

UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA NAVAL.



**DISTRIBUCIÓN DE ESPACIOS INTERIORES  
Y ACOMODACIONES EN BUQUES MAYORES.**

Tesis para optar al Grado de  
Licenciado en Ciencias de la  
Ingeniería.

PROFESOR PATROCINANTE:

Sr. Richard Luco Salman  
Ingeniero en Construcción Naval  
Doctor Ingeniero Naval.

JUAN CARLOS LEAL AGUILAR

2002

Esta Tesis ha sido sometida para su aprobación a la Comisión de Tesis, como requisito para obtener el grado de Licenciado en Ciencias de la Ingeniería.

La Tesis aprobada, junto con la nota de examen correspondiente, le permite al alumno obtener el título de Ingeniero Naval, mención Construcción Naval.

**EXAMEN DE TITULO:**

Nota de Presentación (Ponderada) (1) : 4,244  
Nota de Examen (Ponderada) (2) : 1,266  
Nota Final de Titulación (1+2) : 5,51

**COMISION EXAMINADORA:**

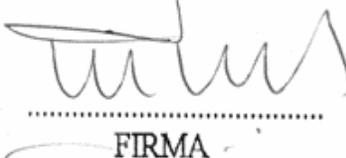
Prof. FREDY RIOS M.  
.....  
DECANO

  
.....  
FIRMA

Prof. RICHARD LUCO S.  
.....  
EXAMINADOR

  
.....  
FIRMA

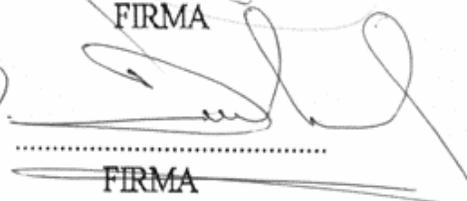
Prof. MARIO LOAIZA O.  
.....  
EXAMINADOR

  
.....  
FIRMA

Prof. NESTOR BARRIENTOS D.  
.....  
EXAMINADOR

  
.....  
FIRMA

Prof. MILTON LEMARIE O.  
.....  
SECRETARIO ACADEMICO

  
.....  
FIRMA

Valdivia, JUNIO 29 DE 2002.  
.....

Nota de Presentación = NC/NA \* 0,6 + Nota de Tesis \* 0,2

Nota Final = Nota de Presentación + Nota Examen \* 0,2

NC = Sumatoria Notas de Curriculum, sin Tesis

NA = Número de asignaturas cursadas y aprobadas, incluida  
Práctica Profesional.

## INDICE.

### RESUMEN

### INTRODUCCIÓN

### CAPITULO I.

<b>DEFINICIONES Y ASPECTOS PRELIMINARES, GENERALIDADES.....</b>	<b>1</b>
1.1 Arreglo General.....	1
1.2 Habitabilidad.....	2
1.3 Ambiente de trabajo y esparcimiento.....	3
1.4 El Problema y su enfoque: factores que inciden en el diseño de las Acomodaciones.....	4
1.4.1 Tipo de barco.....	4
1.4.2 Información requerida.....	4
1.4.3 Ubicación y designación de espacios.....	5
1.4.4 El factor de la cantidad de tripulantes.....	5
1.5 Cambios de los diferentes tipos de acomodaciones con el tiempo.....	6
1.6 Marco regulatorio a nivel nacional.....	7

### CAPITULO II

<b>HABITABILIDAD Y CONFORT HUMANO EN ACOMODACIONES.....</b>	<b>8</b>
2.1 El hombre y los colores.....	8
2.2 Luz natural y artificial.....	10
2.3 Conceptos luminotécnicos.....	13
2.4 Características de la iluminación.....	14
2.5 Nociones sobre clima interior.....	18
2.6 Ruidos y sonidos.....	25
2.7 Normas y recomendaciones sobre niveles de ruido aceptables en buques..	34
2.8 Principales focos de ruido a bordo.....	36
2.9 Medidas para reducir el ruido en los espacios de habitación.....	41
2.10 Vibraciones.....	47

### CAPITULO III

<b>ACOMODACIONES Y HABILITACION PARA TRIPULACIÓN Y PASAJE.....</b>	<b>51</b>
3.1 Relaciones entre espacios y accesos.....	51
3.2 Accesos generales.....	52
3.3 Requerimientos para accesos y seguridad.....	53
3.3.1 Medidas de seguridad contra incendios.....	54
3.3.2 Tipos de divisiones.....	54
3.3.3 Integridad al fuego de los mamparos y cubiertas.....	56

3.3.4 Señales de emergencia indicativas.....	57
3.3.5 Medios de escape.....	59
3.4 Principales vías de tráfico.....	59
3.4.1 Consideraciones de diseño de ciertos elementos de acceso.....	62
3.5 Acomodaciones de pasajeros y tripulación.....	67
3.5.1 Espacios de pasajeros.....	68
3.5.2 Espacios de oficialidad y tripulación.....	79
3.5.3 Cocinas, comedores y espacios de esparcimiento.....	83
<b>CAPITULO IV</b>	
<b>NOCIONES DE ERGONOMIA APLICADA A UN ARREGLO.....</b>	<b>87</b>
4.1 Concepto de ergonomía.....	87
4.2 El concepto de antropometría.....	88
4.3 Fuentes de datos.....	88
4.4 Tipos de datos.....	89
4.5 Percentiles.....	90
4.6 Aplicación de los datos antropométricos.....	92
4.6.1 Adecuación.....	92
4.6.2 Falacia del hombre medio.....	92
4.6.3 Extensión, holgura y adaptabilidad.....	93
4.7 Aplicación de criterios de ergonomía y antropometría en acomodaciones....	95
4.7.1 Diseño de asientos y bancas.....	95
4.7.2 Espacios de estar.....	97
4.7.3 Relaciones con espacios de almacenaje.....	98
4.7.4 Espacios para dormir.....	100
4.7.5 Baños.....	102
4.7.6 Espacios de cocinar.....	105
4.7.7 Espacios de circulación horizontal.....	108
4.7.8 Circulación, pasillos y pasos.....	110
<b>CONCLUSIONES</b>	
<b>ANEXOS</b>	
<b>BIBLIOGRAFÍA.</b>	

## **RESUMEN.**

El presente trabajo de Tesis expone los pasos fundamentales a seguir dentro del proyecto y construcción de los espacios de tripulación y pasajeros tomando en consideración todos los factores de confort y ergonomía que se deben tomar en cuenta a la hora de diseñar un determinado departamento del buque, y lograr, de esta manera un diseño funcional en que no se comprometa la integridad estructural de este; análisis realizado para buques mercantes en general y buques de pasajeros. Se muestra también las principales relaciones de medidas entre personas y espacios principales, considerando las posibles variaciones de medidas que pudieran haber entre estas. En términos generales se concluye que es importante realizar un estudio acabado sobre la distribución de espacios y habitabilidad de un buque a construir, ya que esto puede influir significativamente en el estado de los pasajeros, rendimiento de la tripulación, y por consiguiente en el de un buque.

## **SUMMARY.**

The next work shows the main steps to follow concerning to the construction of passengers and crew spaces taking in consideration the ergonomics and comfort factors that must be kept in mind when a ship space is designed, and that way, to achieve a functional design without to risk the structural integrity; analysis made for general merchant and passenger ships. This work shows too, the main relationships of measures between people and main spaces, taking into account the feasible variations of measures that could be between them. In general terms, it's conclude that is very important to carry out a complete study about crew and passenger's spaces and habitability of any new ship, because this can have an significant influence on the passenger's state, crew's performance, and because of that on the ship's performance and productivity.

## **INTRODUCCIÓN.**

Hoy en día existe una tendencia de los buques, especialmente mercantes, a una estadía más prolongada en el mar, esto debido a las mejoras en los sistemas de manejo de carga que aceleran los procesos de maniobras de estas, y a la propensión de ahorrar dinero al pasar menor tiempo en muelle.

Esto implica que la persona pasará una mayor cantidad de tiempo en el interior de un barco, por lo que será necesario proveerle de las mayores comodidades posibles a través de un buen diseño de los departamentos de este; esto con el objeto de resguardar la salud física y emocional de la persona, y que influirá directamente en el desempeño de esta en las labores que tenga asignadas, al realizar estas labores en condiciones óptimas se puede asegurar que el buque tendrá una buena productividad, sin tener retrasos de ningún tipo a causa de accidentes o contratiempos causados por fatiga o cansancio de la tripulación.

El diseño de las acomodaciones, además de afectar a la futura productividad del barco, puede afectar también los costos de construcción de este, evitando cuellos de botella y posibles errores en la distribución de espacios que signifique un retraso significativo en la construcción de este.

Por esto, este trabajo pretende entregar los lineamientos para realizar un buen proyecto, considerando los factores ambientales y además los factores de espacios y la relación que tienen con las personas y sus dimensiones corporales, con el objetivo de lograr además un buen ambiente de trabajo y esparcimiento para tripulación y pasajeros.

## **CAPITULO I**

### **DEFINICIONES Y ASPECTOS PRELIMINARES, GENERALIDADES.**

Para llegar a un entendimiento claro del concepto de habitabilidad es necesario partir de un concepto más amplio y general como ser el de Arreglo General, dentro del cuál están insertos los conceptos de distribución de espacios para pasaje y tripulación además de la habitabilidad de estos mismos.

#### **1.1 Arreglo General.**

El arreglo general de un barco puede ser definido como la asignación de espacios para todas las funciones requeridas de este y su equipamiento, propiamente coordinado para ubicaciones y accesos.

Cuatro pasos consecutivos caracterizan un arreglo general:

- Ubicación de espacios principales,
- Colocación de los límites de espacios individuales,
- Elección y ubicación de equipos y mobiliario, y
- Proveer accesos interrelacionados.

Estos pasos progresan de una forma que va de lo general a las consideraciones mas detalladas, aunque hay alguna superposición entre estos pasos. Generalmente, los planos de arreglo son preparados para la etapa conceptual, preliminar contrato y planes de trabajo. Los datos para las primeras etapas vienen de la experiencia que se ha ido adquiriendo con el tiempo, y el grado de detalle aumenta a medida que el diseño progresa.

A menudo se dice que en el diseño de un barco es inevitable un compromiso entre varios requerimientos conflictivos, y es de hecho, en la formulación de un adecuado arreglo general en que se presentan estos compromisos. El diseño de una nave requiere una mezcla de diferentes artes y ciencias, y la mayoría de estos ocurre en un arreglo general. El diseñador considera la demanda para todas las funciones y subfunciones de un barco, equilibra los tipos relativos e importancia de las demandas, y trata de llegar a una relación óptima de la asignación de espacios en el interior del casco de la nave.

El arreglo general representa un resumen e integración de información de otras divisiones y especialidades en el diseño de un barco, intentando proveerlas para todas las funciones necesarias de este en una forma más eficiente y económica.

La operación eficiente de un barco depende de un arreglo apropiado para cada espacio separado de este y de una efectiva interrelación entre todos estos espacios. Es muy importante que un arreglo general sea funcional y económicamente desarrollado con respecto a los factores que afectan a los costos de construcción y operación, especialmente las horas-hombre requeridas para operar el barco. Muchas otras divisiones del diseño del barco proveen la retroalimentación para el arreglo general, tales como, estructuras, ingeniería del casco ( escotillas, manejo de carga, etc. ), pesos, estabilidad, líneas, ingeniería de maquinarias y especificaciones.

Los problemas de un arreglo general están asociados con la función específica de cada buque y generalmente difieren de acuerdo al tipo de barco. Los arreglos de todo tipo, sin embargo, tienen ciertas cosas en común. Por ejemplo, los problemas de acomodaciones y arreglos de maquinarias de propulsión, son generalmente similares, si bien los diferentes tipos de buques imponen diferentes limitaciones.

## **1.2 Habitabilidad.**

El término habitabilidad es frecuentemente usado particularmente en conexión con el diseño naval de buques, para referirse a las características colectivas de las acomodaciones de tripulación y pasajeros y los espacios de trabajo las cuales lo hacen habitable y físicamente adecuado para su propósito. La habitabilidad es una medida del adecuamiento del trabajo y las instalaciones para esparcimiento en términos de satisfacer las necesidades personales las cuales son dependientes del ambiente físico.

La habitabilidad puede afectar la salud, motivación y rendimiento de la tripulación, y que a la largo puede afectar la productividad de un barco. El objetivo del diseño de la habitabilidad es proveer condiciones físicas de trabajo e instalaciones de apoyo personal las cuales mejor contribuyen para una efectividad total de la nave para instalaciones de trabajo y ambientes de esparcimiento.

### **1.3 Ambiente de trabajo y esparcimiento .**

Con respecto al ambiente de trabajo la meta es proveer uno que permita al personal desarrollar sus tareas efectivamente asegurando salud y seguridad.. Para esto se requiere de un adecuado control de la temperatura, humedad, iluminación ruidos y vibraciones.

En cuanto a los ambientes de esparcimiento de la tripulación el objetivo es satisfacer las necesidades de distracción de esta ( ej. Dormir, comer, higiene personal y recreación), para permitir al personal poder retomar sus obligaciones física y mentalmente preparados.

Todo esto requiere además un adecuado control ambiental además de instalaciones adecuadas en términos de mobiliario, equipamiento, materiales y arreglos internos.

Para los buques comerciales, una tendencia reciente ha sido el incremento de las características de habitabilidad para barcos que pasan un tiempo relativamente corto en puerto debido a las mejoras en las técnicas de manejo de carga asociado con la carga y descarga en altamar para buques de alto calado , como por ejemplo, barcos como los mineraleros, grandes buques pesqueros, factoría y grandes petroleros, en los cuales el personal pasa un tiempo mas largo en la mar que antes. Como directo resultado de esto, se han hecho esfuerzos por las partes involucradas para hacer la vida a bordo lo más atractiva posible. El aburrimiento y la depresión han sido en el pasado las enfermedades ocupacionales más características de los tripulantes de los grandes buques mercantes; pero ahora provistos con aire acondicionado, pequeños cines, habitaciones simples, para cada tripulante, en incluso piscinas para el personal y las mas variadas instalaciones para el entretenimiento y el descanso contribuyen a hacer la vida a bordo más llevadera.. El barco es una casa para el marinero por grandes períodos de tiempo, y el buque moderno debe proveer confort, privacidad y vida en comunidad para el personal de alta mar.

## **1.4 El Problema y su enfoque: Factores que inciden en el diseño de las acomodaciones.**

### **1.4.1 Tipo de barco.**

Al tomar en cuenta las consideraciones necesarias para proveer un buen arreglo de acomodaciones y habitabilidad de un barco es necesario hacer una diferencia entre los buques de carga ( los cuales pueden llevar hasta 12 pasajeros) y los barcos de pasajeros propiamente tales. Un barco de pasaje debe llevar una mayor tripulación de camareros, o personas a cargo de la atención de los pasajeros y hay un menor énfasis en las tripulaciones mínimas de otros departamentos del buque, ya que los altos estándares de servicios de pasajeros dependen de la gente que suministra este servicio. Como consecuencia del mayor número de tripulantes y el espacio limitado en un barco de pasaje, las comodidades de los espacios de habitabilidad de la tripulación son por este motivo menores que en los buques de carga, particularmente en el departamento de camareros.

### **1.4.2 Información Requerida.**

Un arreglo general está envuelto en un proceso gradual de prueba, chequeos y mejoras. Así para cualquier problema que se pudiere presentar, la solución de una primera aproximación de un arreglo debe estar basada en una mínima cantidad de información que incluya al menos:

- Volumen requerido para los espacios de carga, basado en el tipo y la cantidad de carga.
- Método de estiba y sistema de manejo de carga.
- Volumen requerido para los espacios de maquinarias, basado en el tipo de maquinaria y HP.
- Volumen requerido para los espacios de acomodaciones, basado en la cantidad de tripulantes y pasajeros y normas de acomodaciones.
- Volumen requerido para estanques, principalmente combustible y lastre, basado en el tipo de máquina, de combustible y autonomía.
- Normas requeridas de subdivisión.
- Dimensiones principales aproximadas ( Eslora, Manga, Puntal y calado).
- Plano de líneas preliminar.

### **1.4.3 Ubicación y designación de espacios.**

Otro problema o paso en resolver en un arreglo general de cualquier barco es la ubicación de los espacios principales y los límites de estos dentro de la estructura del casco y superestructura, y que tienen directa incidencia sobre el espacio asignado a las acomodaciones. Estos espacios son:

- Espacios de carga
- Espacios de maquinaria
- Tripulación, pasajeros y espacios asociados
- Tanques
- Espacios misceláneos

Al mismo tiempo ciertos requerimientos deben ser cumplidos, los cuales son principalmente:

- Integridad y subdivisión estanca
- Adecuada estabilidad
- Integridad estructural
- Previsión adecuada para los accesos.

### **1.4.4 El factor de la cantidad de tripulantes.**

Un punto de interés es el del número de tripulantes que llevará el buque, por esto, es un de los ítemes de importancia en el diseño de las acomodaciones, y el número de personas debe ser decidido. La dotación del buque se divide nominalmente en tres departamento, los cuales son: Cubierta, Sala de Máquinas y Abastecimiento.

- El Departamento de Cubierta, bajo el mando de un Oficial en Jefe, compromete a los oficiales de navegación, aprendices, contramaestres, carpinteros y marineros. Los deberes involucrados para este departamento incluyen la navegación del buque, el mantenimiento del casco y el equipamiento, el transporte seguro de cargas y la carga y descarga entre otras.
- El Departamento de la Sala de Máquinas, bajo las ordenes del Ingeniero en Jefe, consiste de oficiales ingenieros, eléctricos, oficiales menores y mecánicos. Ellos son responsables de mantener funcionando la maquinaria principal y auxiliar y de su mantenimiento en período de revisiones.

- El Departamento de Abastecimiento, es responsable de las necesidades humanas y de comida, de limpieza de las acomodaciones del personal; están bajo la supervisión de un camarero en jefe que está a cargo de asistentes, cocineros, mayordomos y encargados del servicio de comidas.

La administración completa de todos estos departamentos se encuentra a cargo del Capitán, quien está al mando del buque y de su tripulación.

El número de tripulantes en el servicio de cubierta depende principalmente del tamaño del buque, el de sala de máquinas de la potencia del motor y del tipo de propulsor, y el de abastecimiento está basado en el número de tripulantes y en la presencia de pasajeros.

Es de importancia considerar que en los últimos años, el número de tripulantes a bordo de un buque ha disminuido, y el espacio interior por persona se ha incrementado en gran parte de los buques. La tendencia a tripulaciones pequeñas puede ser debido, en parte, a la gran automatización que han sufrido los diferentes sistemas del barco.

### **1.5 Cambios de los diferentes tipos de Acomodaciones con el tiempo.**

En los buques mercantes modernos el arreglo, en especial, el correspondientes a los espacios de las acomodaciones de la tripulación es un factor importante en el diseño general de una nave.

En los días de los barcos propulsados por la fuerza eólica los oficiales eran acomodados hacia popa, y las acomodaciones de la tripulación eran ubicadas en el castillo de proa. Con la aparición de los buques a vapor la tendencia general fue tener un bloque de acomodaciones adyacente a los espacios de la maquinaria, y estos llegaron a ser los alojamientos de los oficiales y con la tripulación ocupando la popa así como también el castillo de proa..

Aproximadamente en 1930 el uso del castillo de proa para las acomodaciones fue discontinuado, y alrededor de 1950 el uso de la popa para el mismo propósito llegó a ser también discontinuado. La tendencia fue, entonces, ubicar a la dotación completa en un solo bloque de acomodaciones. También fue que a mediados de la década del 50 que los buques tanque introdujeron la ubicación de todas las acomodaciones hacia popa.. En los buques graneleros, con el espacio de maquinaria desplazado hacia la mitad de la eslora y, por esto, más alejado de la popa, para mejorar el espacio y el manejo de la carga, las acomodaciones fueron ubicadas hacia popa. En algunos buques de alta potencia, el bloque de acomodaciones ha sido movido lejos del sector de popa debido a los problemas de vibración locales.

