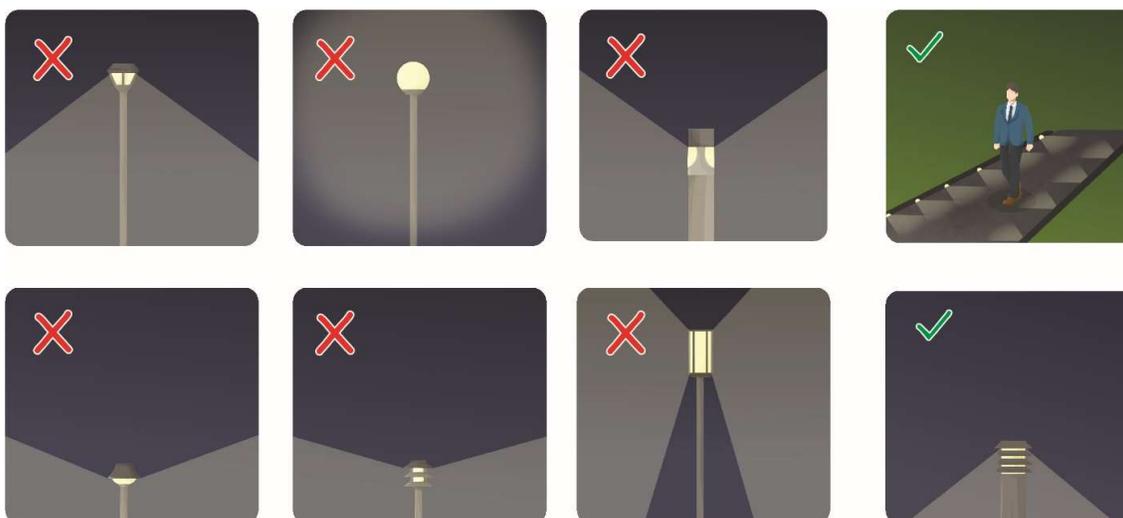


Figura 3.3 Illuminazione scorretta (x) e corretta (v) dei camminamenti (da Witherington & Martin, 2003).

d) **Montare correttamente le luci rispetto al piano orizzontale.**

È possibile impedire alla luce artificiale di brillare al di sopra del piano orizzontale assicurandosi che l'apparecchio sia montato orizzontalmente rispetto al suolo e non ad angolo, oppure montato su una parete in modo che la struttura impedisca alla luce di brillare al di sopra del piano orizzontale, ad esempio, incassando una luce in una gronda sporgente. Quando si determina l'angolo di montaggio, è necessario tenere in considerazione le proprietà riflettenti dell'ambiente ricevente.

Se si deve utilizzare un apparecchio non schermato, è necessario considerare la direzione della luce e la necessità di una qualche forma di barriera opaca fisica permanente che fornisca i requisiti di schermatura. Può trattarsi di una copertura o di parte di un edificio (Figura 3.4). Occorre prestare attenzione a schermare anche le superfici adiacenti di colore chiaro, per evitare che un'eccessiva luce riflessa si aggiunga al bagliore del cielo.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione	<i>Codice documento</i> AMR0895_B	<i>Rev</i> B	<i>Data</i> 20/01/2024	

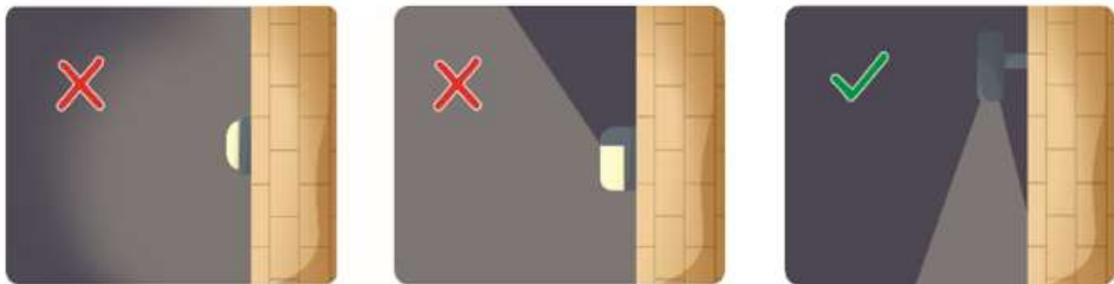


Figura 3.4 Illuminazione scorretta (x) e corretta (v) da una fonte laterale (da Witherington & Martin, 2003).

