

## PROGETTO

Questo documento fornisce i dati e la descrizione delle sovrastrutture di una piccola nave da carico, destinata a brevi rotte in ambito Mediterraneo di cui viene richiesto di procedere con la stesura del calcolo termico estivo ed invernale di un impianto di condizionamento.

Il calcolo del sistema di condizionamento sia estivo che invernale si baserà sull'individuazione, per la stagione estiva dei carichi termici dovuti al trattamento della miscela ricircolo/aria esterna, alla trasmissione endogena ed esogena, all'irradiazione solare, alle dissipazioni in ambiente da parte di apparecchiature elettroniche (carichi sensibili), da emissioni caloriche (sensibili e latenti) delle persone e da carichi derivanti dalle luci.

Per la stagione invernale, per la determinazione del debito calorico invece sarà sufficiente calcolare il trattamento della miscela d'aria e le fonti di dispersione verso l'esterno, quali vetri e pareti. I carichi esistenti, dati da emissioni da apparecchiature elettriche, persone, luci, et c., saranno considerati neutri come da ISO 7547.

Il riscaldamento invernale sarà del tipo elettrico e verrà messo in atto attraverso a batterie elettriche multistadio. Non saranno previsti post-riscaldi per la regolazione fine della temperatura.

L'umidificazione invernale sarà eseguita mediante diffusione di vapore saturo all'interno delle unità di condizionamento.

Per semplificare questo progetto non viene richiesto di eseguire il calcolo di tutti i locali nave ma solamente dei seguenti spazi:

- *Bridge deck*
- *Recreation room on poop deck at 13.500 (locale evidenziato da contorno rosso)*
- *1 P. Off. On A deck at 16.400*

## UNITÀ DI MISURA

Le unità di misura usuali per questo progetto sono:

- Temperatura: °C
- Umidità relativa: %
- Coefficienti di trasmissione: W/m<sup>2</sup>/K
- Portata aria: m<sup>3</sup>/h
- Valore di X (contenuto acqua): g/m<sup>3</sup>
- Consumo elettrico: kW
- Potenza frigorifera finale: kW
- Vapore: Kg/h

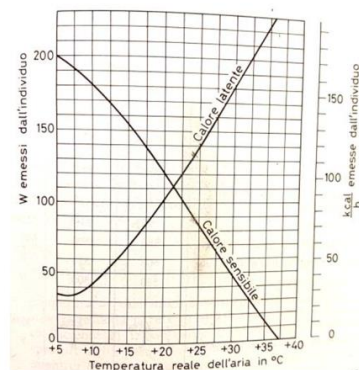
## DATI

### Termoigrometria

Temperatura esterna estiva: 38° C  
Umidità relativa esterna estiva: 90 %

Temperatura interna estiva:	24° C
Umidità relativa interna estiva:	50%
Temperatura esterna invernale:	05° C
Umidità relativa esterna invernale:	55%
Temperatura interna invernale:	22° C
Umidità relativa invernale interna:	45 %
Temperatura acqua di mare <sup>1</sup>	34° C
Temperatura locale apparato motore:	55° C
Temperatura casing:	55° C
Temperatura cucina:	32° C
Temperatura depositi entro alloggi:	30° C
Temperatura off-coil:	12° C
Temperatura di immissione dell'aria negli ambienti:	14° C

Emissioni sensibili e latenti delle persone (fare riferimento alla tabella sottostante). In questo caso trattandosi di una nave da carico prenderemo a riferimento la tabella relativa a persone in lavoro leggero.



### Trasmissioni e note per il calcolo

Pareti, vetri, radiazione solare, illuminazione ( $W/m^2/K$ ) da ISO 7547-2002

Emissioni sensibili e latenti delle persone, come da tabelle allegate e relative alla temperatura interna proposta per il calcolo.

Tutte le finestre con esclusione di quelle della plancia di comando sono provviste di tende, va quindi calcolato l'apporto calorico da radiazione solare basato sui valori con e senza tende.