## 1.6 Marco regulatorio a nivel nacional.

A nivel nacional no existe una normativa vigente que regule la implementación, los volúmenes y áreas, y las condiciones de habitabilidad en buques mercantes. Generalmente los astilleros nacionales que construyen buques que tienen como destino otros países se guían por las normas y regulaciones que se encuentran vigentes en ese país,

La OIT (Organización Internacional del trabajo) a emitido dos convenios aplicables buques mercantes y de pasajeros mayores de 500 toneladas, pero estos convenios no han sido ratificados por el Gobierno de Chile ni han sido incorporados por adhesión a la normativa interna de la Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante (DGTM). (fuente, Capitán de Fragata José A. Benoit Kraleman, Anexo I, Ministerio del Trabajo, Anexo II). Estos convenios corresponden al “Convenio sobre el alojamiento de la tripulación” de 1949 (Convenio 92), y a las disposiciones complementarias del convenio 92, emitido en 1970 (Convenio 133).

Estos convenios tratan sobre las condiciones de habitabilidad que debe poseer un buque para su tripulación y pasajeros, asignación de espacios, condiciones de calefacción, iluminación, ventilación, mobiliario, etc., y para lo cuál establece un control constante de parte de la autoridad respectiva del país que halla ratificado estos convenios. Cabe mencionar, que los convenios mencionados anteriormente, no se aplican, específicamente, a barcos de pesca, para los cuáles existen otros convenios de la OIT, como ser el Convenio 12, que si está ratificado en Chile, y se fiscaliza su cumplimiento por parte del Ministerio del Trabajo y la DGTM.

Lo que sí está normado como principios fundamentales en el Convenio Internacional de Seguridad de la Vida Humana en el Mar, SOLAS 1974, es como deben estar formadas las divisiones de los buques, ya sea por mamparos, cubiertas, cielos rasos y forros interiores, escaleras y pasillos, bajo la perspectiva de estabilidad y estanqueidad que deben reunir espacios tales como bodegas de carga, de máquinas y sentinas (Capítulo II-I del SOLAS), etc. como del material que deben estar contruidos como resistencia al fuego para prevención de incendios (capítulo II-II del SOLAS).

## **CAPITULO II**

### **HABITABILIDAD Y CONFORT HUMANO EN ACOMODACIONES**

Como se mencionó anteriormente en el capítulo I, es de suma importancia proveer un ambiente de trabajo y esparcimiento confortable para tripulación y pasajeros. Esto se debe tomar en consideración desde el inicio de un proyecto, como es el caso de prevenir ruidos o vibraciones molestas, hasta la etapa final la construcción de un buque como lo es el pintar de colores adecuados los interiores y exteriores de este.

#### **2.1 El hombre y los colores.**

Los colores son fuerzas que actúan en el hombre provocando sensaciones de bienestar o malestar, de actividad o pasividad. La aplicación de determinados colores en oficinas, cuartos, fábricas o lugares de trabajo en general, puede contribuir a mejorar considerablemente el rendimiento y estado de ánimo de una persona; es más, en las clínicas puede contribuir a que los pacientes recuperen antes la salud en algunos casos. La influencia del color en los hombres tiene lugar indirectamente, a través de su propio efecto fisiológico, para ampliar o reducir un espacio y así, a través del efecto especial, oprimir o liberar y directamente, a través de fuerzas (impulsos) que emanan de cada uno de los colores como muestra la figura 1.

El impulso de mayor fuerza lo posee el color naranja; le siguen el amarillo, el rojo, el verde y el púrpura. En cambio, los que poseen menor fuerza son el azul, el verde azulado y el violeta (colores fríos y pasivos). Los colores de mayor fuerza sólo deberán aplicarse en superficies pequeñas, mientras que para las grandes superficies los más débiles son los más apropiados.

Los colores cálidos son activos, excitantes y excepcionalmente irritantes. Los colores fríos son pasivos, tranquilizadores o íntimos. El verde serena los nervios. El efecto que producen los colores depende además de la iluminación existente y de la situación.

En un buque, es importante la decisión que se tomará con respecto a que color o colores se pintará este; hay que tomar ciertas consideraciones, dentro de las cuales se encuentra la de la ruta por la que navegará el barco, por ejemplo, si navega en zonas cálidas es importante elegir colores claros y alegres; si navega en zonas de climas fríos, como en los canales del sur de Chile, es importante elegir colores más oscuros y cálidos, que no produzcan una sensación de frío; para este caso si no se

quieren elegir colores de este tipo, se pueden utilizar planchas o aplicaciones de madera que producen una sensación de acogedora y de calidez en la persona.

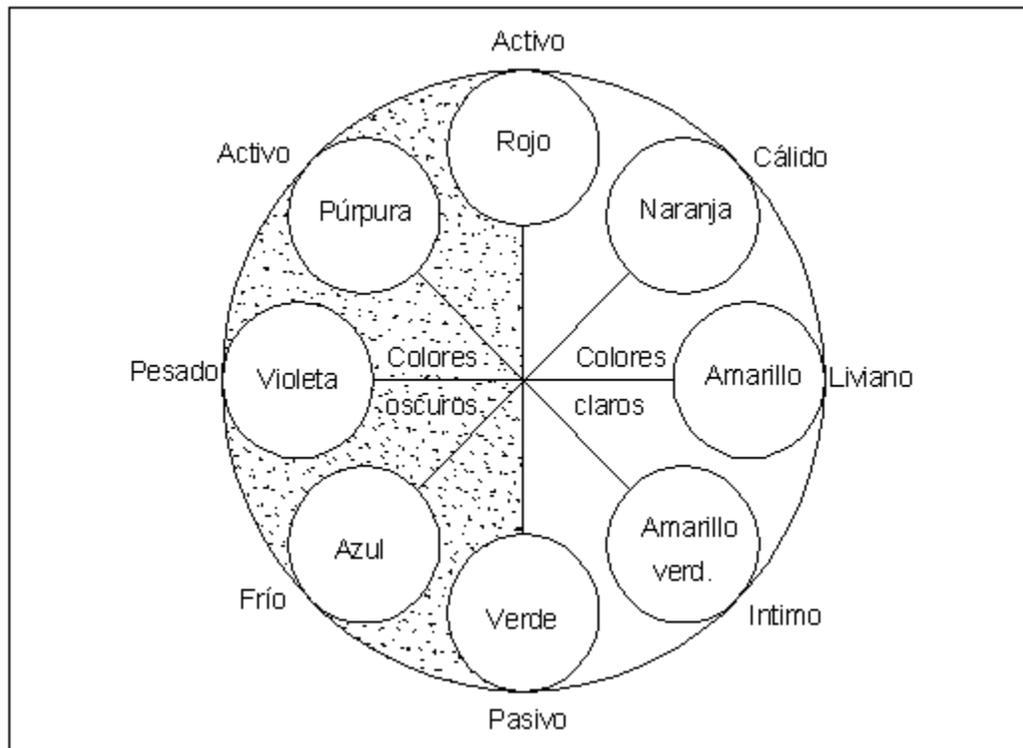


Figura 1. Los colores y su influencia en el hombre.

A continuación se explican las diferentes reacciones que pueden generar los distintos tonos de colores en la persona:

### 2.1.1 Colores cálidos y claros.

Producen una sensación de excitación contemplados desde arriba; de recogimiento vistos desde los lados, y de liviandad mirado desde los lados.

### 2.1.2 Colores cálidos y oscuros.

Dan una sensación de dignidad mirados desde arriba; de cerramiento desde los lados, y de seguridad desde abajo.

### 2.1.3 Colores fríos y claros.

Producen una sensación de luminosidad desde arriba; de alejamiento desde los lados, y de dinamismo desde abajo.

### 2.1.4 Colores fríos y oscuros.

Producen una sensación amenazadora desde arriba; de tristeza desde los lados, y de pesadez desde abajo.

El blanco es el color de la absoluta pureza, limpieza y orden. En la composición cromática de un espacio, el color blanco desempeña un papel fundamental, tanto para asegurar y neutralizar otros grupos de colores como para animar y organizar un espacio. El blanco como color ordenador se emplea para delimitar superficies de almacenamiento y aparcamiento y también para señalizaciones en calzadas.

A continuación se muestra en el cuadro 1 la claridad relativa de las superficies, respecto del blanco puro y al negro absoluto.

Cuadro 1. Claridad relativa de las superficies respecto al blanco puro y negro absoluto.

Valores respecto al blanco teórico (100 %) y al negro absoluto (0 %)			
Papel Blanco	84	Marrón claro	aprox. 25
Blanco de cal	80	Beige puro	aprox. 25
Amarillo limón	70	Marrón medio	aprox. 15
Tono marfil	aprox. 70	Rosa salmón	aprox. 40
Tono crema	aprox. 70	Rojo escarlata	16,00
Amarillo oro puro	60	Rojo cinabrio	20,00
Amarillo paja	60	Rojo carmín	10
Ocre claro	aprox. 60	Violeta puro	aprox. 5
Amarillo cromo puro	50	Azul claro	40-50
Naranja puro	25-30	Azul celeste	30
Azul turquesa puro	15	Baldosa blanca	aprox. 50
Verde hierba	aprox. 20	Piedra de color medio	35
Verde tilo, pastel	aprox. 50	Asfalto seco	aprox. 20
Gris plata	aprox. 35	Asfalto mojado	aprox. 5
Gris revoco de cal	aprox. 42	Roble oscuro	aprox. 18
Gris hormigón seco	aprox. 32	Roble claro	aprox.33
Mad. Contrachapada	aprox. 32	Nogal	aprox. 18
Ladrillo amarillo	aprox. 38	Mad. de abeto claro	aprox. 50
Ladrillo rojo	aprox. 18	Lámina aluminio	aprox. 83
Ladrillo refractario	aprox. 10	Chapa de acero galv.	aprox. 16

## 2.2 Luz natural y artificial.

### 2.2.1 Concepto de Luz.

La luz es una radiación electromagnética que forma lo que se llama el espectro. El ojo humano está capacitado para captar radiaciones situadas dentro de este espectro entre los 7600 y 3800 angstrom, siendo el angstrom el equivalente a una longitud de onda de  $10^{-10}$  metros.

### **2.2.2 Definición de Luminosidad.**

Se entiende por luminosidad a la cantidad de luz que debe poseer cualquier objeto o compartimiento para lograr en la mejor forma la percepción visual de este.

El fenómeno de la luminosidad es otro de los factores ambientales que siempre se deben tener en cuenta cuando se trata de proyectar cualquier compartimiento o equipo del buque. Esto se logra dotando al buque de los medios adecuados que permitan que este reciba dentro de lo posible suficiente iluminación natural y una adecuada iluminación artificial

La luz natural es el mejor tipo de luz de que se pudiera disponer en el interior de un buque, esta es llevada al interior mediante escotillas, claraboyas y ojos de buey y ventanas en general, lo que determina cuanta entra y en que ángulo. La luz artificial es generada por el diseñador para iluminación general, atmosférica y de tarea. La combinación adecuada de el tipo e intensidad de luz con colores interiores adecuados puede generar un ambiente de trabajo y esparcimiento, según sea el caso, agradable y placentero. Generalmente los aparatos de medición de luminosidad consisten en sensores láser que mediante dispositivos electrónico transforman las señales en unidades de medidas de luz.

### **2.2.3 Luz natural.**

La luz del sol es la fuente de la vida, pero a su vez los rayos ultra violeta son dañinos, es por esto, que se debe controlar su ingreso para cuidar la salud de las personas a bordo.

Ventanas, ojos de buey, traga luces, escotillas y puertas son las principales vías de entrada de luz solar. Su número y configuración, dependerán del tipo de buque que se desee proyectar, y por lo tanto un punto importante a considerar por el diseñador. Como siempre se debe mantener el buen gusto, pero el factor seguridad no debe ser olvidado, los marcos deben ser fuertes y los vidrios o materiales sustitutos de estos, deben resistir el golpe de las olas o producto de maniobras en cubierta. De ahí, que mientras más cerca del agua se ubiquen, estas deberán ser más pequeñas, resistentes y estancas. Marcos de aluminio extruído, son baratos pero no muy fuertes, mejor opción son el aluminio soldado o fundido, acero inoxidable soldado o forjado y bronce fundido, incluso pueden cromarse para que se vean mejor y facilitar su mantención.

#### 2.2.4 Luz artificial.

Como es de suponerse, la luz natural es de poca ayuda en la noche o incluso de día puede ser escasa para desarrollar tareas como la lectura y la navegación.

Un buen plan de iluminación debe considerar luz general, atmosférica y tarea. Estas pueden ser superiores, inferiores, puntuales, de mesa, piso, coloreadas y de relieve.

Los principales factores a considerar a la hora de diseñar la iluminación de un barco, tanto interior como exterior son los siguientes :

- Proyección que tendrá el haz de luz dependiendo de la ubicación y el tipo de fuente.
- Aseguramiento de que esta cubrirá las zonas que se desee iluminar.
- Procurar un equilibrio entre las luces escogidas y los colores con que se pintarán los interiores o exteriores.

Dependiendo del propósito que cumplirá la iluminación en un barco, esta se puede subdividir en tres grupos principales, los cuales son:

**2.2.4.1 Luz general** Utilizada para iluminación nocturna, o en ocasiones en que el barco se encuentre navegando con días oscuros, y además en zonas donde no se pueda proveer una luz natural; esto se logrará mediante el uso de ampolletas comunes de 12 voltios o tubos fluorescentes estratégicamente montados para lograr la máxima luminosidad. Como en casa, algunas deben colocarse en el techo y otras mas bajas para lograr un efecto de suavidad en el ambiente.

**2.2.4.2 Luz atmosférica.** No se le dará importancia, ya que esta tiene como única función la de decorar y en realidad su disposición forma y color están dadas por la moda. Este tipo de luz es usado principalmente en buques de pasaje.

**2.2.4.3 Luz de tarea.** Estas generalmente utilizan iluminación puntual para el desarrollo de actividades específicas como por ejemplo las luces rojas que permiten un trabajo navegación sin encandilarse, luces de maniobra que permiten desarrollar tareas en cubierta y por supuesto las luces de navegación exigidas según reglas internacionales.

## 2.3 Conceptos Luminotécnicos.

Existen diferentes unidades para medir la intensidad de la luz, siendo los más comunes las siguientes:

### 2.3.1 Flujo luminoso (f).

O Lumen (Lm) es la cantidad total de energía luminosa que sale por unidad de área y por segundo de una esfera de radio unitario desde un punto originado por una potencia luminosa situada en el centro de la esfera.

### 2.3.2 Intensidad de iluminación (E).

Es el flujo luminoso en un determinado ángulo y según una dirección específica. La intensidad luminosa de una luminaria en todas las direcciones de radiación, proporciona la distribución de intensidad luminosa; generalmente se expresa en Lux, en donde:

$$1 \text{ Lux} = 1 \text{ Lm/m}^2 = 1 \text{ metro-bujía} \quad (2.1)$$

### 2.3.3 Densidad de iluminación (D).

Es una medida para determinar la claridad percibida; en las luminarias esta densidad es relativamente alta y puede deslumbrar. De ello resulta la exigencia de colocar pantallas en las luminarias colocadas en espacios interiores. La densidad de iluminación de una superficie se calcula a partir del flujo luminoso E y del grado de reflexión  $\rho$ , esto es :

$$D = \frac{Er}{\rho} \quad (2.2)$$

En la siguiente tabla se muestran algunos valores típicos de intensidad de iluminación:

Cuadro 2. Valores de intensidad lumínica

Item	Valor típico (Lux)
Radiación global (cielo despejado)	máx. 100,000
Radiación global (cielo cubierto)	máx. 20,000
Visibilidad óptima	2000
Mínima visibilidad en el puesto de trabajo	200
Iluminación mínima para orientarse	20
Iluminación de las vías públicas	10
Iluminación de la luna	0,2

Existen deferentes reglas que nos dan pautas para poder elegir las mejores formas de luminosidad según sean los requerimientos y casos, esto nos lleva a elegir entre dos tipos de luminarias:

- **Lámparas de incandescencia:** proporcionan una luz de color blanco cálido, excelente reproducción de los colores, lo que conlleva a obtener la mejor discriminación visual de los objetos; además estas funcionan sin centelleos. Tienen un elevado rendimiento (Lm/W) y una vida media entre 1000 y 3000 horas.
- **Lámparas de descarga:** funciona con reactancia y cebador, tienen un elevado rendimiento y una vida media considerablemente alta de entre 5000 y 15000 horas; dan un color de luz según el tipo de lámpara los cuales pueden ser blanco-cálido, blanco-neutro o blanco-luz diurna, producen una reproducción de colores desde regular a muy buena. El centelleo sólo se evita si se instala un aparato electrónico de encendido.

#### 2.4 Características de la iluminación.

Una buena solución luminotécnica ha de satisfacer requisitos funcionales y ergonómicos, y tener en cuenta la rentabilidad económica. Además de este criterio general, también se han de considerar aspectos cualitativos.

### 2.4.1 Iluminación directa y simétrica.

Este tipo de iluminación es preferible para la iluminación general de salas de trabajo, salas de conferencias y zonas de circulación. Para alcanzar un determinado nivel de iluminación se necesita un rendimiento eléctrico relativamente bajo. El ángulo de apantallamiento de las luminarias en las salas de trabajo es aproximadamente  $30^\circ$ ; en casos con un confort visual muy elevado puede llegar hasta los  $40^\circ$ . Al diseñar una iluminación se ha de partir de un ángulo de irradiación entre  $70^\circ$  y  $90^\circ$ , como se muestra en la figura 2.