3.4 Controllo automatico accensione/spengimento e intensità

I recenti progressi nella tecnologia di controllo intelligente offrono una gamma di opzioni per una gestione della luce artificiale meglio controllata e mirata (Figura 3.5). Ad esempio, l'illuminazione industriale tradizionale dovrebbe rimanere illuminata tutta la notte perché le luci al sodio ad alta pressione, agli alogenuri metallici e fluorescenti hanno lunghi periodi di riscaldamento e raffreddamento; un ciclo di accensione/spengimento potrebbe compromettere la sicurezza in caso di emergenza. Con le luci a LED controllate in modo intelligente, l'illuminazione dell'impianto può essere accesa e spenta istantaneamente e attivata solo quando necessario, ad esempio quando la struttura è utilizzata, anche sequenzialmente in differenti sezioni.

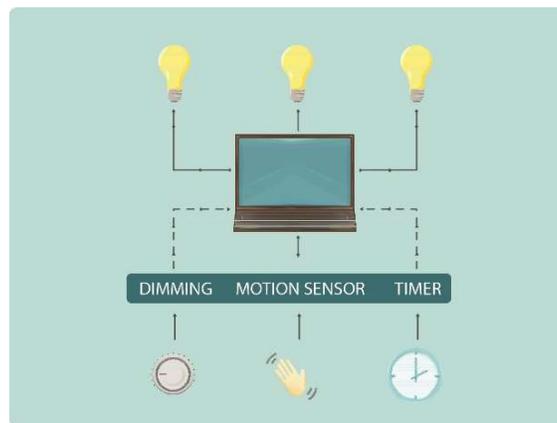


Figura 3.5 L'impatto dell'illuminazione può venire mitigato utilizzando controlli adattivi per gestire tempi, intensità e colore della luce.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione	<i>Codice documento</i> AMR0895	<i>Rev</i> B	<i>Data</i> 20/01/2024	

I controlli intelligenti e la tecnologia LED consentono di:

- gestire le luci in maniera remota e automatizzata (comandi da computer)
- accensione e spegnimento delle luci istantaneo
- controllo del colore della luce
- dimmerazione, timer, velocità di lampeggio, sensori di movimento e direttività della luce ben definita.

I controlli adattivi dovrebbero massimizzare l'uso della più recente tecnologia di illuminazione per ridurre al minimo l'emissione di luce e il consumo di energia non necessario.

Questo può superare l'obiezione dell'inaffidabilità del controllo umano e della attribuzione del controllo stesso a una struttura differente dall'Ente gestore del Ponte.

In particolare, si suggerisce di:

- a) regolare l'accensione/spegnimento (o abbassamento a valori minimi) del sistema di illuminazione stradale con l'impiego di sensori di movimento su sei sezioni di circa 500 m di lunghezza;
- b) durante il periodo di migrazione primaverile (aprile/maggio) e nel periodo di involo dei Procellariiformi dalle colonie (agosto/settembre), regolare l'intensità dell'illuminazione con l'impiego di sensori meteorologici, prevedendo un abbassamento in condizioni di pioggia o nebbia e/o in condizioni di vento pari o superiore a 40 km/h. I periodi saranno meglio definiti con l'analisi dei dati di fenologia che saranno a breve messi a disposizione da ISPRA.

Si rimanda il dettaglio del protocollo tecnico ai consulenti illuminotecnici.

3.5 Luci di accento: approfondimento sui meccanismi di impatto

Il fenomeno della migrazione è un insieme di eventi biologici particolarmente complesso. I movimenti degli uccelli dipendono dalla morfologia del terreno, dal tempo meteorologico, dalle condizioni del vento, dagli habitat incontrati e dalla disponibilità di cibo nelle aree di sosta (Kerlinger & Moore, 1989; Lovei, 1989), Alerstam & Nilstrom, 1990). In particolare, in corrispondenza di barriere geografiche come ad esempio le catene montuose o i bracci di mare più o meno ampi, i migratori tendono a concentrarsi in cosiddetti "colli di bottiglia", dove il verificarsi di eventi negativi localizzati può evidentemente avere conseguenze negative su vasta scala (Biber & Salathé, 1991; Yosef et al., 2000).