### Trattamento dell'aria esterna

Per questa nave viene richiesto un trattamento dell'aria con le seguenti proporzioni:

- Quota aria esterna 30% sulla portata aria totale calcolata
- Quota aria ricircolato 70% sulla portata aria totale calcolata

<sup>1</sup> Necessaria per la condensazione del gas

## **Morfologia nave**

Le sovrastrutture nave, quindi le aree adibite all'alloggio ed agli spazi di vita comune sono distribuite sui diversi ponti raffigurati di seguito.

Cose importanti da notare nell'esame dei diversi ponti sono la tipologia e le superfici delle parti di sovrastruttura esposte alla radiazione solare ed alle condizioni esterne. Queste vanno riportate con i valori riportati nella ISO 7547, che fornisce tutti i dati relativi alla trasmissione, alla radiazione solare ed alle emissioni elettriche dell'illuminazione.

Ricambi orari minimi da fornire ai locali.

Locale	Estrazione r/h	Ventilazione	Aria Condizionata	Ventilazione naturale
Plancia	30% AC	n.a.	Da calcolo termico	n.a.
Locali alloggi	Sovrapressione da griglie verso corridoio <sup>2</sup>	n.a.	Da calcolo termico	n.a.
Cucina	40 r/h/v	20 r/h/v	10 r/h	Da alloggi 10 r/h
Mense e soggiorni	30% AC	n.a.	Da calcolo termico	n.a.
Cabine	30% AC	n.a.	Da calcolo termico	n.a.
Toilet private	10 r/h volume	n.a.	Indiretta da cabina	n.a.
Toilet pubbliche	15 r/h volume	n.a.	Indiretta da corridoio	n.a.
Scale	7 r/h volume	n.a.	Da calcolo ricambi	n.a.
Corridoi	30% AC	n.a.	7 r/h /v	n.a.
Depositi, lk, Store <sup>3</sup>	5 r/h/v	n.a.	Indiretto <sup>4</sup>	n.a.

<sup>2</sup> Parte dell'aria che viene "trasferita" in corridoio viene estratta (30%) mentre il 70% viene ricircolato. Il calcolo dell'aria che viene "travasata" nei corridoi è uguale alla portata aria condizionata delle cabine meno la parte estratta dai locali igiene privati.

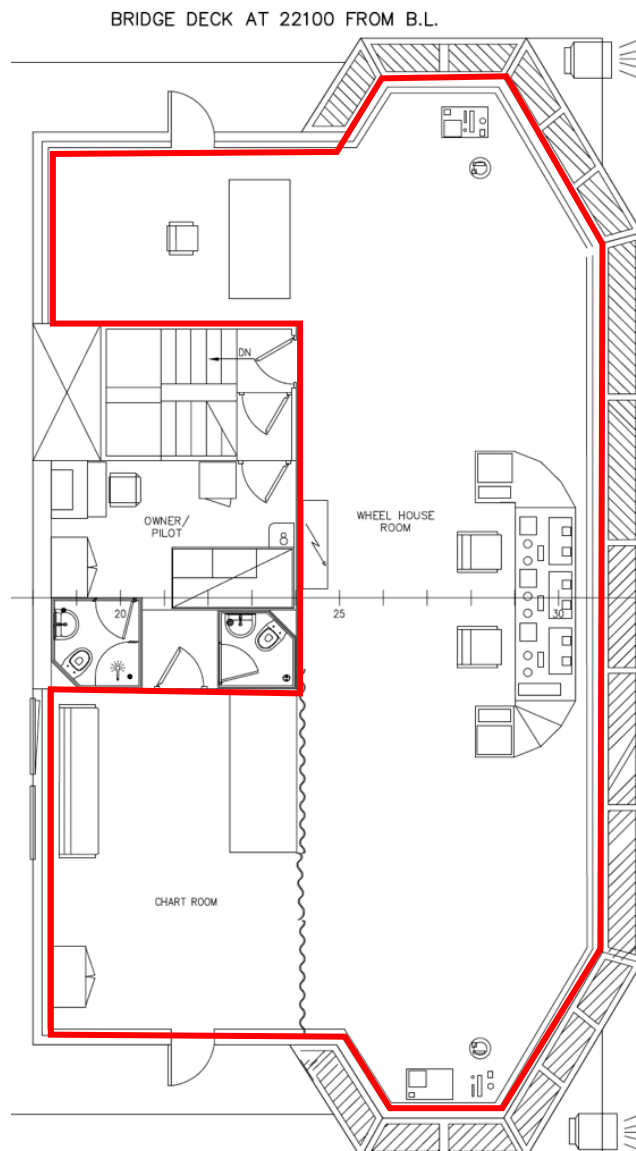
<sup>3</sup> Comunicanti attraverso porta con locali alloggi