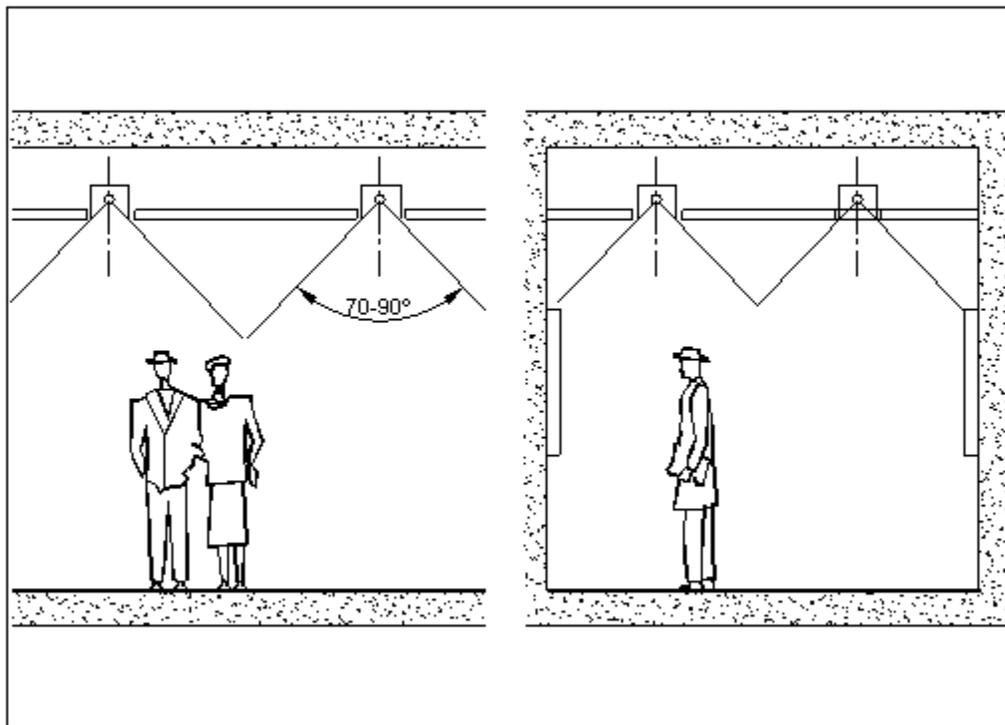


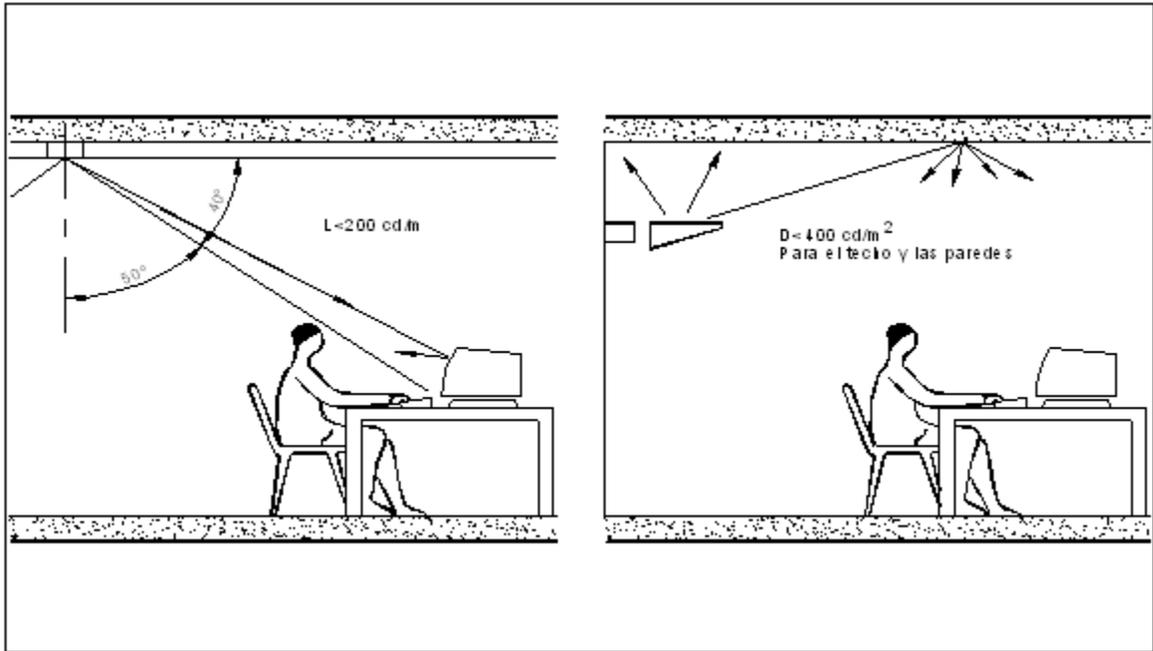
Figura 2. Ejemplificación de iluminación directa y simétrica.

### 2.4.2 Nivel de iluminación.

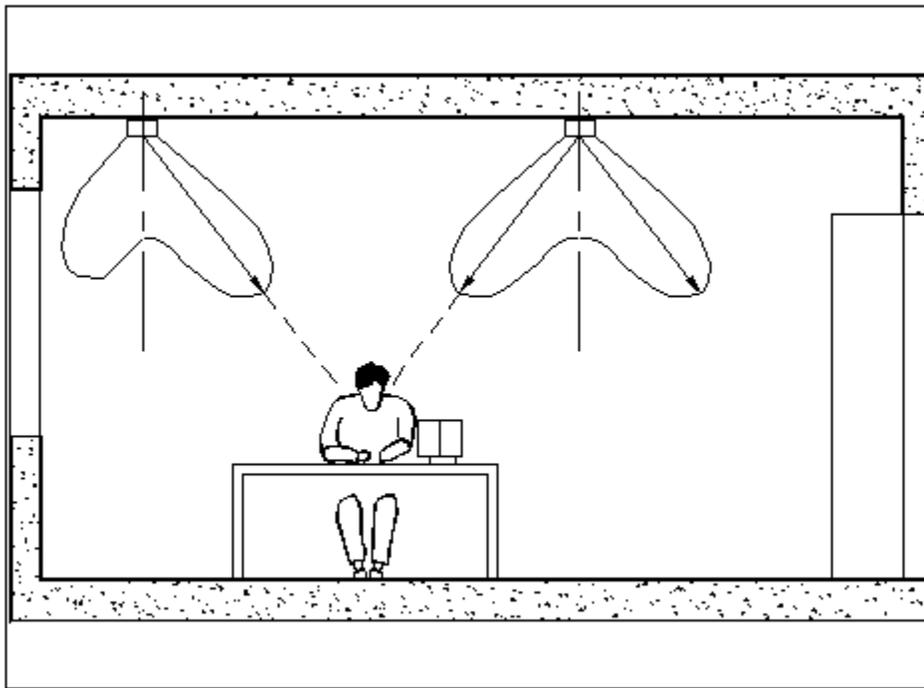
Como valor medio en las zonas de trabajo se necesitan entre 300 y 750 Lux. Mediante una iluminación complementaria de los puestos de trabajo, se pueden conseguir niveles superiores de iluminación. En Anexo IV se muestra una tabla con niveles óptimos de iluminación para los diferentes compartimentos de un buque.

### 2.4.3 Dirección de la luz.

Como se muestra en la figura 3a y figura 3b es preferible que la iluminación de los puestos de trabajo sea lateral; para lograrlo es necesario que la distribución de la luz tenga forma de ala.



a)



b)

Figura 3. Iluminación en los puestos de trabajo.

#### 2.4.4 Área de deslumbramiento.

El área de deslumbramiento abarca el directo, el que se produce por reflexión y los reflejos especulares en pantallas de monitores. El deslumbramiento directo se delimita colocando luminarias con el ángulo de apantallamiento  $\geq 30^\circ$ . El deslumbramiento producido por reflexión se puede prevenir con una iluminación en el puesto de trabajo y dando un tratamiento mate a las superficies circundantes.

### 2.4.5 Distribución de la densidad lumínica.

La distribución de la densidad lumínica es el resultado de una cuidadosa sintonía de todas las reflexiones en el espacio. El cuadro 3, muestra el grado de reflexión de algunos materiales.

Cuadro 3. Grado de reflexión de algunos materiales.

Grado de reflexión %		Grado de reflexión %		Grado de reflexión %	
Materiales de Luminarias		Materiales de construcción		Colores	
Aluminio Brillante	80 a 87	Roble albar pulido	25 a 35	Blanco	75 a 85
Aluminio Extrusionado, mate	80 a 85	Roble oscuro, pulido	10 a 15	Gris claro	40 a 60
Aluminio Pulido	65 a 75	Granito	20 a 25	Gris medio	25 a 35
Aluminio mate	55 a 76	Piedra calcárea	35 a 55	Gris oscuro	10 a 15
Pintura de aluminio, mate	55 a 65	Mármol pulido	30 a 70	Azul claro	40 a 50
Cromo pulido	60 a 70	Mortero claro, de cal	40 a 45	Azul oscuro	15 a 20
Esmalte blanco	65 a 75	Mortero oscuro	15 a 25	Verde claro	45 a 55
Laca blanca	80 a 85	Piedra arenisca	20 a 40	Verde oscuro	15 a 20
Cobre pulido	60 a 70	Madera contrachapada	25 a 40	Amarillo claro	60 a 70
Latón pulido	70 a 75	Cemento, hormigón	20 a 30	Marrón	20 a 30
Níquel	50 a 60	Ladrillo cerámico	10 a 15	Rojo claro	45 a 55
Papel blanco	70 a 80			Rojo oscuro	15 a 20
Vidrio plateado reflectante	80 a 88				
Plata pulida	90 a 92				

### 2.4.6 Reproducción de colores:

El color de la luz queda fijado por la elección de la luminaria. Hay tres grupos: luz blanca cálida, luz blanca neutra y luz blanca diurna. En las oficinas y lugares de trabajo se suelen elegir luminarias de luz blanca cálida o neutra. En cuanto a la reproducción del color, que depende del espectro de irradiación, deben emplearse, en general, luminarias de grado 1, que corresponden a luminarias de muy buena reproducción del color.

Refiriéndonos básicamente al problema de la luminosidad de los compartimentos del buque, diferentes instituciones especializadas en la materia han realizado acabados estudios en cuanto a niveles óptimos de luz que estos deben poseer para lograr con esto, los niveles apropiados de luz que permitan a los operarios realizar sus funciones en la forma más eficiente y con el mínimo esfuerzo posible.

El cuadro 4, resume las experiencias realizadas por el Reino Unido, entregándose los niveles de iluminación óptimos para los diferente compartimentos de buques mercantes.

Cuadro 4. Niveles de iluminación óptimos para buques.

<b>Espacio</b>	<b>Intensidad (Lm/ft<sup>2</sup>)</b>	
Cabina de pasajeros	7	(75)
Comedores	10-15	(108-161)
Salas de descanso	7-10	(75-108)
Corredores y pasillos	2-5	(22-54)
Baños	7	(75)
Talleres de trabajo	20	(215)
Guarderías	10	(108)
Sala de máquinas	15-20	(161-215)
Sala de calderas	10	(108)
Cocina	15	(161)
Lavandería	15	(161)
Pañoles	7	(75)

\*Los números entre paréntesis representan el equivalente aproximado de intensidad en Lux

## **2.5 Nociones sobre el clima interior.**

Así como existen unas determinadas condiciones climáticas al aire libre, en los espacios interiores también existe un clima con parámetros cuantificables como lo son la presión, temperatura y horas de asoleo. La relación óptima entre estos factores crea unas condiciones ambientales de confort en el interior y favorece la salud y la capacidad de trabajo de las personas.

A continuación se hará un análisis de los diferentes factores que pueden ser determinantes para alcanzar condiciones ambientales de confort agradables.

### **2.5.1 Temperatura.**

La temperatura se define como una medida de la intensidad de calor que contiene el aire o cualquier elemento en un momento dado, y esta recibe diferentes denominaciones de dependiendo de la forma o instrumento con que es medida, siendo las principales:

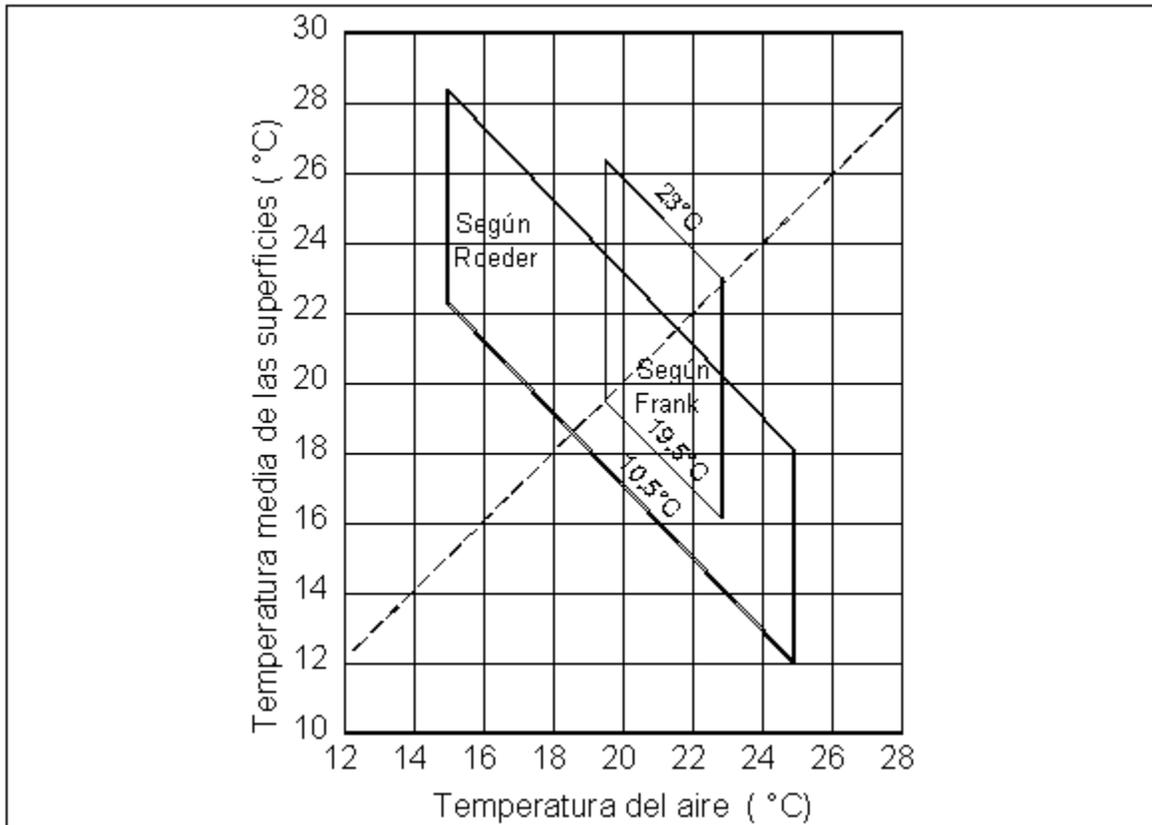
**2.5.1.1 Temperatura de bulbo seco.** Es la temperatura del aire tomada con un termómetro corriente.

**2.5.1.2 Temperatura de bulbo húmedo.** Es la temperatura indicada termómetro cuyo bulbo está cubierto con una gasa húmeda con agua destilada y sobre el que el aire del recinto circula rápidamente. (mínimo  $30 \frac{m}{min}$ ).

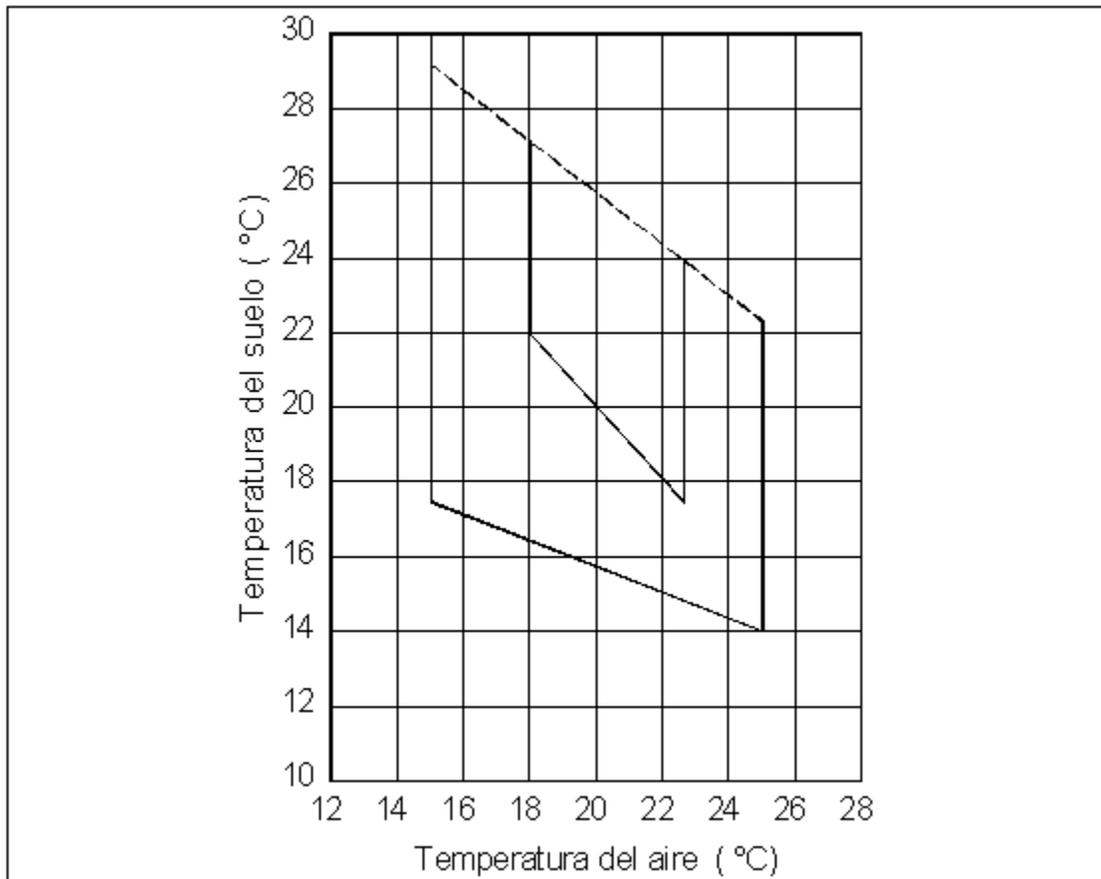
Desde el punto de vista del componente hombre, la temperatura es determinante, ya que la sensación de confort climático que este pueda tener en el lugar de trabajo, es una de las necesidades fisiológicas más importantes que deben ser consideradas para mantener intacta su capacidad de trabajo. Si nos encontramos con un ambiente con una temperatura inadecuada, esta provoca serios trastornos psíquicos y fisiológicos a los tripulantes de una embarcación, siendo estas alteraciones las siguientes:

- Una temperatura demasiado elevada comunica al cuerpo humano más calor que el que puede eliminar. Esto trae como consecuencia diferentes cambios en la conducta de los tripulantes, siendo los más comunes las sensaciones de desacomodo, irritabilidad, errores de atención y una baja del rendimiento intelectual. Temperaturas aún más elevadas traen como consecuencia una baja en la habilidad manual, propensión a los accidentes y un rendimiento menor en los trabajos pesados, siendo también las causantes de sobrecargas en el sistema circulatorio y del corazón, lo que trae consigo sensaciones de fatiga y agotamiento. Esto es a temperaturas superiores a los 35°C.
- Las temperaturas demasiado bajas provocan una pérdida excesiva de calor corporal, lo cuál se traduce en una agitación corporal, disminución en la sensibilidad táctil y habilidad manual, así como también una baja en la capacidad de atención y retardo en las reacciones de la tripulación.