L'effetto di interruzione del flusso di migrazione a causa di una alterazione dell'illuminazione al suolo in un'area interessata dall'incrocio di due importanti flussi migratori è stato dimostrato da Fornasari (2002) per il sedime aeroportuale di Malpensa 2000, nella parte settentrionale del Parco del Ticino.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione	<i>Codice documento</i> AMR0895_B	<i>Rev</i> B	<i>Data</i> 20/01/2024	

Esperimenti di orientamento effettuati su uccelli catturati e inanellati, insieme a osservazioni della migrazione contro il disco lunare a diversa distanza dalle luci dell'aeroporto, hanno dimostrato che l'inquinamento luminoso dovuto alla presenza di Malpensa rappresentava un blocco che ostruiva la via di migrazione per i migratori notturni, disorientandoli e attirandoli al suolo. L'analisi della dieta e dell'accumulo di grasso durante queste soste "forzate" ha portato a definire inadeguata l'area circostante l'aeroporto dal punto di vista del recupero delle riserve per i migratori, rendendo la fermata imprevista un rischio per il successo della migrazione e per la sopravvivenza (Fornasari 2003, red.). Considerato che la probabilità per un migratore di terminare il viaggio dipende dal suo status energetico e dalla qualità e quantità degli habitat incontrati (Simons et al., 2000), è possibile che una sosta biologicamente imprevista in un'area inadatta dal punto di vista trofico abbia ripercussioni negative sulle popolazioni migranti.

Per gli individui coinvolti, la conseguenza estrema di un atterraggio forzato in un'area povera di risorse può essere l'inedia e la morte. La maggior parte dei Passeriformi migratori a media e lunga distanza ha una massa compresa tra i 5 e i 30 g ed effettua spostamenti di migliaia di chilometri tra le aree riproduttive e quelle di svernamento; il grasso è il principale carburante utilizzato a questo scopo (Blem, 1990).

L'iperfagia adattativa che si verifica nelle aree di sosta distribuite lungo i percorsi seguiti (Berthold, 2001) gioca quindi un ruolo fondamentale per la sopravvivenza dei migratori e il successo della migrazione (Linstrom & Alerstam, 1992, Simons et al., 2000). Se si verifica un evento negativo in punti critici del percorso in linea teorica è possibile che la persistenza di intere popolazioni sia a rischio, a scala via via crescente da quella locale a quella regionale, a quella continentale.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione	<i>Codice documento</i> AMR0895	<i>Rev</i> B	<i>Data</i> 20/01/2024	



Figura 3.6. Aspetto dell'Aeroporto di Malpensa al crepuscolo (1999, prima delle modifiche negli impianti di illuminazione esterni determinate dallo studio) fotografato dal Monte Campo dei Fiori (Foto: Andrea Micheli).

La eventuale presenza di eccessive luci di accento sulle diverse strutture del Ponte potrebbe quindi risultare in una innegabile influenza sui movimenti degli uccelli, oltre che per la possibile collisione diretta con le strutture del Ponte, così ben descritta nel documento di Valutazione di Incidenza, per l'interruzione del tragitto migratorio per numeri di individui molto più cospicui. Per converso, queste considerazioni aprono la strada all'individuazione di misure compensative destinate al foraggiamento dei migratori al suolo, attraverso il recupero/ripristino di habitat adeguati (che saranno descritte in documenti dedicati).