<sup>4</sup> Indiretto significa che l'aria fluisce nel locale attraverso una griglia sulla porta o attraverso un travaso. Questa massa d'aria fa parte dell'aria estratta e va inserita nel bilancio del 30% dell'aria estratta, detta anche aria esterna o di rinnovo.

## Piani nave e loro descrizione (piani in scala in file allegato)

Questo è il **ponte di comando** chiamato anche Bridge DECK, in pratica il luogo della nave dove viene controllata la navigazione. Questo “locale” è normalmente sprovvisto di tendaggi schermanti ed è occupato da apparecchiature elettriche che dissipano calore all’interno del locale in quantità di 5 kW/h. Il tetto è completamente esposto al sole. Le vetrate sono indicate con delle “shapes” tratteggiate e di norma hanno una dimensione di 1500 mm x 1200 mm. La tipologia di vetro è la meno performante (ISO 7547). Le persone all’interno del locale di comando sono di media 3 mentre nella “chart room” ve ne sono normalmente 2<sup>5</sup>.

*Irraggiamento relativo al Bridge DECK = superficie soffitto + 4/5<sup>6</sup> (superficie vetrata) + 4/5 (superfici pareti – superficie vetrata)*



<sup>5</sup> Il numero delle persone va considerato come la somma di tutte le persone indicate come occupanti del ponte e degli spazi annessi.

<sup>6</sup> La grandezza è da assumersi per questa sola nave. Ogni nave per quanto attiene al ponte di comando ha morfologie diverse e quindi la grandezza indicata varia.

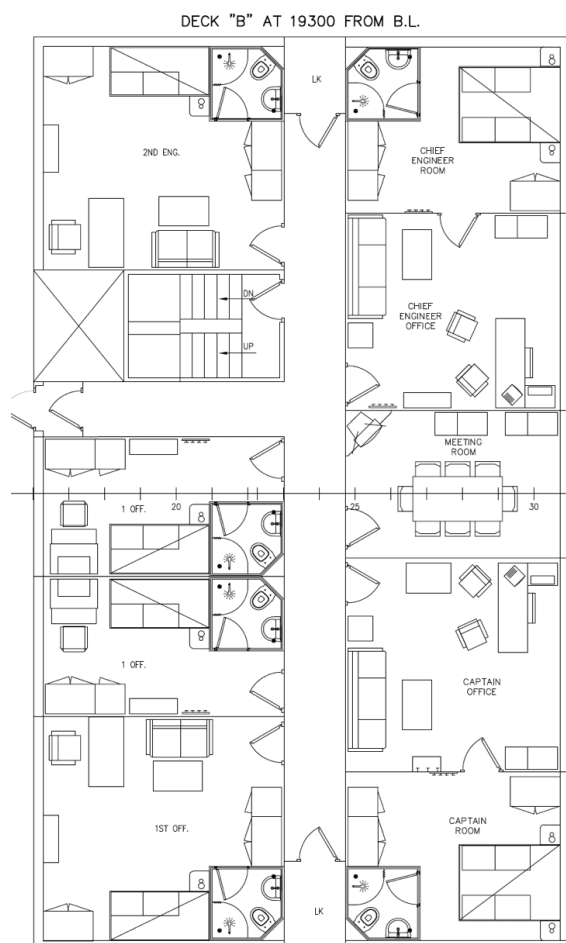
Il ponte "B" è il primo ponte adibito ad alloggio, come si può vedere a parte scale e corridoio lo spazio del ponte è occupato da sole cabine, soggiorni e da una meeting room. Per quanto riguarda la superficie interessata da irraggiamento solare, regola peraltro simile per tutti i ponti a parte che per il Bridge DECK, dobbiamo fare un distinguo:

- Pareti verticali =  $\frac{1}{2}$  superficie totale pareti – superficie delle finestre (che sono in vetro)
- Ponti = (superficie ponte in esame – superficie ponte soprastante)/2

Quanto sopra, relativamente a tutti i ponti a scendere, va applicato pedissequamente.