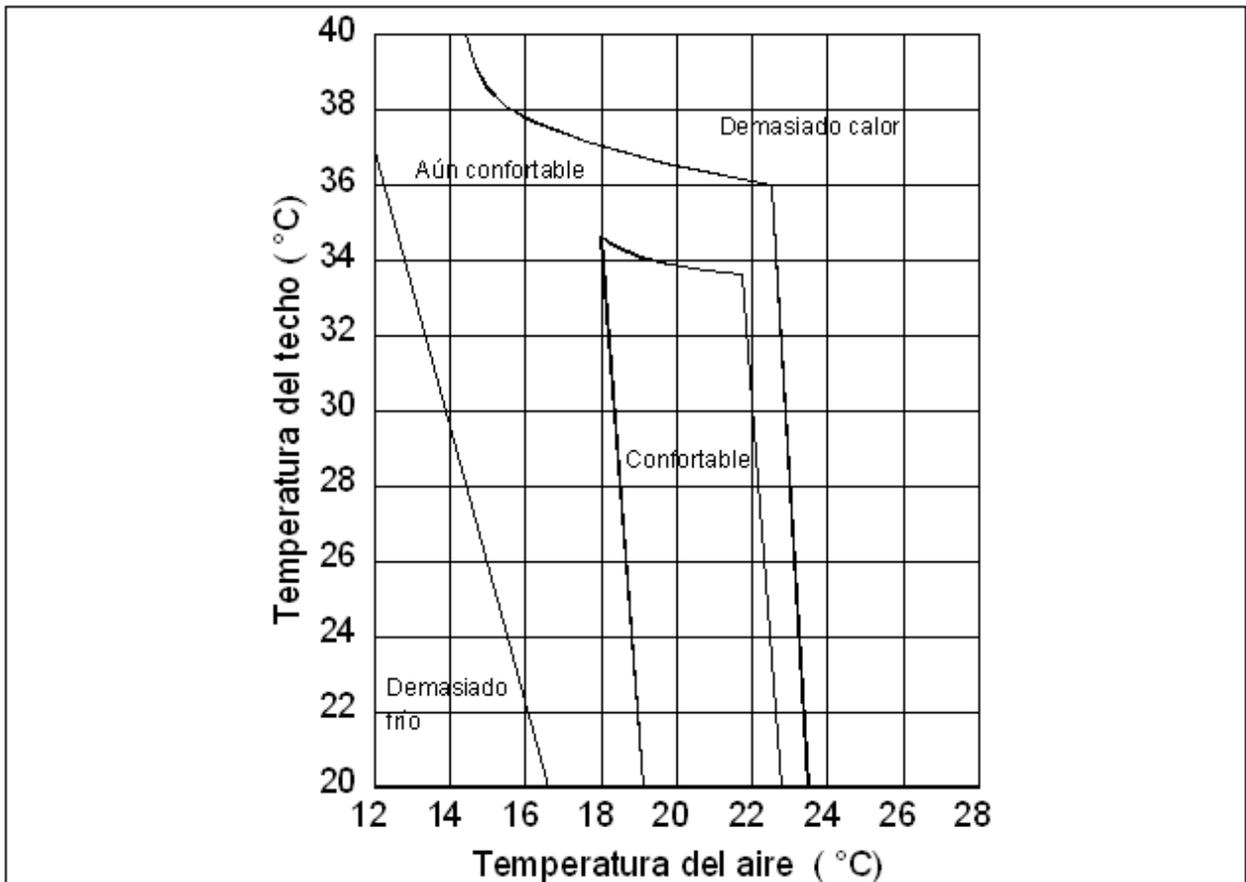
Las figura 4a , 4b y 4c, muestra unos gráficos en que se muestran las zonas de confort de temperaturas para las diferentes partes de un cuarto.



a)



b)



c)

Figura 4. Zonas de confort de temperatura en diferentes partes de un cuarto.

### 2.5.2 Recomendaciones para el diseño del clima interior.

En verano es confortable una temperatura entre los 20° y 24°C; en invierno de unos 21°C ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ). La temperatura de las superficies no debería desviarse más de 2° a 3°C de la temperatura del aire. Los cambios en la temperatura del aire puede igualarse hasta cierto punto, variando la de las superficies (descenso de la temperatura del aire-aumento de las superficies). Si la diferencia es demasiado elevada, el aire interior se mueve a una velocidad excesiva.

Las superficies críticas son sobre todo las ventanas; se ha de evitar un intercambio excesivo de calor entre el suelo y los pies. El calor o frío en los pies es una percepción del hombre y no una propiedad del suelo, el pie descalzo percibe el calor/frío a través del revestimiento del suelo. La temperatura de la superficie del techo depende de la altura del espacio; la temperatura percibida por el hombre es aproximadamente la media entre la del aire y la de las superficies.

Considerando los valores de temperaturas confortables para un diseño interior el proyecto de un buque debe considerar las rutas o sectores en que este navegará, ya que sólo así se podrá diseñar las sistemas de calefacción o

ventilación convenientes para mantener una temperatura estable y normal en el interior de los compartimentos.

El cuadro 5 muestra las temperaturas extremas a que puede estar sometido un barco durante su travesía. Estos datos fueron tomados en las rutas de navegación donde se experimentan los máximos niveles de dispersión en cuanto a temperatura.

Cuadro 5. Temperaturas extremas en la ruta de un buque.

	Temperatura del aire (°C)		Temperatura del agua
	Bulbo seco	Bulbo húmedo	(°C) medida en la superficie
<b>Promedio temperaturas de Verano</b>			
Golfo de Persia	34	30	32
Trópico	31	27	29
<b>Promedio temperaturas en Invierno</b>			
Sub Artico	-10	-	2
Artico	-29	-	-2
Zona Intermedia	-1	-	4

### 2.5.3 Humedad.

La humedad está definida por la cantidad de vapor de agua que contiene el aire en la atmósfera, y depende fundamentalmente de la temperatura y la presión ambiental. Existen dos tipos de humedad definidos en los textos para cuantificar su medición los cuales son:

**2.5.3.1 Humedad relativa.** Es la relación entre la cantidad de vapor de agua contenida en una masa de aire y lo que contendría esta misma masa de aire saturada totalmente de vapor de agua a la misma temperatura.

**2.5.3.2 Humedad absoluta.** Es la temperatura a la cuál hay que enfriar una masa de aire para que se sature de vapor de agua.

Al igual que la temperatura, el hombre y la máquina sufren también trastornos cuando los niveles de humedad no son los normales. Así por ejemplo, una humedad demasiado débil provoca catarros, irritación de las mucosas, de las vías respiratorias y de los ojos, así como también una excitación crónica de la tos en las personas que se encuentren en un ambiente con estas características. Por otro lado,

una humedad demasiado fuerte provoca un acaloramiento o un enfriamiento excesivo del cuerpo según sea la temperatura a que se encuentra el ambiente en ese momento. Los ventiladores y sistemas de aire acondicionado regulan la humedad.

El cuadro 6 muestra algunos valores de la humedad relativa del aire, de la cual se desprende que lo confortable es una humedad relativa de entre 40 y el 50%; si la humedad es menor al 30% aumenta el contenido en partículas de polvo. El cuadro 7 muestra valores de la humedad del aire para respiración.

Cuadro 6. Valores de humedad relativa del aire.

<b>Contenido absoluto de agua (g/Kg)</b>	<b>Humedad relativa del aire</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Descripción</b>
2	50%	0	Día despejado en invierno
5	100%	4	Día despejado de Otoño
5	40%	18	Clima interior muy bueno
8	50%	21	Clima interior bueno
10	70%	20	Clima int. Demasiado húmedo
28	100%	30	Bosque tropical

Cuadro 7. Valores de aire para respiración.

<b>Contenido absoluto de agua (g/Kg)</b>	<b>Grado de adecuación para la respiración</b>	<b>Percepción al respirar</b>
0 hasta 5	Muy bueno	Ligero, fresco
5 hasta 8	Bueno	Normal
8 hasta 10	Suficiente	Aún soportable
10 hasta 20	Insuficiente	Pesado, sofocante
20 hasta 25	Nocivo	Caluroso y húmedo
más de 25	Inapropiado	Insoportable
41	Contenido en agua del aire expulsado a 37°C (100%)	
más de 41	El agua se condensa en los alvéolos pulmonares	

El gráfico de la figura 5 muestra entre que valores de temperatura y humedad una persona se encuentra en un ambiente confortable o desfavorable.

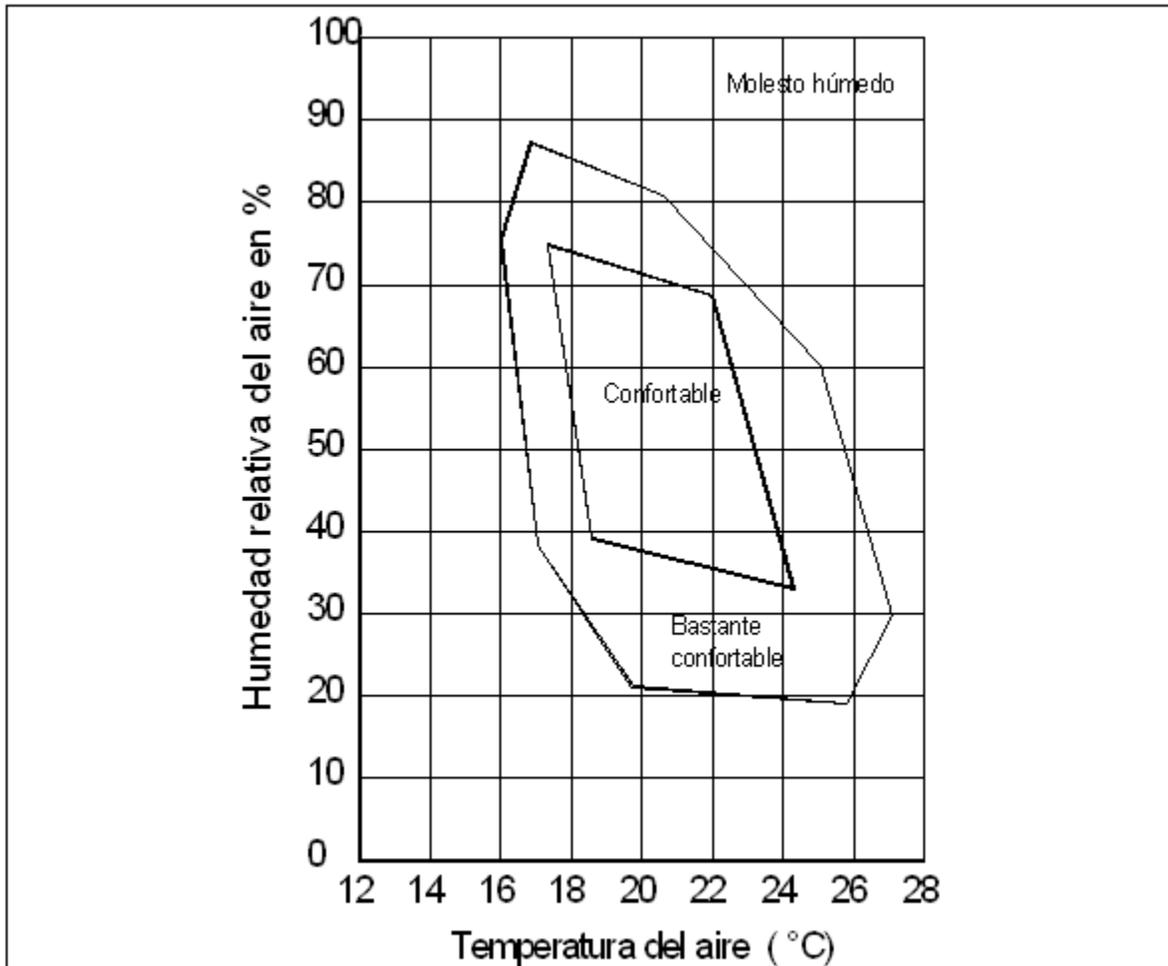


Figura 5. Zonas de confort para una persona con respecto a la temperatura y Humedad relativa del aire.

Además de procurar un adecuada temperatura y humedad de aire en los espacios interiores, es necesario también mantener una ventilación controlada, en vez de una ocasional o permanente. El contenido en  $\text{CO}_2$  del aire ha de sustituirse por oxígeno. No debería superarse un contenido en  $\text{CO}_2$  del 0,10% en volumen; por ello, en los dormitorios y salas de estar han de preverse de 2 a 3 intercambios de aire por hora considerando que la necesidad de aire limpio de un hombre es de unos  $32 \text{ m}^3$  por hora y que el intercambio de aire de un cuarto debería ser de 0,4 a 0,8 veces el volumen de la sala/persona por hora.

## **2.6 Ruidos y Sonidos.**

Es importante resaltar la importancia creciente día a día, que presenta la generación de ruido a bordo. Al mismo tiempo que los seres humanos van tras una mejor calidad de vida, se ha visto aumentar el nivel de ruidos en los barcos. Se señalan a continuación algunos de los motivos en que se basa dicho aumento:

- El aumento de las potencias instaladas en los buques modernos, ya sea de la potencia propulsora o de las de los auxiliares, debido principalmente al aumento de tamaño y de la velocidad de los buques, así como a la mayor complejidad de los equipos y servicios de los mismos.
- La utilización a bordo de maquinarias propulsoras más ruidosas, tanto por su tipo como por diseños cada día más aquilatados.
- El empleo prácticamente generalizado, de la ventilación forzada y al aire acondicionado, que son dos importantes fuentes potenciales de ruido.

Esto unido a las exigencias antes mencionadas, es decir, a las mayores demandas de la tripulación y el pasaje en relación a los niveles de ruido, al menos de aquellos que pueden ocasionar pérdidas auditivas permanentes o molestias, ha dado lugar a que en algunos países se hayan implantado, o estén en proceso de hacerlo, normas sobre los niveles de ruido admisibles en barcos.

### **2.6.1 Breves definiciones.**

Se denomina sonido al conjunto de las vibraciones que se propagan a través de un medio elástico y son capaces de impresionar las terminaciones sensibles del oído humano. El ruido puede definirse como todo sonido molesto para todos los posible oyentes del mismo. Se comprende que, de acuerdo con esta definición, un mismo sonido puede ser clasificado como ruido o no por diferentes personas o incluso por la misma persona en distintas circunstancias. En general, se tiende a considerar como ruidos a aquellos sonidos que participan de alguna o varias de las características siguientes :

- Su unidad de medida es el Decibelio o Decibel (dB), que es una unidad dimensional utilizada para medir potencias sonoras, por comparación con una de referencia en la forma indicada en la fórmula 2.3 (pág. 28). Puede emplearse

también para medir otras magnitudes que puedan relacionarse en cada caso con la potencia: intensidad, presión, velocidad, etc.

- Su intensidad es superior a un cierto valor (variable según las situaciones).
- Las frecuencias de sus posibles componentes tonales puras no están relacionadas armónicamente.
- Presentan un espectro de frecuencia continuo o de banda ancha.
- Se producen en forma discontinua o con variaciones bruscas de intensidad o frecuencias.

## 2.6.2 Características principales de la audición humana.

De acuerdo con la experiencia la sensación auditiva en condiciones normalizadas viene dada por las curvas isofónicas del gráfico de la figura 6; estas condiciones son las siguientes:

- El foco sonoro está en frente del oyente.
- El sonido se propaga en forma de onda plana progresiva y libre.
- El nivel de presión sonora se mide en ausencia del oyente.
- La escucha es binauricular.
- El oyente es otológicamente normal y de edad comprendida entre dieciocho y veinticinco años.

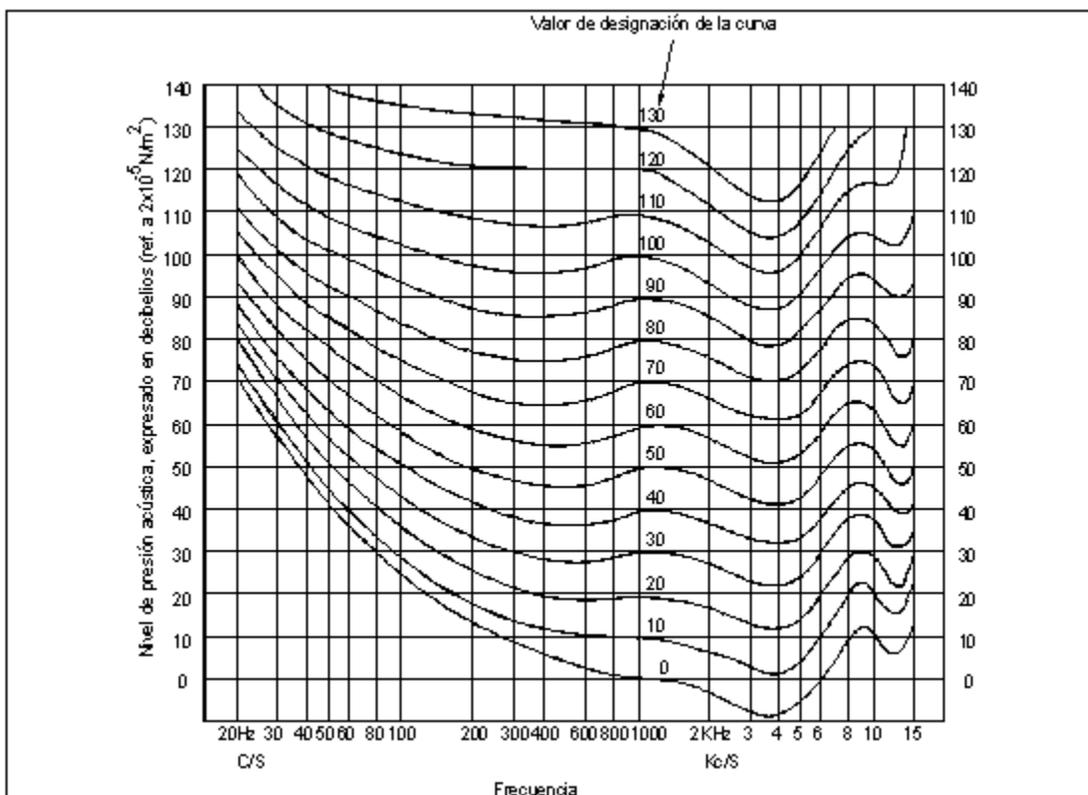


Figura 6. Sensación auditiva en condiciones normalizadas.

Cada una de las curvas en la gráfica se designa por el valor en decibelios (dB) de la ordenada correspondiente a la frecuencia de 1000 Hz. A la vista de esta figura pueden destacarse las siguientes características:

- Los límites extremos de las frecuencias audibles oscilan, según diversos autores entre 15 y 20 Hz el límite inferior y entre 15000 y 20000 Hz el superior. (La voz humana oscila entre los 80 y 3000 Hz, y la música entre los 30 y 6000 Hz).
- La máxima sensibilidad auditiva corresponde a una frecuencia próxima a los 4000 Hz.
- El umbral de audición para la frecuencia de 1000 Hz, corresponde a una intensidad sonora de  $10^{-12}$  W/m<sup>2</sup>, lo que equivale a una presión sonora de  $2 \times 10^{-5}$  N/m<sup>2</sup>  $\approx 2 \times 10^{-10}$  atmósferas. (Donde N corresponde a la unidad de fuerza Newton, y W a la potencia en watts).
- El umbral doloroso o límite máximo soportable por el hombre para la frecuencia citada corresponde a una intensidad de 1 W/m<sup>2</sup> y a una presión sonora de 20 N/m<sup>2</sup>  $\approx 2 \times 10^{-4}$  atmósferas.
- Para cada frecuencia la sensación auditiva varía de forma aproximadamente logarítmica en función de la intensidad sonora.

### 2.6.3 Métodos y unidades de medida.

Los ruidos se miden normalmente llevando la señal eléctrica suministrada por un micrófono de precisión a un sonómetro adecuado. Este aparato amplifica la señal, que da lugar al movimiento de una aguja en una escala debidamente graduada. También se emplean, como veremos posteriormente, distintos tipos de filtros que pueden estar integrados en el propio sonómetro o constituir una unidad aparte. Interesa también a menudo grabar el sonido con un registrador magnético apropiado para su análisis posterior.

De acuerdo con lo expuesto en el apartado anterior, los valores extremos del campo auditivo humano están en relación de  $10^3$  para la frecuencia, de  $10^{12}$  para la intensidad y de  $10^6$  para la presión. Estos dos últimos valores tan grandes, junto con la forma de variación de la sensación auditiva, indican la conveniencia del empleo de una escala logarítmica para la medida de la intensidad y la presión sonoras.

Dicha escala es la decibélica, definida de la forma siguiente: el valor en decibelios de un sonido viene dado por diez veces el logaritmo decimal de la

relación entre su intensidad sonora y una intensidad tomada como referencia, que es precisamente la del umbral de audición a la frecuencia de 1000 Hz, esto es:

$$L_I = 10 \text{ Log } \frac{I}{L_0} \quad (2.3)$$

Donde :

$L_I$  = nivel de intensidad sonora del sonido en cuestión.

$I$  = intensidad sonora del mismo (en  $\text{W/m}^2$ )

$L_0$  = intensidad sonora de referencia ( $10^{-12} \text{ W/m}^2$ )

Donde  $W$ , en este caso corresponde a la potencia sonora.

Teniendo en cuenta que ondas planas la intensidad del sonido es proporcional al cuadrado de la presión sonora, puede establecerse igualmente la relación:

$$L_p = 10 \log \left( \frac{P}{P_0} \right)^2 = 20 \log \frac{P}{P_0} \quad (2.4)$$

Donde:

$L_p$  = nivel de presión sonora del sonido en cuestión.