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione	<i>Codice documento</i> AMR0895_B	<i>Rev</i> B	<i>Data</i> 20/01/2024	

3.6 Incertezza sulla temperatura di colore

Le controverse indicazioni sull'eliminazione delle luci di accento, evidenziate nella citata verifica di ottemperanza, avrebbero da un lato l'effetto di minimizzare il rischio di attirare i migratori al suolo, ma non interverrebbero in nessun modo sulla mitigazione delle collisioni "casuali" con la struttura del Ponte, drammaticamente stimate attraverso le indagini condotte con i radar nella stagione primaverile nell'ordine delle decine di migliaia di esemplari (cfr documento AMV0606_F0, par. 5.5.6: Stima delle potenziali collisioni). Si pone quindi il problema di rendere la struttura discriminabile dal punto di vista degli uccelli, senza che le luci utilizzate per farlo risultino invece attrattive o peggio disorientanti.

Sulla base della letteratura disponibile al momento della redazione dello Studio di Incidenza (su tutti Van de Laar 2007; *Green light to birds. Investigation into the effect of bird-friendly lighting* e *Wiltschko & Wiltschko 2001: Light dependent magnetoreception in birds: the behaviour of European robins, Erithacus rubecula, under monochromatic light of various wavelengths and intensities*), gli estensori dello studio hanno suggerito quale azione di mitigazione, teoricamente possibile ma non applicabile nel caso in esame per motivi inerenti la sicurezza aerea, l'adozione di colorazioni (verde e/o blu) (vd. § 5.6.2) delle luci da utilizzare per l'illuminazione del Ponte, al fine di diminuire il possibile l'effetto attrattivo nei confronti dei migratori notturni. Secondo gli estensori, tali accorgimenti sarebbero probabilmente inapplicabili in relazione alle stringenti normative vigenti ICAO, che accettano per le luci di evidenziazione degli ostacoli aerei solo tonalità rosse e bianche.

La possibilità di utilizzare luci con temperatura di colore verde o blu resterebbe per l'illuminazione stradale e, potendo effettuare la distinzione, per l'illuminazione puramente di accento, rispetto all'illuminazione per la sicurezza aerea. Peraltro, il recente fiorire della letteratura sugli effetti dell'inquinamento luminoso sulla fauna, e in modo particolare sull'avifauna (si veda Adams et al., 2021), ha reso l'argomento profondamente controverso. Una recentissima pubblicazione ufficiale delle autorità scozzesi (Deakin et al., 2022), basata su raccolta di *grey literature* (pubblicazioni tecniche e rapporti a enti) e review di letteratura, conclude che non ci sia tuttora l'evidenza su cui basarsi per valutare l'effettiva portata dell'attrazione della luce emessa dalle piattaforme offshore sulle specie di Procellariiformi. Gli autori raccomandano anzi l'esecuzione di studi urgenti per quantificare la distanza fino a cui i sentieri di volo di queste specie sono influenzati da potenti fonti luminose, quali siano le classi di età coinvolte, e valutare l'effetto in termini di attrazione o disorientamento di lunghezze d'onda e pattern di illuminazione (flashing o costante) differenti. Secondo Rodriguez et al (2014) la distanza fino a cui gli uccelli sono attirati dalle sorgenti luminose

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione	<i>Codice documento</i> AMR0895	<i>Rev</i> B	<i>Data</i> 20/01/2024	

è di almeno 15 km.

Il Governo australiano, che con quello neozelandese condivide la responsabilità della conservazione della maggiore biodiversità di uccelli marini al mondo (Forest and Bird, 2014), nelle sue *National Light Pollution Guidelines for Wildlife, Version 2.0* (DCCEEW, 2023), sostiene che sono da preferirsi luci con temperatura di colore ambra e rossa di bassa intensità, basandosi su uno studio sulla Short-tailed Shearwater *Ardenna tenuirostris* (Rodríguez et al. 2017a). La maggiore sensibilità riguarda gli uccelli involati da poco, che esposti alle luci artificiali possono risultare disorientati e venire indotti ad atterrare, o indotti a rientrare dal mare aperto verso le coste. Gli uccelli giovani, se disorientati, sono vulnerabili alla collisione diretta e una volta al suolo diventano vulnerabile alla predazione o alla collisione con gli autoveicoli (Rodríguez et al. 2017).