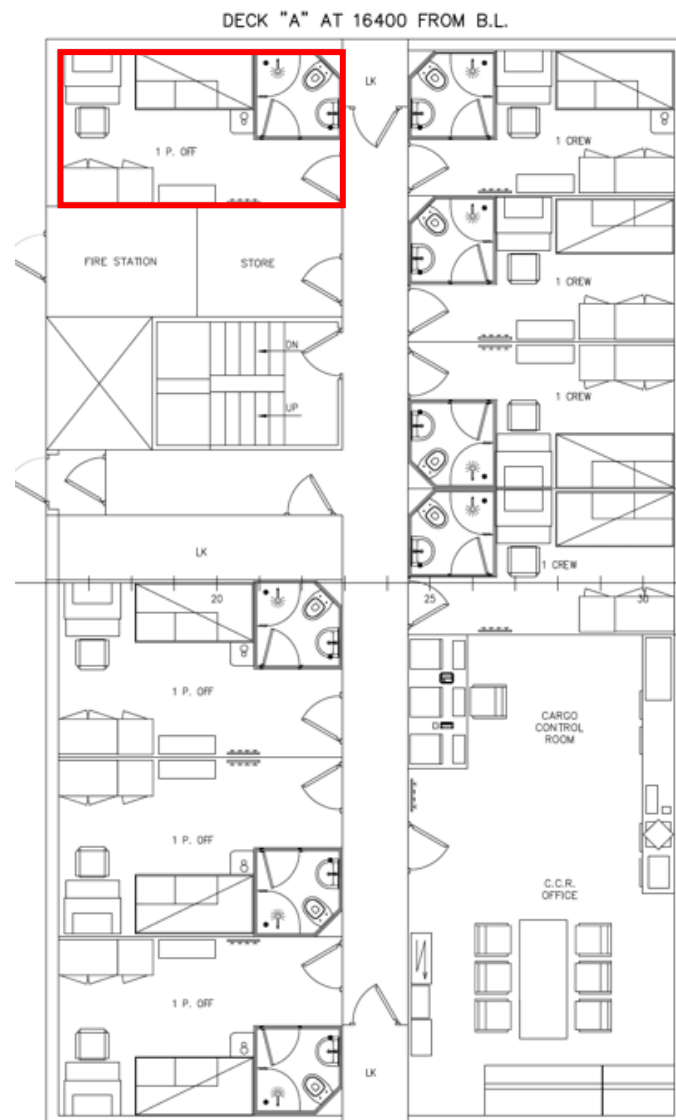
Di seguito i dati necessari per il calcolo termico, va da sé che i calcoli relativi da trasmissioni endogene ed esogene vanno calcolati seguendo i coefficienti riportati dalla ISO 7547 e dimensionando le aree di trasmissione prendendo misura sui disegni allegati:

Locale	Persone	Luci W/m <sup>2</sup>	Emissioni da app. elettriche kW	Superficie finestre m <sup>2</sup>
2nd eng	2	10	0,10	1
Chief eng room	2	10	0,10	1
Chief eng off	3	10	0,10	1
Meeting room	8	10	0,50	1
Captain office	3	10	0,10	1
Captain room	2	10	0,10	1
1st officer cabin	2	10	0,10	1
1 off	1	10	0,10	1
1 off	1	10	0,10	1
Corridor	2	8	0	1
Stairs	2	8	0	1



Il ponte "A" è simile al ponte precedente con una piccola differenza rappresentata da un nuovo locale operativo chiamato CARGO CONTROL ROOM. Ci sono inoltre alcuni locali (fire station, store e lk) che hanno una temperatura differente dal resto dei locali di alloggio + 6°C e saranno serviti da condizionamento indiretto nella misura di 5 r/h/v<sup>7</sup>.