$P$  = presión sonora del mismo (en  $\text{N/m}^2$ ).

$P_0$  = presión sonora de referencia ( $2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$  para los gases y  $10^{-6} \text{ N/m}^2$  para los líquidos).

Utilizando la escala anterior, los umbrales citados anteriormente, toman respectivamente, los valores de 0 y 120 dB.

Por otro lado, la variación de la sensibilidad auditiva con la frecuencia se tiene en cuenta actualmente mediante uno de los dos procedimientos siguientes:

- Curvas de intensidad de ruido de la ISO o curvas NR (Noise Rating o Rango de Ruido, en español) como se muestra en la figura 7.

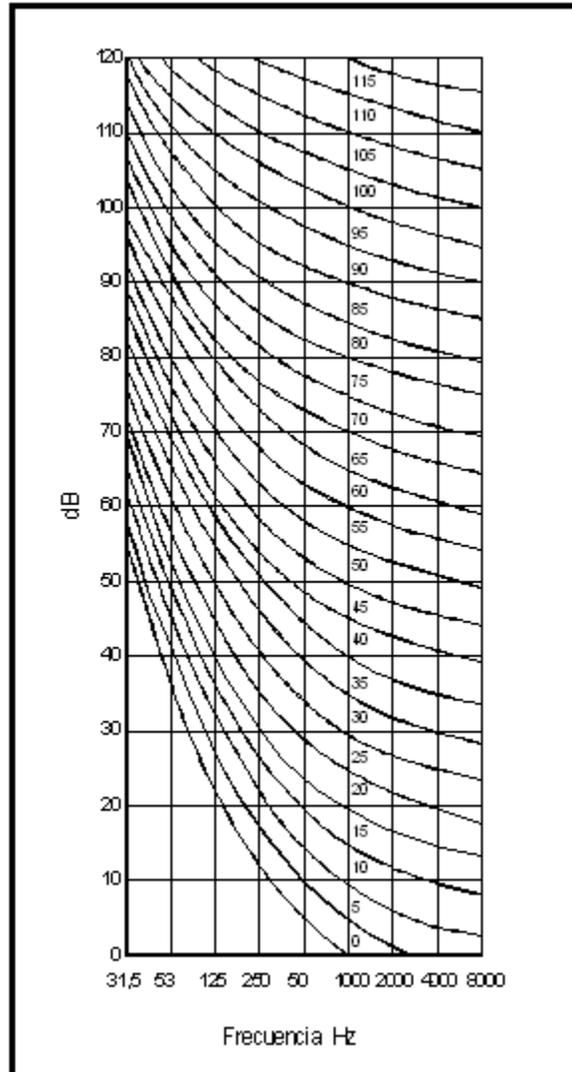


Figura 7. Curvas de intensidad de ruido de la ISO (o curvas NR)

Estas curvas constituyen una simplificación de las curvas isofónicas expuestas anteriormente. Para poder aplicar estas curvas a una medida de ruido es preciso realizar un análisis en frecuencia de la señal sonora. En la práctica esto se hace mediante filtros análogos de bandas de octava, cuya frecuencias centrales son indicadas en la figura anteriormente mostrada (de 31,5 a 8000 Hz). Cuando interesa una definición más precisa del espectro sonoro se emplean filtros de 1/3 de octava e incluso de anchura de banda inferior. El valor NR de una señal determinada es el correspondiente a la curva NR más baja, que es tangente a la envolvente de los valores de las distintas componentes obtenidas al hacer pasar la señal original por los filtros citados. (Una banda de octava es una banda de frecuencia que está entre dos frecuencias con una relación de 2. Por ejemplo, la banda de octava de 1000 Hz comprende las frecuencias de 707 a 1414 Hz. Las octavas adyacentes también están espaciadas en una relación de 2, como las octavas de 500 y 1000 Hz).

- Valores ponderados: Un procedimiento más sencillo, si bien de menor validez, es incorporar en el sonómetro uno o varios circuitos electrónicos cuyas respuestas en frecuencia sean, aproximadamente, de igual magnitud y de sentido contrario a la curva isofónica correspondiente al nivel de ruido que interesa medir. De estos circuitos los más utilizados son los que se conocen internacionalmente bajo las denominaciones A, B, C y D, cuyas curvas de respuestas se indican en la figura 8. Se observa que las dos primeras se corresponden aproximadamente con las curvas NR 50 y 120, lo que significa que deberían aplicarse solo a la medidas de ruidos de nivel bajo, y alto respectivamente. En la práctica, sin embargo, el nivel más empleado es el A, ya que parece ser el que da una mejor concordancia con las apreciaciones subjetivas, independiente del nivel de ruido que se mida. El circuito C da una respuesta casi plana entre 100 y 2000 Hz, atenuando ligeramente las restantes frecuencias. El circuito D se ha desarrollado para su aplicación a la medida del ruido de los aviones a reacción. En lo siguiente se utilizarán los valores A, junto con el NR, pues la mayoría de los resultados en la literatura se expresan en algunas de estas dos unidades.

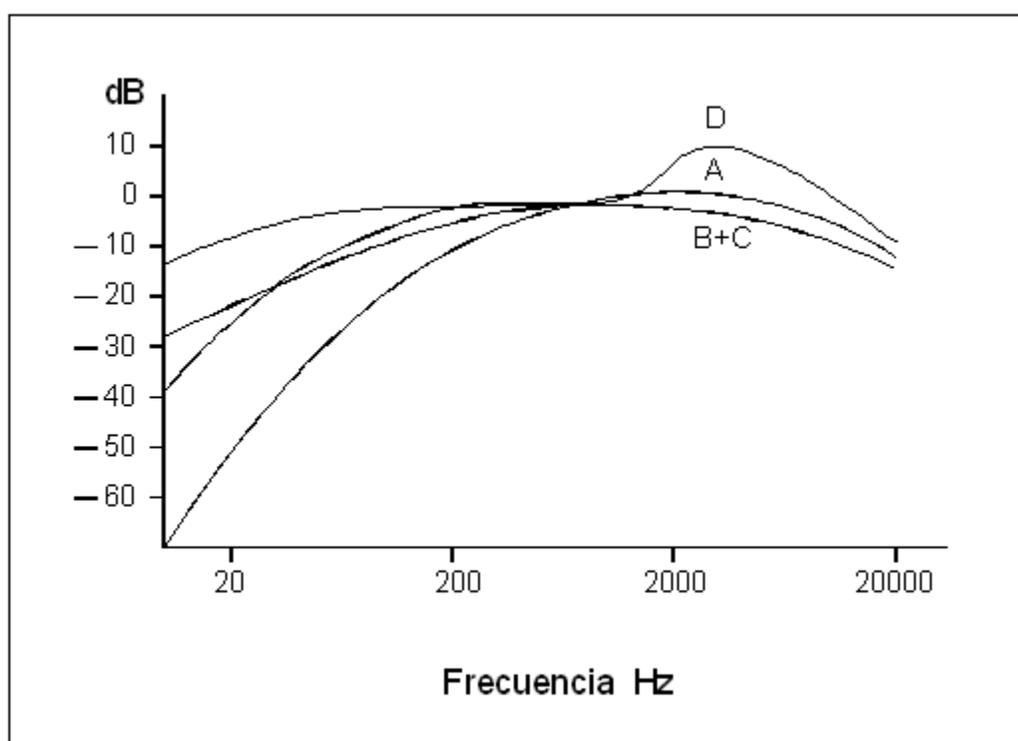


Figura 8. Curvas de respuesta para los valores ponderados.

#### 2.6.4 Niveles de ruidos admisibles.

Como se mostró en el apartado anterior el umbral doloroso de la sensación auditiva en el hombre se produce para un nivel de ruido del orden de los 120 dB. Sin embargo, niveles de ruido inferiores a este valor no se consideran admisibles para el ser humano basándose en las siguientes consideraciones:

**2.6.4.1 Por daños auditivos.** La primera limitación en el nivel de ruido viene dada por el valor máximo que una persona normal puede soportar de forma continua ( ocho horas al día ) y sin protección sin que se produzcan daños irreparables en la audición de la misma. De acuerdo con varios trabajos citados en las referencias, este valor es el de NR 85, o el de 90 dB(A), que es prácticamente equivalente.

Para períodos de exposición más cortos dichos valores pueden aumentarse de forma que se mantenga constante la energía sonora recibida, esto es, el producto de la intensidad sonora por el tiempo de exposición. Como regla práctica puede tomarse lo siguiente: cada aumento de 3 dB(A) sobre el nivel de ruido de 90 dB(A) deberá compensarse disminuyendo a la mitad el tiempo de exposición. Este aumento del nivel máximo no puede prolongarse indefinidamente y en la práctica se considera que no debe sobrepasarse el nivel de 110 dB(A) para un tiempo máximo de exposición de cinco minutos. En la figura 9, se da una información más detallada para exposición continua y en la figura 10, para exposición intermitente, en que se permiten, como es lógico, niveles mayores que con exposición continua para un mismo tiempo diario de exposición. Como es de suponer, con protectores auditivos adecuados pueden sobrepasarse los niveles y tiempos de exposición anteriores, admitiéndose niveles de 110 y 120 dB(A) para exposiciones diarias de ocho y una hora, respectivamente.

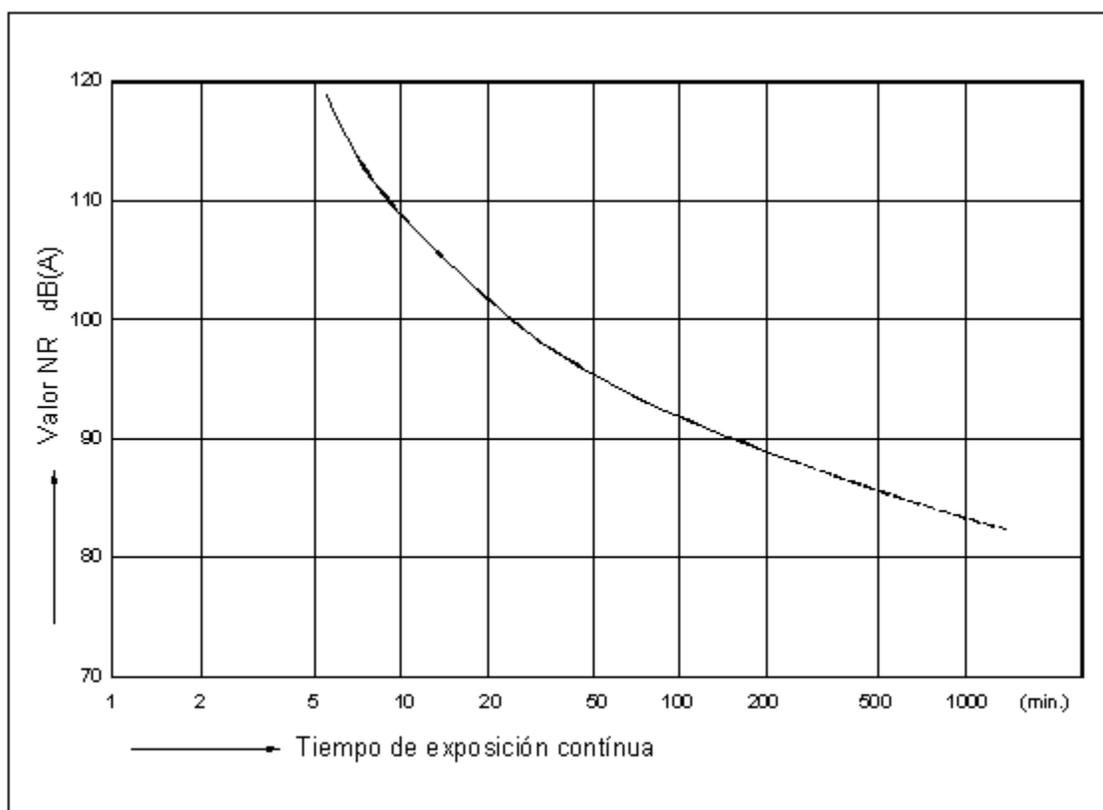


Figura 9. Límites de tiempo para exposición continua a ruidos.

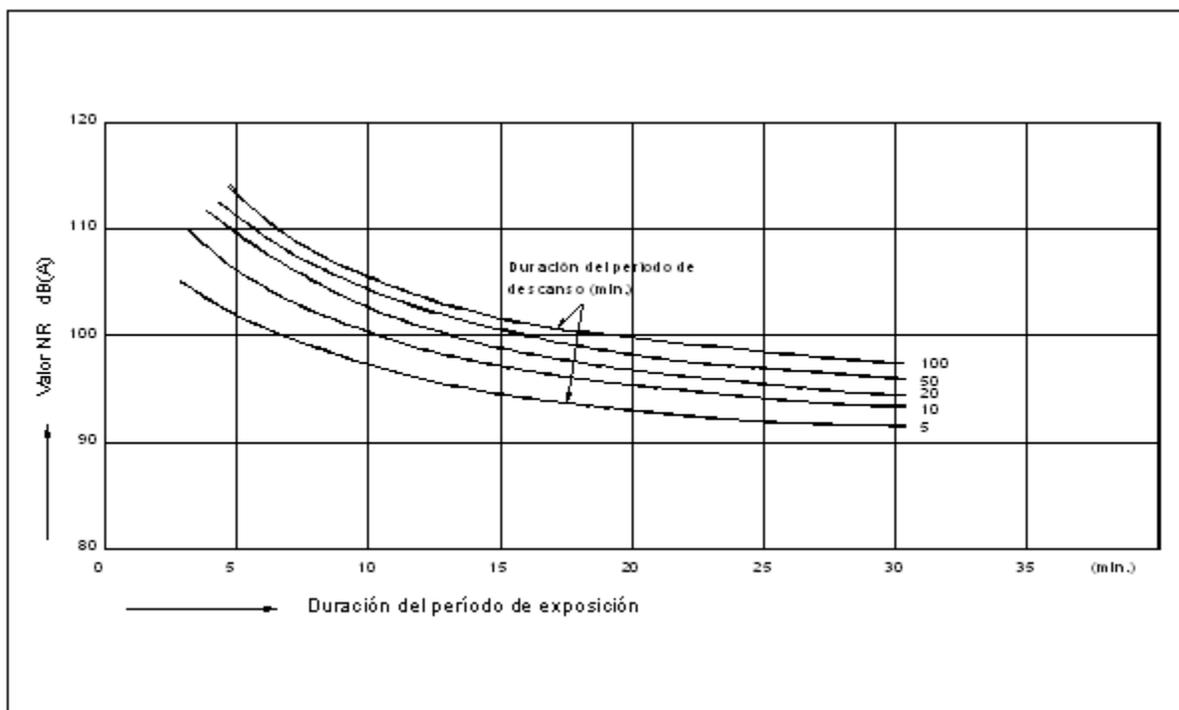


Figura 10. Límites de tiempo para exposición intermitente a ruidos.

**2.6.4.2 Por interferencia con las comunicaciones.** Niveles de ruido inferiores mencionados anteriormente pueden, sin embargo, no ser admisibles debido a otras razones que el daño físico. Tal es la interferencia que producen en las comunicaciones, dificultando o bien las conversaciones o la audición o interpretación de las señales de alarma o de mando para establecer un criterio de limitación de ruido existente en la gama de frecuencia de la voz humana, con este objeto se definió el llamado valor S.I.L. ( Speech Interference Level o en español nivel de interferencia de la conversación) como el valor medio de los niveles de ruido en cada una de las tres bandas de octava, cuyas frecuencias centrales son las de 500, 1000 y 2000 Hz, es decir:

$$\text{SIL} = (L_p(500) + L_p(1000) + L_p(2000)) \quad (2.4)$$

El valor SIL puede estimarse, en primera aproximación, si se conoce el nivel de ruido en dB(A) o en valor NR, sustrayendo respectivamente de éstos los valores 7 ó 4.

Posteriormente la ISO(54) ha decidido también incluir la banda de 4000Hz en el valor SIL, sin embargo, la mayoría de los criterios encontrados en la literatura se basan en la fórmula anterior, que es a la que se referirán los valores SIL de aquí en adelante.

Los valores SIL anteriores se refieren al entendimiento satisfactorio de una conversación normal. Cuando la conversación se reduce a una serie de voces de mando cortas y conocidas, puede lograrse satisfactoriamente la comunicación a

distancias el doble que las anteriores o, lo que es equivalente, son admisibles, para las distancias especificadas, valores SIL superiores en seis unidades a los de la figura 11.

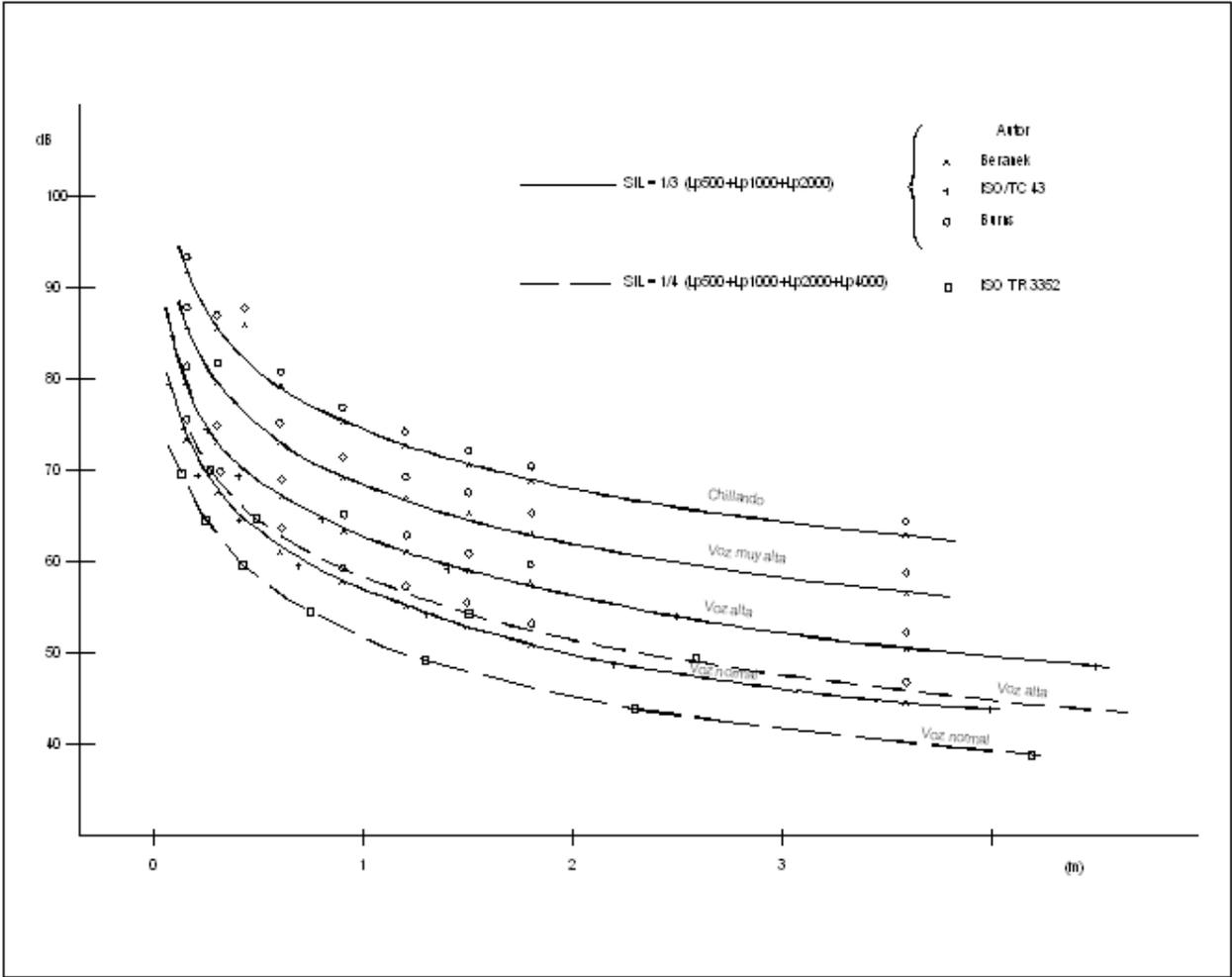


Figura 11. Valores SIL y su interferencia en la comunicación.