Esteban Fernández-Juricic, coautore Carrie Ann Adams del succitato, estesissimo review ove sono presi in considerazione oltre 26.000 articoli sul tema, sostiene (com. pers.): 1) che vi è una grandissima variabilità nella percezione dei colori anche tra specie filogeneticamente affini, 2) che non sono disponibili modelli che tengano conto dell'intensità della luce per capire a che distanza gli uccelli captano una luce di una certa frequenza e di una certa intensità, e 3) che manca una generale interpretazione del potere attrattivo o repulsivo delle diverse lunghezze d'onda. Sorprendentemente, nonostante la gran mole di letteratura disponibile, le informazioni sulla visione dei colori negli uccelli derivano da studi compiuti su meno di 30 specie. I dubbi a proposito anche dei soli Procellariiformi sono rilevanti anche nella situazione dello Stretto di Messina, ove transitano numeri importanti di almeno due delle tre specie mediterranee (v. Bricchetti e Fracasso, 2003). Anche per queste specie, per cui si può ipotizzare un'incidenza negativa, verranno proposte specifiche misure di compensazione.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione	<i>Codice documento</i> AMR0895_B	<i>Rev</i> B	<i>Data</i> 20/01/2024	



Figura 3.7. Giovane di Short-tailed Shearwater (*Ardenna tenuirostris*) attirato al suolo da illuminazione artificiale, Phillip Island.

3.7 Possibili misure di mitigazione riguardanti la temperatura di colore

Una prima, generica, suddivisione delle differenti tipologie di luci che possono essere utilizzate per l'illuminazione di sicurezza del traffico aereo è la seguente:

- Luci a bassa intensità, tipicamente di colore rosso e utilizzate per segnalazioni notturne;
- Luci a media intensità di colore rosso, utilizzate per segnalazione notturna;
- Luci a media intensità di colore bianco, utilizzate per segnalazione notturna e diurna;
- Luci ad alta intensità di colore bianco, utilizzate per la segnalazione diurna e notturna e crepuscolo (con intensità ridotta).

I sistemi di illuminazione possono essere basati su luci a fascio intermittente (*flashing*) o fisso (*steady*), anche a doppia colorazione per le ore diurne (luci bianche) e notturne (luci rosse). Diverse fonti concordano che le luci intermittenti risultano per gli uccelli meno attrattive delle luci continue. Può risultare Per le diverse caratteristiche della visione degli uccelli rispetto alla visione umana, l'effetto di luci emesse a 90Hz viene percepito nel primo caso come stroboscopico e nel secondo come fisso.

L'adozione di luci stroboscopiche in cui si vi sia una completa interruzione tra i "lampi" non compromette la sicurezza aerea o marina, sembra soddisfare la maggior parte delle regolamentazioni governative relative all'illuminazione di possibili ostacoli e sembra essere quella che meno interferisce con gli Uccelli (Transport Canada, 2000). Si può ipotizzare l'adozione di luci

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione	<i>Codice documento</i> AMR0895	<i>Rev</i> B	<i>Data</i> 20/01/2024	

di sicurezza (LED) con lunghezza d'onda variabile bianca e rossa e effetto intermittente, purché siano rispettate le norme di sicurezza per il traffico aereo, minimizzando per quanto possibile la distribuzione sulla struttura del Ponte. L'effettiva efficacia potrà venire valutata durante il primo periodo della fase di esercizio ed eventualmente modulata. Si suggerisce di verificare se fosse eventualmente possibile collegare l'eventuale modulazione dell'illuminazione di sicurezza sulla base del traffico dei vicini aeroporti, mediante sensoristica o collegamento per via informatica.

Per quanto riguarda l'eventuale illuminazione d'accento della struttura, si ipotizza per minimizzare i rischi di collisione si ipotizza l'adozione di lampade con 4-6 gradi di apertura, sia ai piloni, sia sui pendini.

Per quanto riguarda la temperatura di colore dell'illuminazione di accento e dell'illuminazione stradale, le informazioni disponibili non permettono di dare indicazioni sicure sulla scelta da adottare per mitigare l'impatto. Si suggerisce quindi di utilizzare LED a temperatura di variabile e programmabile a distanza: il primo periodo della fase di esercizio consentirà di effettuare valutazioni secondo un disegno sperimentale da predisporre e sottoporre quale misura compensativa, che permetterà di identificare le migliori modalità di illuminazione per minimizzare gli impatti, rappresentando un caso studio da condividere con la comunità scientifica e i decisori coinvolti in altri progetti della stessa portata.