Locale	Persone	Luci W/m <sup>2</sup>	Emissioni da app. elettriche kW	Superficie finestre m <sup>2</sup>
1 PO	1	10	0,10	1
1 crew	1	10	0,10	1
1 crew	1	10	0,10	1
1 crew	1	10	0,50	1
1 crew	1	10	0,10	1
Cargo Control Room	7	12	3,00	1
1 PO	1	10	0,10	1
1 PO	1	10	0,10	1
1 PO	1	10	0,10	1
Stairs	2	8	0	1
Corridor	2	8	0	1

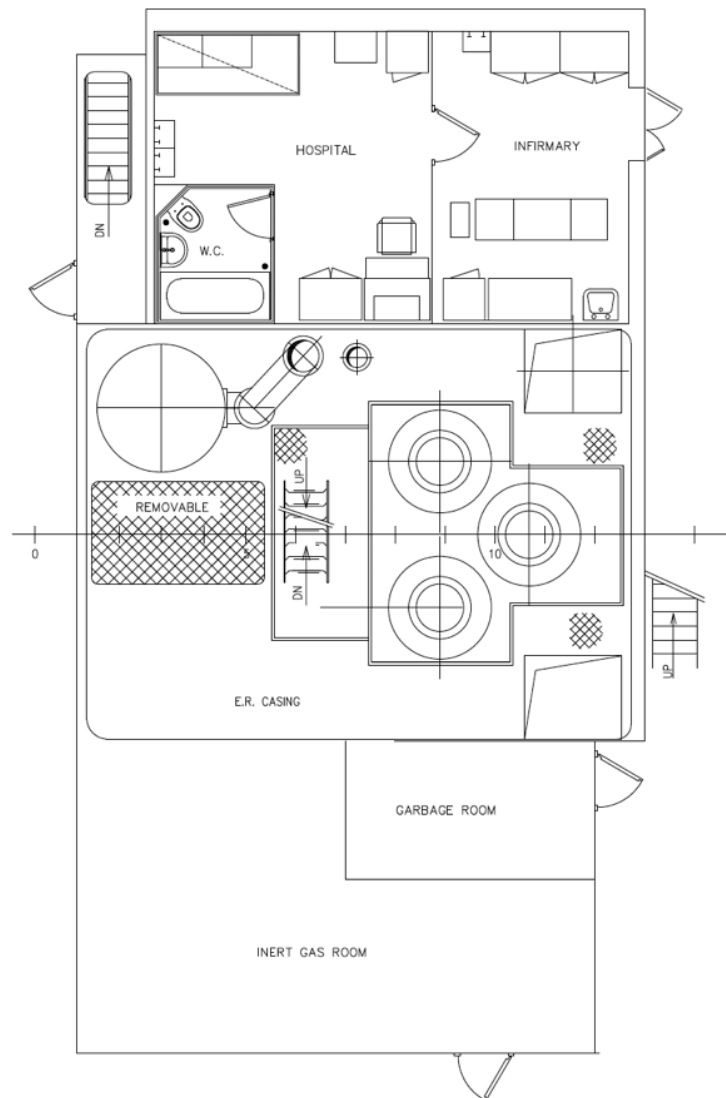


<sup>7</sup> r/h/v = ricambi ora volume

Il POOP DECK a 13.500 è l'ultimo ponte abitato del torrione sovrastruttura, troviamo solo l'Hospital e l'Infirmary, cui va data particolare attenzione visto il contatto con l'ER casing.

Locale	Persone	Luci W/m <sup>2</sup>	Emissioni da app. elettriche kW	Superficie finestre m <sup>2</sup>
Hospital	3	10	0,25	0
Infirmary	3	12	0,35	0

POOP DECK AT 13500 FROM B.L.