**2.6.4.3 Por molestias a la tripulación y pasajeros.** La última limitación en el nivel de ruido es originada por las posibles molestias que el mismo ocasiona sobre la persona, tanto cuando esta se entrega al reposo como cuando quiere realizar alguna actividad, especialmente si es grande el grado de concentración que se requiera.

Los límites en este caso son difíciles de establecer, pues deben tenerse en cuenta la función del local en cuestión y las posibles exigencias del tipo medio de ocupantes a que está destinado. Así mismo en el caso que existan vibraciones, deben también ser tenidas en cuenta. Como término de comparación puede indicarse que los niveles de ruido en una casa y en una oficina oscilan alrededor de 45 a 55 dB(A), respectivamente.

## 2.7 Normas y recomendaciones sobre niveles de ruido aceptables en buques.

En los cuadros 8 y 9, se han recopilado las normas y recomendaciones más recientes sobre los niveles de ruido aceptables en los buques, emitidas por la ISO y por varios países marítimos. En torno a ellas pueden hacerse los siguientes comentarios :

- Hasta la fecha los dos únicos países con normas obligatorias son Rusia y Noruega. Los demás criterios expuestos corresponden a propuestas y recomendaciones.
- Los niveles más bajos en las zonas de máquinas son los exigidos por Rusia, seguido de los recomendados por Suecia. Los restantes países presentan criterios concordantes entre sí y con la propuesta de la ISO.
- De acuerdo con lo expuesto anteriormente todos los criterios garantizan la ausencia de daños auditivos permanentes para exposición continua de ocho horas en las cámaras de máquinas que no disponga de cámara de control. Cuando esta exista, deberá encontrarse debidamente aislada y provista de aire acondicionado para proveer un buen nivel de confort al interior de estas; además se permiten fuera de ella niveles más elevados, entendiéndose que la exposición a los mismos no debe prolongarse más de lo permitido por los criterios expuestos con anterioridad, de lo contrario la persona u operador deberá estar provisto de protectores auditivos adecuados al trabajar fuera de estas cámaras de control.
- La propuesta de la ISO para las cámaras de control (70 NR o 75 dB[A]) implica un valor SIL del orden de 67dB y, por lo tanto, la posibilidad de entender las voces de mando a una distancia máxima de unos 2,5 m sin necesidad de gritar y a una inferior a los 5 m gritando. Esto parece escaso para las cámaras de control de buques de cierto tamaño, para los que parece más deseable lograr el valor 65 NR de los criterios sueco y ruso, con lo que las distancias anteriores aumentan hasta cuatro y más de diez metros.
- Referente a los criterios en las zonas de acomodaciones cabe decir que todos los criterios, excepto el de Canadá, parecen suficientes para garantizar niveles inferiores a los normalmente exigidos por la tripulación y los pasajeros. Los criterios de Holanda y Rusia son los más detallados y exigentes a este respecto.

Cuadro 8.

<b>NORMAS O RECOMENDACIONES SOBRE LOS NIVELES DE RUIDO EN BUQUES</b>						
<i>Análisis en frecuencia (Curvas NR y valores SIL)</i>						
	ISO 1969	Holanda 1969	Dinamarca 1975	Noruega 1973	Suecia 1973	Rusia 1972
<b>MAQUINAS :</b>						
Cámara de máquinas (con C.C.)	105	105	105	105	105	≈90
Cámara de máquinas (sin C.C.)	85	85	85	85	85	≈80
Cámara de control	70	75	70	70	65	≈65
Talleres	85	85	80	80	80	
<b>PUENTE:</b>						
Alerones		75 (1)	60	65	65	
Gobierno y derrota		65, SIL 55	60	60	60	
Radio		55	60	60	50	
<b>ACOMODACION:</b>						
Camarote		45-55, SIL 50	55 (2)	55	50	40-45
Comedores, salones		45-60, SIL 55	60 (3)	60	60	
Cocinas, oficios		75	65			
CUBIERTAS Y BODEGAS				60	65	
PUESTOS DE VIGÍA			65 (4)			

(1) Se recomienda tratar de conseguir en el futuro el valor de 65 NR

(2) y (3) En las bandas de octavas de 31,5 y 63 Hz se permiten, respectivamente, 60 NR y 65 NR

(4) Sin tener en cuenta las bandas de octava inferiores a la de 250 Hz

Cuadro 9.

<b>NORMAS O RECOMENDACIONES SOBRE LOS NIVELES DE RUIDO EN BUQUES</b>							
<i>Valor Ponderado (db [A])</i>							
	ISO 1969	Holanda 1969	Dinamarca 1975	Noruega 1973	Suecia 1973	Rusia 1972	Canadá 1971
<b>MAQUINAS :</b>							
Cámara de máquinas (con C.C.)	110	110	110	110	100	95	
Cámara de máquinas (sin C.C.)	90	90	90	90	85	80	
Cámara de control	75		75	75	70	85	
Talleres	90	90	85	85	75	65	
<b>PUENTE:</b>							
Alerones		65	70	70	70	55	
Gobierno y derrota		60	65	65	65	50	
Radio		60	65	65	55		
<b>ACOMODACION:</b>							
Camarote		60	60	60	55	50	70
Comedores, salones		65	65	65	65	55	74
Cocinas, oficios			70	65	65		
CUBIERTAS Y BODEGAS				70	65		
PUESTOS DE VIGÍA			70				

## 2.8 Principales focos de ruido a bordo.

Los principales focos emisores de ruido a bordo de los buques son: el propulsor, la maquinaria principal y auxiliar y los servicios de ventilación y aire acondicionado. Por su efecto directo en lo que es habitabilidad se tratará los servicios de ventilación y aire acondicionado.

### 2.8.1 Servicios de ventilación y aire acondicionado.

Los servicios de ventilación forzada y de aire acondicionado constituyen con frecuencia un importante foco de ruido. Este se origina principalmente en los ventiladores, aún cuando también puede producirse en los conductos o en las entradas y salidas de aire.

El espectro sonoro de los ventiladores consta de forma similar al de las bombas, de un componente de banda ancha y de varias componentes discretas superpuestas a ella. La primera se debe principalmente a la turbulencia y desprendimiento de torbellinos y las segundas a variaciones cíclicas de presión que se producen con frecuencias iguales o múltiplos de la de giro o de la de paso de las palas del ventilador. El nivel de potencia sonora producido por un ventilador puede estimarse mediante la fórmula siguiente, debida a Beranek:

$$L = 115 + 17,7 \log \left( \frac{P}{Z} \right) + 15 \log \left( \frac{Z}{6} \right) \quad (2.5)$$

Donde :

L = nivel de potencia sonora en dB

P = potencia en el eje del ventilador en CV

Z = número de palas del ventilador

Algunas medidas a considerar en estos sistemas para reducir el ruido en los focos sonoros de un sistema de ventilación son los siguientes:

- Para una capacidad determinada, debe elegirse el ventilador con el mayor diámetro posible y las menores rpm posibles.
- El funcionamiento del ventilador debe realizarse dentro de las condiciones de proyecto ( del 40 al 60 por 100 del caudal máximo del ventilador).

- En la intensidad y frecuencia del ruido producido por los ventiladores centrífugos influyen favorablemente los siguientes factores: Inclínación de las paletas del rotor, o el aumento de los huelgos entre rotor y carcasa.
- La velocidad del aire en los conductos principales no deberá superar el valor de 5m/seg, y en los secundarios el de 3,5 m/seg.
- Deberán evitarse los cambios bruscos de dirección en los conductos.
- Las entradas y salidas de aire deberán ser suficientemente grandes y estar dotadas de los silenciadores o difusores adecuados.
- Cuando sea preciso, los conductos de ventilación pueden forrarse interiormente con materiales absorbentes.

## 2.8.2 Transmisión del ruido en los buques.

La transmisión del ruido a bordo, desde los focos sonoros hasta diferentes zonas del buque (máquinas, puente, acomodaciones, etc.) se realiza por dos caminos diferentes: el aire y la estructura. Dependiendo de la situación relativa del foco y el receptor, puede predominar una u otra forma de transmisión. Así en los espacios de máquinas y adyacentes al guardacalor la transmisión es preferentemente aérea. Mientras que en los restantes espacios es estructural. A continuación se exponen algunas consideraciones en torno a ambos tipos de transmisión.

**2.8.2.1 Transmisión aérea.** La transmisión del sonido a través del aire se realiza, como bien es sabido, mediante ondas de propagación. Estas podrán considerarse esféricas o planas, según que el foco pueda asimilarse a un punto o una superficie. En campo libre el sonido se transmite directamente del foco al observador, mientras que en un recinto cerrado, además de la transmisión directa, se produce otra indirecta, que, debida al sonido reflejado por las diferentes superficies del recinto, recibe el nombre de sonido reverberante.

El nivel de presión sonora en un punto del recinto viene dado por las fórmulas siguientes:

**- Foco asimilable a un punto :**

$$L_p = L_w + 10 \log \left( \frac{Q}{4pr^2} + \frac{4}{R} \right) \quad (2.6)$$

**- Foco asimilable a una superficie :**

$$L_P = L_W + 10 \log \left( \frac{1}{S} + \frac{4}{R} \right) \quad (2.7)$$

Donde:

$L_P$  = Nivel de presión sonora en el punto en cuestión en dB

$L_W$  = Nivel de potencia sonora del foco en dB

$Q$  = Factor de direccionalidad del foco puntual

$r$  = Distancia del foco puntual al observador

$R$  = Constante del local

$S$  = Área del foco superficial

En relación con lo anterior pueden hacerse las siguientes consideraciones :

- La expresión en **(2.6)** sólo debe aplicarse cuando la distancia al foco sea unas tres veces la dimensión máxima del mismo, y la expresión en **(2.7)** cuando dicha distancia sea menor a la dimensión máxima de la superficie emisora. Por lo tanto, la primera se empleará fundamentalmente para los focos de ruidos pequeños, tales como bombas, ventiladores, motores eléctricos, etc., y la segunda para los grandes como motores propulsores, paneles vibrantes, etc.
- Cuando la distancia a un foco sonoro del primer tipo sea inferior a  $\sqrt{QR/50}$  o cuando la superficie de un foco del segundo sea inferior a  $R/4$ , en las fórmulas anteriores predominará el término del campo directo, mientras que cuando sean mayores lo hará el del reverberante.
- Las fórmulas anteriores pueden emplearse también, como es lógico, para calcular el valor del nivel de potencia sonora de un foco, y el del factor de direccionalidad en su caso, en función de los valores del nivel de presión sonora medidos en varios puntos alrededor del foco en cuestión.

Cuando en un mismo local existen varios focos sonoros deberá Aplicarse la fórmula correspondiente a cada uno, obteniéndose el nivel de ruido parciales en la forma siguiente:

$$L_P = 10 \log \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_{pi}}{10}} \quad (2.8)$$

Esta expresión indica que aquellos niveles parciales que sean sensiblemente inferiores a los restantes pueden omitirse, pues su contribución al nivel total es despreciable. Otra conclusión interesante es que, cuando existan varios focos sonoros de niveles similares, apenas sirve de nada reducir mucho el ruido producido por uno de ellos, si se mantiene igual el nivel sonoro de los restantes.

**2.8.2.2 Transmisión estructural.** La transmisión estructural del sonido en los buques se realiza al propagarse a lo largo de su estructura la energía mecánica vibratoria inducida en una zona de la misma y que se radia como energía sonora en otra distinta. Estas vibraciones pueden originarse a su vez por la energía sonora que incide sobre la zona primera; pero lo más frecuente es que se originen directamente a partir de la energía mecánica suministrada por el propulsor, la maquinaria o los equipos.

La energía anterior se propaga mediante los cuatro tipos de ondas siguientes:

- Ondas de flexión.
- Ondas longitudinales.
- Ondas transversales o de cortadura.
- Ondas de torsión (sólo en las vigas)

De acuerdo a los diferentes tipos de ondas se pueden hacer las siguientes consideraciones:

- La energía total de las ondas de flexión es aproximadamente del mismo orden que la total de las ondas que se transmiten dentro de un plano (longitudinales + transversales).
- La energía vibratoria se transmite a lo largo de las cuadernas, mientras que, por el contrario, se dice que el flujo de energía es mayor en las planchas del casco que en las cuadernas.
- Como es bien sabido, en las discontinuidades de la estructura parte de la energía se transmite y parte se refleja. En la figura 12 se indican los valores del índice (**T**) de pérdidas por transmisión de ondas de flexión en tres tipos de discontinuidades estructurales.
- La atenuación de la transmisión estructural en sentido vertical es normalmente del orden de 1 a 4 dB por cubierta en la banda de los 1000Hz, aunque en ciertos tipos de buques (por ejemplo de pasaje) puede ser del orden de 5 dB por cubierta e incluso llegar hasta los 10 dB por cubierta.
- La atenuación en el sentido longitudinal es del orden de 0,4 a 1 dB(A) por cada clara de cuaderna.

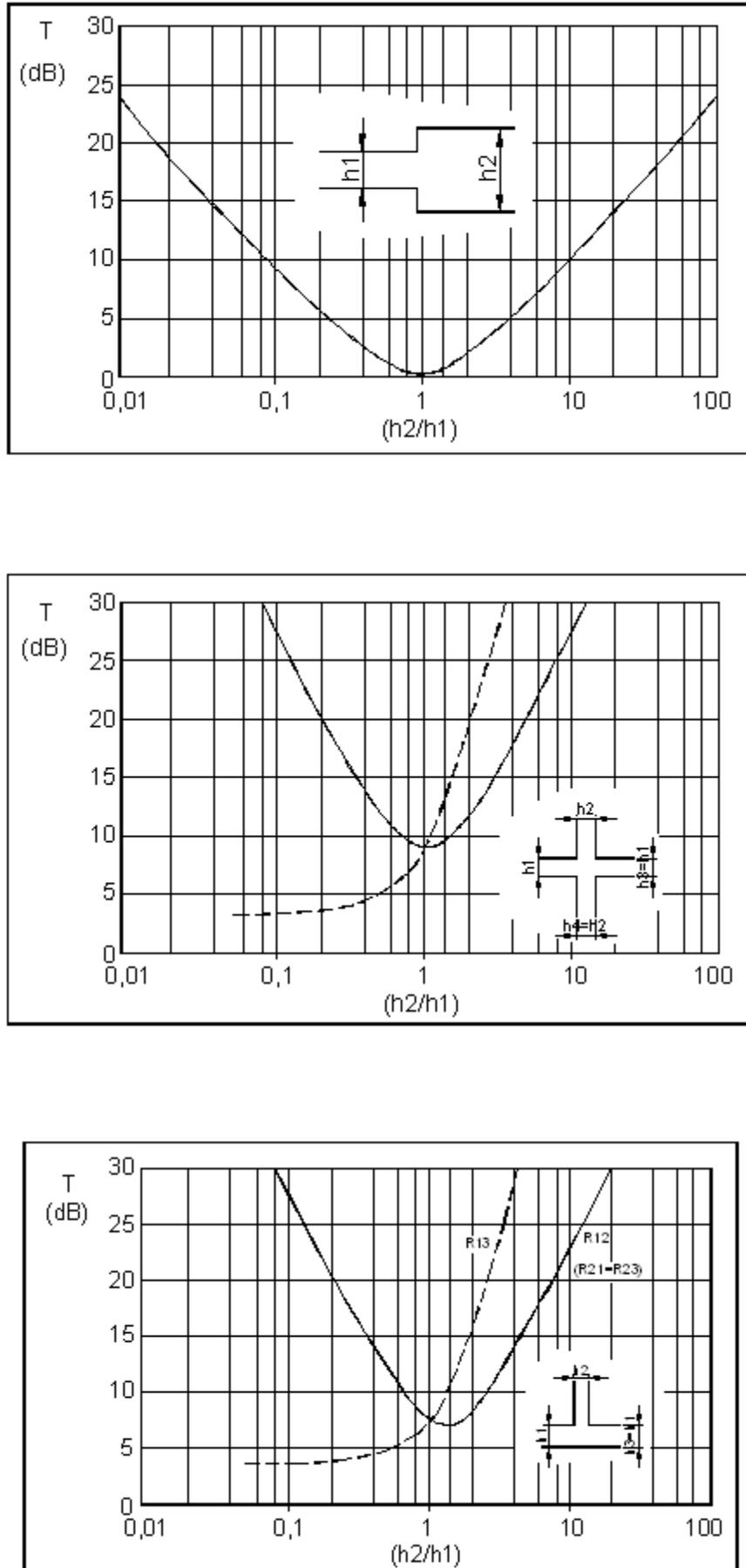


Figura 12. Valores del índice "T" en tres tipos de discontinuidades.

## 2.9 Medidas para reducir el ruido en los espacios de habitación.

Los espacios de habitación deberán situarse tan lejos como sea posible de las máquinas. Así en algunos buques se ha adoptado la solución de separar el guardacalor de la superestructura de habitación, como se muestra en la figura 13. Sin embargo, lo usual es que ambos vayan juntos, con lo que los niveles de ruido en los espacios más próximos al guardacalor podrán ser excesivos. Una forma de establecer una barrera acústica entre el guardacalor y dichos espacios es el disponer alrededor del primero locales tales como paños, aseos, etc. Que, junto con el pasillo correspondiente, separen lo más posible a los restantes espacios donde interesa obtener los niveles de ruido menores: comedores, salones y especialmente los camarotes.

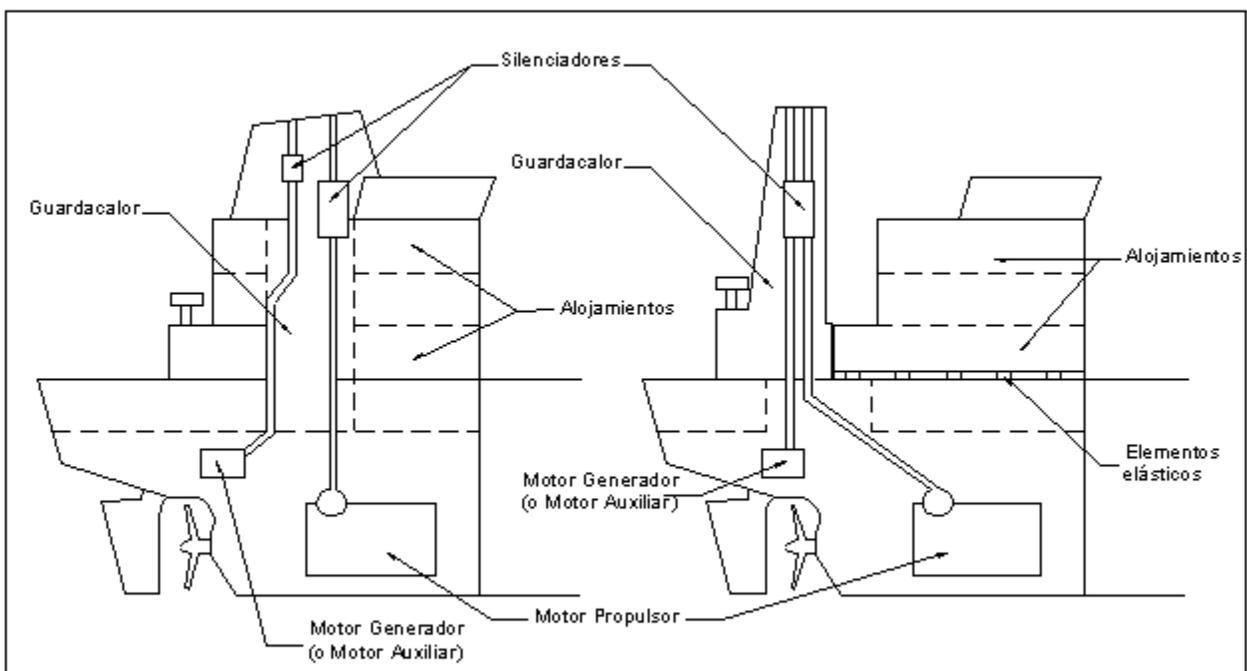


Figura 13. Posición del guardacalor para reducir las emisiones molestas de ruidos en la tripulación.