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione	<i>Codice documento</i> AMR0895_B	<i>Rev</i> B	<i>Data</i> 20/01/2024	

3.8 Bibliografia citata

- Adams C.A., Fernandez-Juricic E., Bayne E.M. & St. Clair C.C. (2021). Effects of artificial light on bird movement and distribution: a systematic map.
- Alerstam T & Linstrom A. (1990). Optimal Bird Migration. In: Gwinner E. (ed.) Bird Migration, Springer, Heidelberg.
- Biber J & Salathé T. (1991). Threats to migratory birds. ICBP Tech. Publ., 12: 17-35.
- Blem C.R. (1990). Avian energy storage. Current ornithology, 7: 59-113.
- Brichetti P. & Fracasso G. Ornitologia Italiana vol I. Alberto Perdisa editore.
- DCCEEW 2023, National Light Pollution Guidelines for Wildlife, Department of Climate Change, Energy, the Environment and Water, Canberra, May. CC BY 4.0
- Kerlinger P & Moore F.R. (1989). Atmospheric structure and avian migration. Current Ornithology, 6: 109-142.
- Deakin Z., Cook A., Daunt F., McCluskie A., Morley A., Witcutt E., Wright L & Bolton M. (2022). A review to inform the assessment of the risk of collision and displacement in petrels and shearwaters from offshore wind developments in Scotland. Published by The Scottish Government, Produced for The Scottish Government by APS Group Scotland, Edinburgh, UK.
- Forest & Bird (2014). New Zealand Seabirds: Important Bird Areas and Conservation. The Royal Forest & Bird Protection Society of New Zealand, Wellington, New Zealand. 72 pp.
- Fornasari L. (2002). Malpensa airport and bird migration: a matter of light pollution. In "Light pollution and the protection of the night environment", pp. 123-138. Proceedings of the IDA Regional meeting "Venice,: Let's save the night" Cinzano P. (ed.) 2002 ISTIL, Thiene, Italy.
- Fornasari L. , ed. (2003). La migrazione degli uccelli nella Valle del Ticino e l'impatto di Malpensa. Consorzio Parco lombardo della Valle del Ticino.
- Linstrom A. & Alerstam T. (1992) Optimal fat loads in migrating birds: a test for the time-minimization hypothesis. Amer. Natur., 140: 477-491.
- Lovei G.L. (1989). Passerine migration between the Palaearctic and Africa. Current Ornithology, 6: 143-174.
- Rodríguez A., Burgan G., Dann P., Jessop R., Negro J.J. & Chiaradia A. (2014). Fatal attraction of short-tailed shearwaters to artificial lights, PLoS ONE, vol. 9(10), e110114, DOI: 10.1016/j.jnc.2017.07.001.
- Rodríguez A., Dann P. & Chiaradia A. (2017). Reducing light-induced mortality of seabirds: high pressure sodium lights decrease the fatal attraction of shearwaters, Journal for Nature

		Ponte sullo Stretto di Messina PROGETTO DEFINITIVO		
Fauna - Impatto dell'illuminazione sull'avifauna in fase di esercizio - Proposte per le misure di mitigazione	<i>Codice documento</i> AMR0895	<i>Rev</i> B	<i>Data</i> 20/01/2024	

Conservation, vol. 39, pp. 68–72, DOI: 10.1016/j.jnc.2017.07.001.

Simons T.R., Pearsons S.M & Moore F.R. (2000). Application of spatial models to the stopover ecology of trans-gulf migrants. *Studies in Avian Ecology*, 20: 4-14.

Transport Canada 2000. Canadian Aviation Regulations. – Government of Canada, Ottawa, Ontario, Canada.

Witherington, B & Martin, RE 2003, Understanding, assessing, and resolving light-pollution problems on sea turtle nesting beaches, Florida Fish and Wildlife Conservation Commission FMRI Technical Report TR-2, Jensen Beach, Florida.

Yosef R, Fornasari L. & Giordano A. (2000). Soaring migrants and the 1% principle. *The ring*, 22: 79-84.