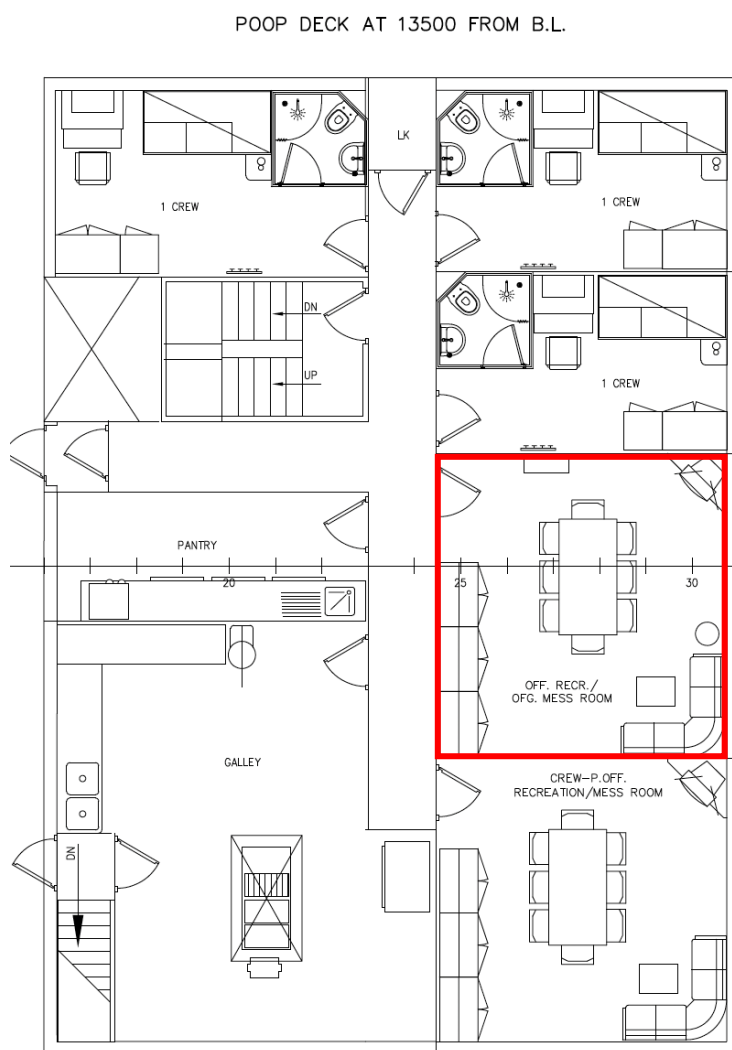


Il POOP DECK a 13.500, è l'ultimo ponte delle sovrastrutture, chiaramente più avanzato rispetto al precedente nella figura nave. Qui oltre alle cabine equipaggio troviamo anche le mense, i locali ricreativi e la cucina. Per il calcolo di questo ponte teniamo in considerazione che il pavimento è posto sopra l'apparato motore (coefficienti di trasmissione nella ISO 7547) e quindi la temperatura da prendere in considerazione ai fini della trasmissione a ponte sarà quella precedentemente espressa.

Locale	Persone	Luci W/m2	Elettrodom. kW	Superficie finestre m <sup>2</sup>
1 crew	1	10		0,5
1 crew	1	10		0,5
1 crew	1	10		0,5
Off. Recreat and mess	12	12	2,00	1
Crew PO recreat and mess	12	12	2,00	1
Galley	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Pantry	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.

Per quanto attiene alla Galley ed alla Pantry la portata di aria condizionata andrà calcolata come segue:

Locale	Portata AC	Portata estrazione	Portata ventilazione	Portata AC indiretta
Galley	10 r/h/v	40 r/h/v	20 r/h/v	10 r/h/v
Pantry	12 r/h/v	12 r/h/v	0 r/h/v	0 r/h/v



### Tipologia del macchinario frigorifero

Il macchinario frigorifero che dovrà essere usato a bordo di questa nave sarà composto da due compressori ad espansione diretta di gas frigorifero ognuno dimensionato al 70% della potenzialità frigorifera totale del sistema.

Il gas verrà condensato mediante acqua di mare alla temperatura di cui sopra.

### Quesiti

- Calcolo termico estivo ed invernale dei locali listati. Sarà necessario determinare quanti kW "freddi" e quanti kW "caldi" saranno erogati dal sistema di condizionamento
- Calcolo della portata aria totale necessaria ad ogni locale (quota di aria esterna e quota di aria circolata come da percentuali note)
- Calcolo della quantità di vapore necessaria (kg/h) per l'umidificazione invernale di ogni locale
- Sapendo che il sistema frigorifero (estate) ha un COP pari a 4,2 determinare l'assorbimento elettrico.

Sulla base delle richieste di cui alle pagine precedenti, sarà necessario preparare una tabella Excel atta al calcolo di cui necessitiamo, che riporti dati, coefficienti e calcoli.