Para reducir la transmisión estructural, el método más eficaz es o bien montar de forma elástica sobre la cubierta todo el conjunto de la superestructura (buques pequeños), o bien hacer que las superficies que limitan interiormente los compartimientos de la habitación no tengan conexiones rígidas con la estructura, tanto las relativas a su montaje y soporte como las de las posibles conducciones que las atraviesen. En la figura 14 se indican los niveles de ruido medidos en dos camarotes simétricos respecto de crujía en un buque ruso, uno de los cuales fue construido con montajes elásticos y el otro sin ellos. Se aprecia que el nivel de ruido en el primero es del orden de 10dB menor que el segundo.

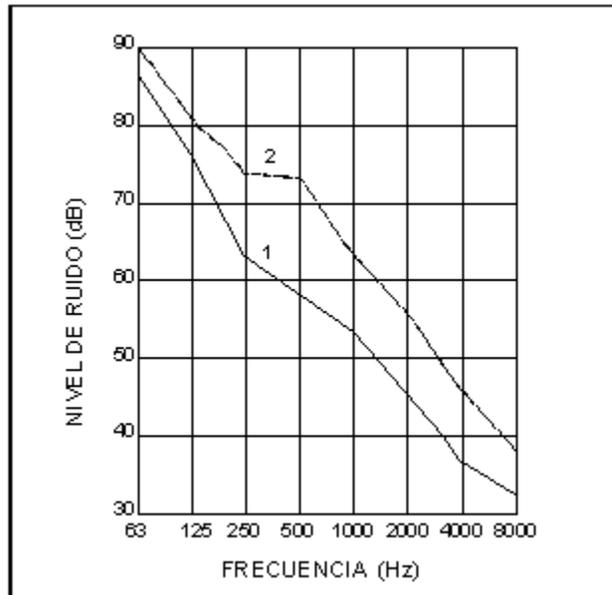


Figura 14. Niveles de ruidos medidos en dos camarotes, uno de estos montado elásticamente.

El montaje elástico de los pavimentos, mamparos y techos de la habitación no solo reduce la transmisión del ruido, sino que, además, evita en gran medida los crujidos y chirridos que podrían producirse en las uniones de estas superficies a causa de los movimientos del buque.

Al igual que en los espacios de máquinas, la absorción sonora de los alojamientos es relativamente elevada, por lo que, en general, no es preciso recubrirlos interiormente con materiales absorbentes.

### 2.9.1 Pavimentos.

Los pavimentos deberán ser del tipo flotante, esto es, constituidos por una capa de material ligero y elástico (fibra de vidrio, lana mineral, etc.), sobre la que se coloca otra de material más denso, que constituye el pavimento propiamente dicho (asfalto, losetas, baldosas, tablero, etc.). El conjunto actúa como un sistema constituido por un muelle y un amortiguador (capa inferior) sobre el que se ha puesto una masa (capa superior) cuya frecuencia propia deberá ser tan baja como sea posible para obtener una mala transmisión (elevado índice de pérdidas por absorción) de todas las vibraciones de frecuencia superior. En las figuras 15a y 16 se indican varias disposiciones de suelos flotantes. Es muy importante evitar o reducir al mínimo los posibles corto circuitos acústicos que pueden formarse entre la capa superior del pavimento flotante y la cubierta correspondiente (pernos, tuberías, etc.). Alrededor del pavimento, esto es, entre éste y los mamparos laterales, debe colocarse una junta elástica para evitar que la humedad penetre en la capa inferior del pavimento. Es importante considerar que en los espacios situados inmediatamente encima de la

cámara de máquinas habrá que montar suelos flotantes como los descritos anteriormente, además de techos y mamparos que serán descritos más adelante.

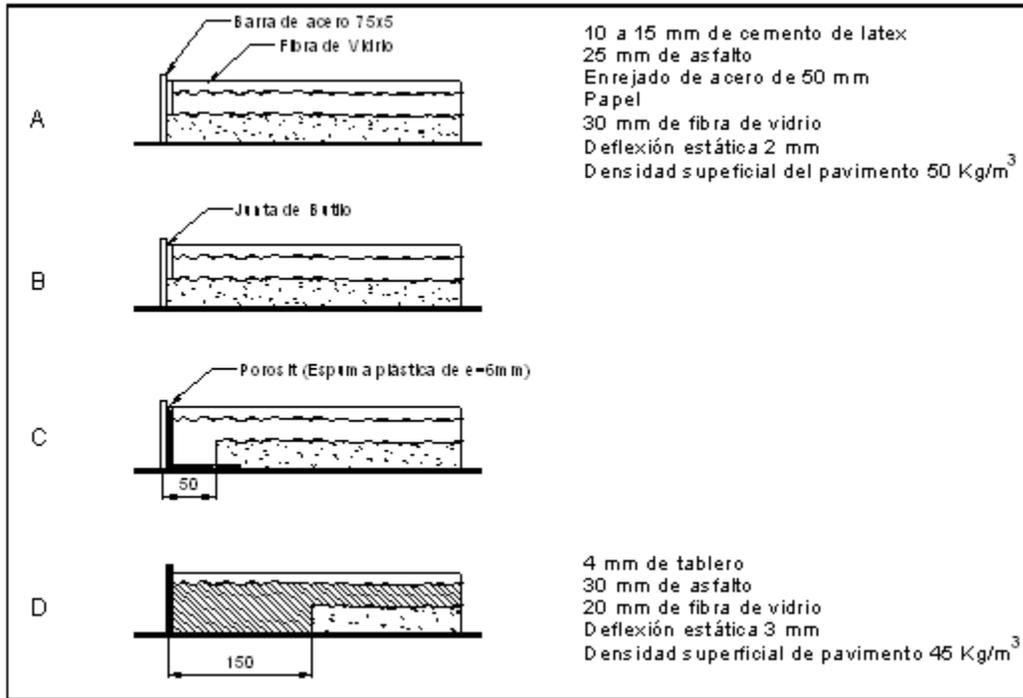


Figura 15a . Configuración de diversos pavimentos flotantes

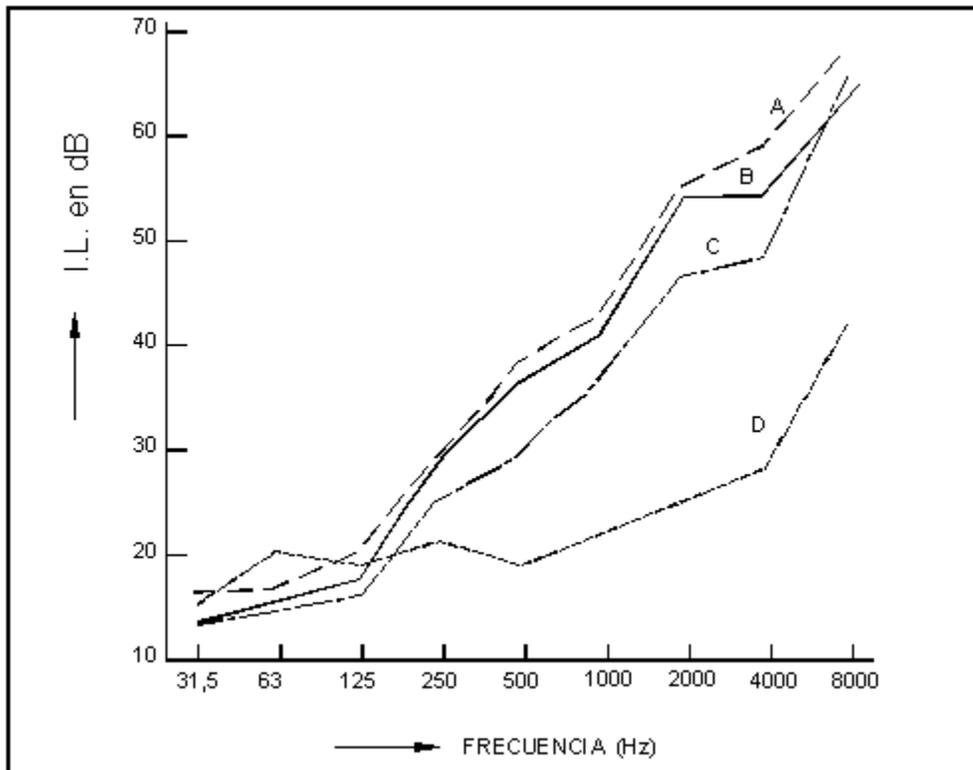


Figura 15b. Comparación de reducción de ruidos de los diversos pavimentos.

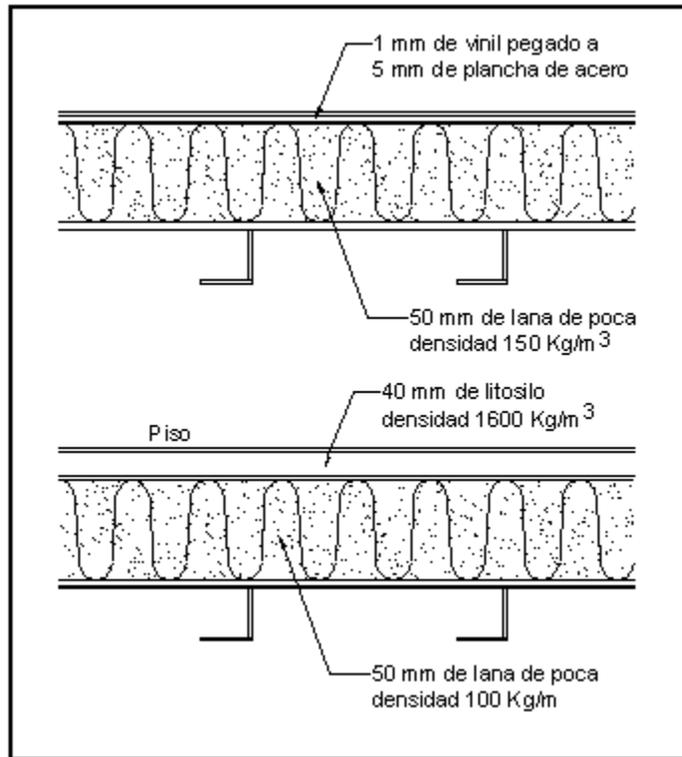


Figura 16. Otra disposición de pavimentos flotantes.

### 2.9.2 Mamparos y tabiquería.

Los mamparos están constituidos por paneles simples o dobles, que, a su vez, podrán estar rellenos (paneles tipo sandwich) o no de un material absorbente (fibra de vidrio, lana mineral, etc.). Es deseable que la densidad superficial de los paneles sea lo más alta posible y que la frecuencia propia del panel no quede dentro de la gama de frecuencias existentes a bordo.

Con un panel doble pueden obtenerse valores del índice T mayores que los del panel simple de igual peso siempre que se cumplan las dos condiciones siguientes:

- La frecuencia crítica del panel doble debe quedar al menos media octava por debajo de las frecuencias sonoras a aislar.
- No deben existir corto circuitos acústicos a través de los elementos de unión de las dos paredes del panel.

Los mamparos deben montarse elásticamente, tanto por la parte inferior como por la superior cuando no sean auto-soportados. En las figuras 17 y 18 se indican detalles de sujeciones elásticas.

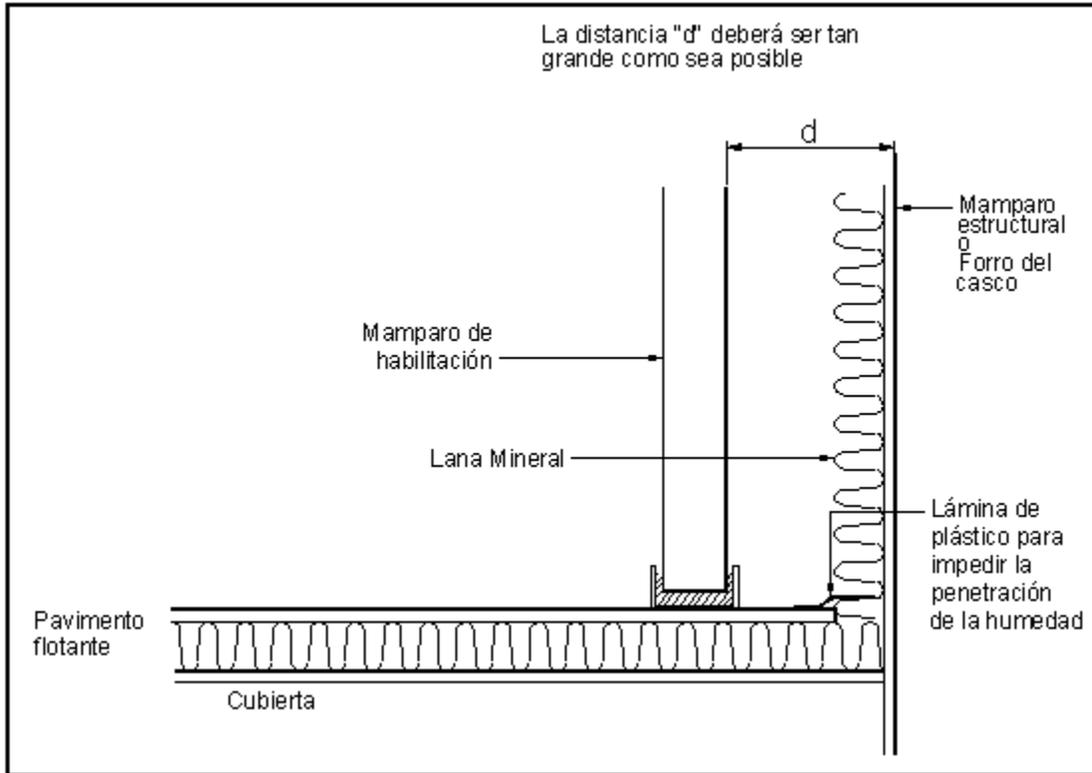


Figura 17. Montaje elástico en la parte inferior de un mamparo.

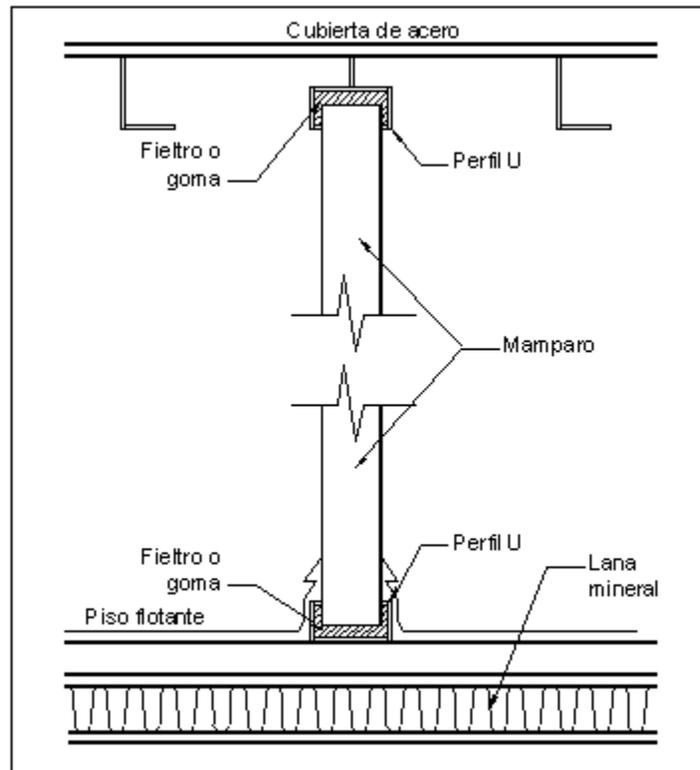


Figura 18. Montaje elástico superior e inferior de un mamparo.

### 2.9.3 Techos.

Si los mamparos de la habitación son auto-soportados, el techo de los alojamientos puede unirse a dichos mamparos. En caso contrario, el techo deberá suspenderse de la cubierta superior mediante conexiones elásticas como se muestra en la figura 19. Entre el techo y la cubierta es conveniente colocar una capa de material aislante (fibra de vidrio, lana mineral, etc.). En los espacios grandes (comedores, salones, etc.), en que la absorción acústica sea algo baja, pueden disponerse en el techo elementos absorbentes del sonido, teniendo en cuenta que detrás de ellos debe existir siempre una barrera sólida que impida la propagación del ruido por el vano del techo.

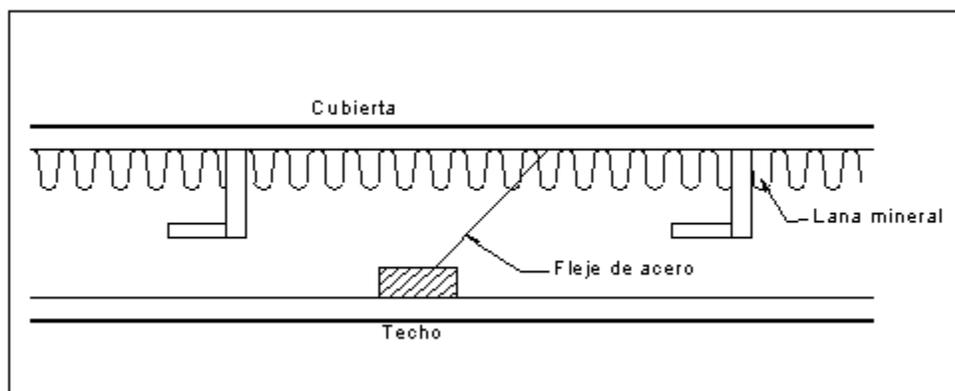


Figura 19. Montaje elástico de techo.

### 2.9.4 Puertas y ventanas.

Las puertas y ventanas deberán tener el mismo índice de pérdidas por transmisión que el resto de la superficie de que forman parte.

Las puertas deberán ajustar bien y tener alrededor de cerco una junta de material elástico (plástico o goma) con la doble finalidad, al reducir el huelgo entre puerta y marco, de disminuir la transmisión sonora y el golpeteo de la puerta con las posibles vibraciones del barco.

Las ventanas deberán montarse de forma que el ruido estructural no se transmita al cristal de las mismas. Para ello deben dotarse de una junta de goma o plástico alrededor del cristal. En los ojos de buey que estén muy próximos a un foco emisor de ruido transmitido por la estructura, puede ser necesario disponer un cristal interior montado elásticamente.

## 2.10 Vibraciones.

El fenómeno de la vibración es una forma de energía que se propaga a través de la estructura del buque y se caracteriza por ser un movimiento oscilatorio y periódico. Este movimiento es una de las sensaciones que más daños puede causar a la tripulación, la vibración la capta el cuerpo humano por medio de las partes del cuerpo que están en contacto directo con el objeto sometido al fenómeno, siendo las manos, sentaderas, y pies las partes más comprometidas. Estas vibraciones pueden ser medidas con unos artefactos llamados galgas extensométricas o sensores de desplazamiento los cuales mediante sistemas electrónicos transforman la señal captada en las unidades de aceleración que se requieren medir.

Los niveles de vibración que el cuerpo recibe en forma parcial o total pueden ser experimentados de acuerdo a los niveles de confort por períodos largos sin daño aparente en éste. Es así como la tripulación no se da cuenta de los cambios en su conducta y eficiencia que se generan por motivo de éste fenómeno.

La sensación más usual que suele producirse en el cuerpo humano después de largos períodos de exposición al fenómeno es la fatiga, la cual se exterioriza como una falta de agudeza visual y lentitud en los movimientos.

El cuerpo humano suele dosificar la energía vibratoria en aquellas partes donde los movimientos se hacen menos tolerables y más nocivos para la salud. Esta forma de protección se conoce como elasticidad del cuerpo humano. Por ejemplo, la cabeza de un sujeto, expuesta a una vibración vertical, se verá mucho menos afectada que el resto del cuerpo, ya que la vibración es absorbida casi completamente por la estructura ósea y muscular de éste, llegando sólo pequeños movimientos a la cabeza, que será donde el movimiento afecte en mayor medida la salud del sujeto.

Es sabido que es prácticamente imposible supeditar condiciones humanas a condiciones con vibración que nos den resultados exactos y confiables. En el estudio de éste fenómeno estamos obligados a trabajar con elementos subjetivos de los efectos de la vibración en el confort humano y éstos tienen un margen de efectividad muy incierto.

Estudios recientes en esta materia han llegado a elaborar niveles de confort óptimos para que el cuerpo humano no sufra grandes trastornos físicos y mentales durante la navegación. Es así como el gráfico de la figura 20 resume los límites de confort que todo barco debe tener para producir los mismos efectos posibles en la salud de los tripulantes.

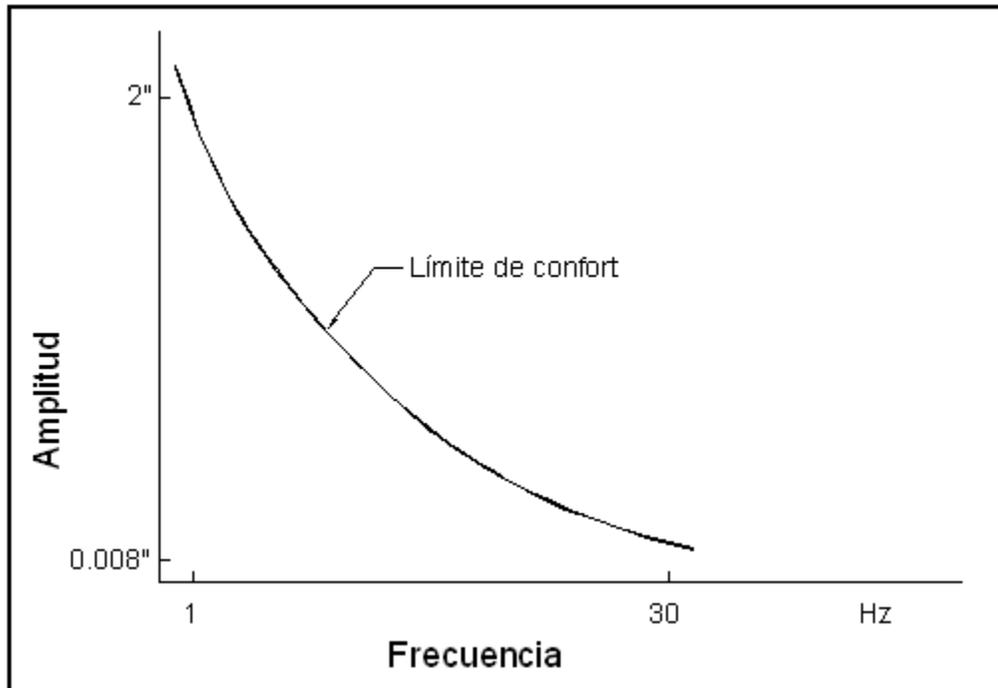


Figura 20. Límites de confort para vibraciones en un barco.

### 2.10.1 Criterios de niveles aceptables de vibración.

Las tres principales razones para realizar predicciones en una etapa de diseño o análisis de mediciones y evaluaciones de las vibraciones a bordo de un buque son:

- La vibración puede resultar molesta e incomodar a la tripulación y/o puede interferir con la eficiencia en la ejecución de sus actividades.
- La vibración puede causar daños por fatiga a importantes elementos estructurales del buque.
- La vibración puede alterar seriamente el propio funcionamiento de la maquinaria esencial y equipos.

**2.10.1.1 Exposición humana a la vibración.** En este campo existen varias normas. En la Organización internacional de Standardización (I.S.O.), tanto la vibración vertical como la horizontal, sobre todo para la evaluación de vibraciones en buques mercantes, son en forma comparativa, muy severas. Las normas I.S.O. se basan sobre datos obtenidos por grupos que trabajan en vibraciones de casco y mediciones sobre buques a través del mundo. Estas normas están destinadas a reflejar el estado admisible de la capacidad (que es la representativa para vibraciones del casco en buques de tipo similar), del hombre para actuar efectivamente a bordo del buque, en un medio ambiente que le puede ser adverso.

A continuación se presenta la norma I.S.O. 6954 para evaluar niveles aceptables de vibración vertical y horizontal. Las tres principales zonas demarcadas, indican las siguientes condiciones:

- Zona I: Los niveles de vibración en esta zona son bastante bajos, por lo que comentarios adversos no deberían ser esperados.

- Zona II: Los niveles de vibración en ésta zona indican que mientras la vibración sea perceptible, pocos comentarios adversos deberían ser esperados.

- Zona III: En ésta zona los niveles de vibración y la respuesta humana se incrementa rápida y severamente; sólo comentarios adversos serán esperados.

Las respuestas se pueden escoger como desplazamientos, velocidades o aceleraciones como lo indica la figura 21.

En las pruebas de mar de un buque es importante realizar medición de vibraciones, para así, de esta manera poder prevenir posibles daños estructurales y molestias a la tripulación y pasajeros. Estas se realizan generalmente en condiciones en aguas profundas y en un mar calmo (estado de mar 3 o menor), el buque debe estar lastrado lo más cercano posible a las condiciones de operación a la que funcionará el buque y asegurando una total inmersión del propulsor.

Las medidas de vibraciones deben ser tomadas, en lo posible, simultáneamente en orden de determinar los modos de vibración, colocando transductores en la popa (lo más cerca posible de la crujía), en el puente (en la crujía y en frente de este), en la cubierta principal (en la crujía y en frente de esta), y en diversos puntos del motor principal y del eje, así como también en diversos puntos de la cubierta a ambas bandas y en crujía si se requiere.

Un protocolo más detallado sobre la medición y reporte de vibraciones se encuentra en la norma de la International Standard Organization (ISO) N° 4867 "Code for measurement and reporting of shipboard vibration data"

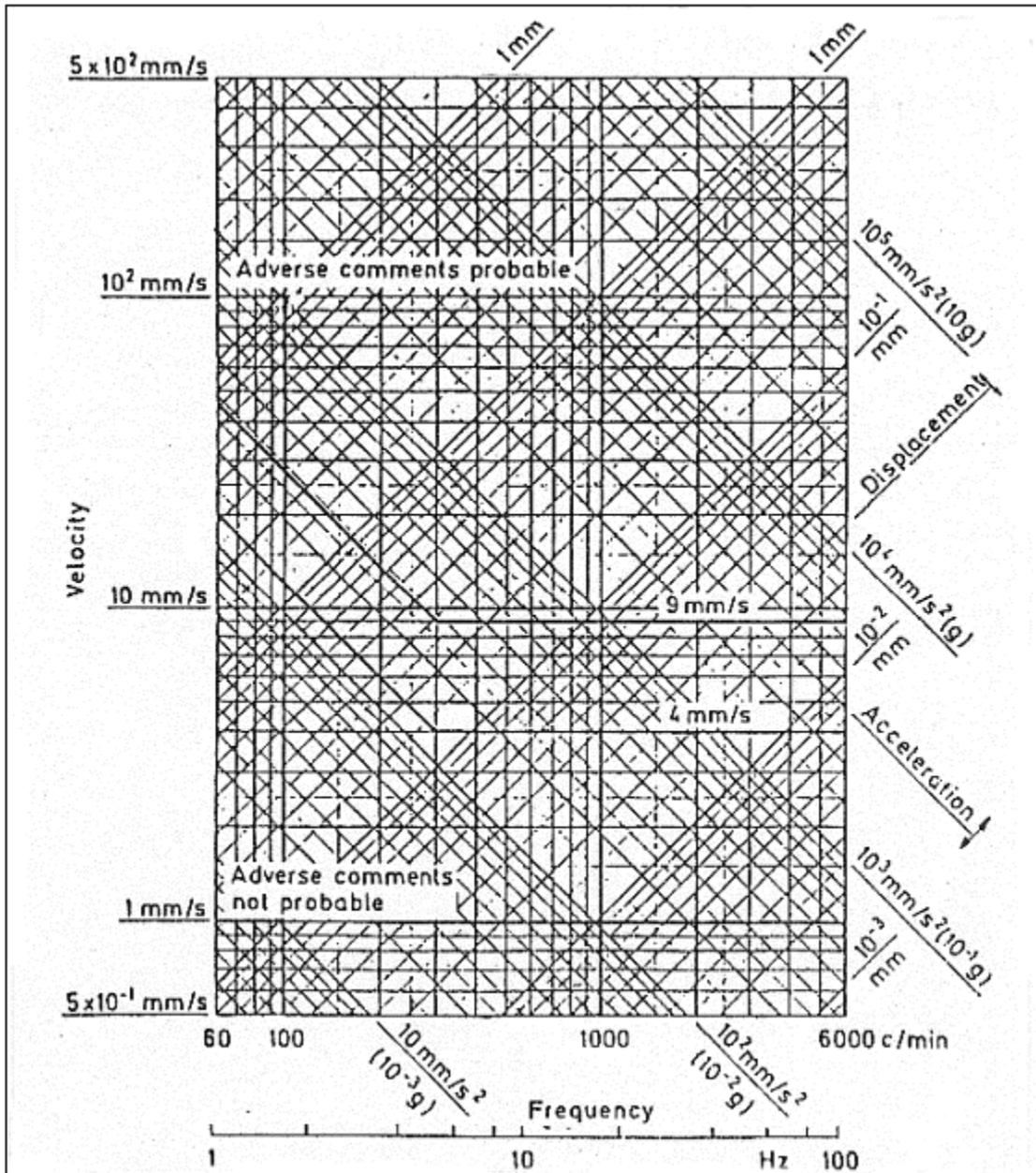


Figura 21. Niveles aceptables de vibración vertical y horizontal.

## CAPITULO III

### ACOMODACIONES Y HABILITACIÓN PARA TRIPULACIÓN Y PASAJE.

#### 3.1 Relaciones entre Espacios y Accesos.

En el capítulo I un arreglo general se definió como como la asignación de espacios para todas las funciones requeridas de este y su equipamiento, propiamente coordinado para ubicaciones y accesos. Es por esto, que la relación funcional entre espacios es la esencia de un arreglo general y el factor más importante a ser considerado para llegar a una ubicación definitiva de los espacios. Además de las relaciones funcionales entre los espacios, las características generales de un espacio deben ser consideradas al ser ubicadas en un buque; esto incluye, el volumen, forma, pesos de contenidos y requerimientos de ventilación. Después de que los principales espacios son ubicados, el principal problema de la relación de espacios están en las acomodaciones.

- Buques de Carga y Carga y Pasajeros: el problema de la relación de espacios de acomodaciones es generalmente similar para estos dos tipos de barcos, pero más compleja para los buques de carga y pasajeros. Hay numerosos factores tales como el número de pasajeros, el clima en la ruta, grado de lujo, el número de clases de pasajeros, la duración del viaje, etc., que influyen en un diseño. El diseño para un buque que transporte una cantidad considerable de pasajeros con varias clases intermedias, se detiene en unos pocos principios básicos los cuáles son generalmente aceptados:

- El espacio en las superestructura es más accesible para las acomodaciones, especialmente para los salones públicos, que bajo la cubierta principal.
- Las mejores condiciones de tráfico para los pasajeros resultan cuando las acomodaciones de éstos están ubicadas en cubiertas entre las cubiertas donde se encuentran el o los comedores y la cubierta donde se ubican los salones públicos.
- La tripulación, a excepción de los oficiales de cubierta son usualmente ubicados sobre la línea de agua de máxima carga en la segunda o tercera cubierta en el mismo lado de la cocina y comedores de la tripulación.
- La cocina se ubica centralmente, frecuentemente a proa de la sala de máquinas.

La relación entre dos espacios puede sólo ser satisfactoria si los accesos entre éstos son cuidadosamente estudiados. En el curso de un diseño los variados grupos de espacios no pueden ser desasociados del acceso horizontal y vertical entre éstos.

- Buques tanques: las regulaciones de la Guardia Costera de los Estados Unidos apunta a la máxima seguridad del personal en eventos de colisiones y fuego, estas regulaciones controlan estrictamente la relaciones de espacios en un buque tanque moderno. Establece que todas las acomodaciones, servicios, y espacios de control tienen que ser ubicados a popa de los espacios de carga, de tal manera que la superestructura quede ubicada sobre los espacios de la maquinaria principal en la porción de popa del buque. Los mamparos de proa de la superestructura enfrentan los espacios de carga y deben ser aislados para satisfacer la clasificación A-60. Los mamparos, a excepción los del puente de mando no deben tener aberturas, y los ojos de buey o ventanillas deberán ser del tipo fijo con cubiertas de acero fácilmente operables desde su interior. El sector de proa de la superestructura debe tener la suficiente altura para proveer una visibilidad aceptable desde el puente, la cuál para los grandes tanques requiere una superestructura de seis o siete niveles. En un arreglo típico, el nivel de la cubierta principal es asignado generalmente a la tripulación de la sala de máquinas, espacios de almacenamiento y servicios; el segundo nivel es usualmente asignado a la cocina, a la tripulación de esta y de los servicios de mayordomos; el tercer nivel asignado a tripulación en general; el cuarto nivel para oficiales; el quinto nivel para el capitán, oficiales en jefe y sala de radio-operadores; y el sexto nivel destinado a el puente de mando. El arreglo definitivo de un buque de este tipo resulta en una superestructura compacta, algo así como un edificio de departamentos, el cuál puede ser servido por una torre central de escalera, en algunos casos un elevador, y escalera exteriores para escapes secundarios.

### **3.2 Accesos generales.**

Junto con la relación adecuada de espacios, los accesos constituyen talvez el corazón del diseño de un arreglo general. Un buque en el cuál los problemas de acceso no son resueltos sufre de falta de confort y eficiencia. En una emergencia una solución inoportuna de accesos puede constituir un serio peligro.

Accesos bien diseñados significan la capacidad de tripulación y pasajeros para moverse alrededor del buque, más específicamente, en el caso de la tripulación significa la posibilidad de tener una vía simple y directa desde sus

acomodaciones hasta sus lugares de operación, desde sus acomodaciones o lugares de operación hasta los espacios de recreación y comedores, desde cualquier espacio exterior hacia la cubierta de botes o cubierta a la intemperie para casos de emergencia o entrenamiento y hacia cualquier espacio del buque para su inspección, mantenimiento o acción de emergencia.

La tripulación debe ser capaz de movilizarse desde sus acomodaciones a sus lugares de labores en cualquier ocasión y bajo cualquier condición climática sin cruzar las áreas de pasajeros y oficiales. La tripulación de mayordomos, como es de suponerse, deben atravesar estas áreas como parte de sus labores normales. Para los accesos utilizados bajo condiciones de emergencia, el principio de segregación de tripulación y pasajeros debe dejarse de lado.

En el caso de los pasajeros, los accesos son satisfactorios cuando ellos pueden ir desde sus cuartos hasta los comedores, salas públicas, cubiertas promenade y de botes sin confusión, sin caminar excesivamente, sin que se produzcan amontonamientos en escaleras y corredores y obviamente sin cruzarse con las áreas de la tripulación o zonas de trabajo del buque.

### **3.3 Requerimientos para acceso y seguridad.**

Las siguientes recomendaciones tienen por objetivos proveer comodidad en la operación de un buque, así como también medios de escape en caso de emergencias tales como incendios e inundaciones.

- Oficiales y tripulación deben ser alojados de tal manera de proporcionar un acceso simple a sus lugares de labores; marineros cerca de la cubierta a la intemperie, tripulación de máquinas cerca de la sala de máquinas, etc.
- Es deseable proveer, cuando sea posible, acceso por popa y proa bajo cubiertas para la tripulación.
- El diseñador debería ser capaz de tomar ventaja de el hecho de que el personal de camareros o mayordomos puede usar los accesos de los pasajeros para desplazarse por el buque.
- Ya que los comedores son usados en promedio tres veces diariamente por la tripulación, el mejor acceso es asumido cuando estos espacios son ubicados cerca de la intersección de las escaleras principales para la tripulación con los pasillos principales de proa y popa.
- Las torres de escaleras principales para pasajeros son útiles en las zonas verticales principales. Estas deben estar lo suficientemente espaciadas para impedir alguna posible confusión. Para una mejor eficiencia deberían estar

ubicadas de tal manera que sean usadas aproximadamente por un mismo número de personas en una operación normal.

- Los accesos de proa y popa de la cubierta a la intemperie deben estar provistos de escaleras inclinadas para ser usada por estibadores o trabajadores portuarios cuando este se encuentre en puerto y, si es posible, hacer un by-pass a la cubierta donde se recreen los pasajeros. (piscinas, sillas, esparcimientos al aire libre en general).

### **3.3.1 Medidas de seguridad contra incendios.**

En los espacios de alojamientos y de los diferentes servicios se adoptará uno de los métodos de protección indicados a continuación:

**3.3.1.1 Método IF.** Construcción de todos los mamparos de compartimentado interior con materiales incombustibles correspondientes a divisiones de clase "B" o "C", en general sin instalar sistema de detección ni de rociadores en los espacios de alojamientos y de servicios.

**3.3.1.2 Método IIF.** Instalación de un sistema automático de rociadores y de alarma para detección y extinción de incendios en los espacios en que puedan declararse aquellos, generalmente sin restricciones en cuanto al tipo de mamparos de compartimentado interior.

**3.3.1.3 Método IIIF.** Instalación de un sistema automático de detección de incendios y de alarma en todos los espacios en los que puedan declararse aquellos, generalmente sin restricciones en cuanto al tipo de mamparos de compartimentado interior, pero a condición de que la superficie de cualquier espacio de alojamiento limitada por divisiones de las clases "A" o "B" no exceda en ningún caso de 50 m<sup>2</sup>. No obstante, la administración podrá aumentar esta superficie si se la destina a espacios públicos.

### **3.3.2 Tipos de Divisiones.**

**3.3.2.1 Divisiones de Clase "A".** Son las formadas por mamparos y cubiertas que reúnan las condiciones siguientes:

- Ser de acero o de otro material equivalente.
- Estar convenientemente reforzadas.
- Estar construidas de manera que impidan el paso del humo y de las llamas hasta el final de una hora de ensayo estándar de exposición al fuego.
- Estar aisladas con materiales incombustibles aprobados, de manera que la temperatura media de la cara no expuesta no exceda de los 139°C por encima

de la temperatura inicial, y que la temperatura no suba en ningún punto, comprendida cualquier unión que pueda haber, más de 180°C por encima de la temperatura inicial, en los intervalos indicados a continuación.

**Clase “A-60” 60 minutos.**

**Clase “A-30” 30 minutos.**

**Clase “A-15” 15 minutos.**

**Clase “A-0” 0 minutos.**

La administración marítima respectiva de cada país puede exigir que se realice una prueba con un mamparo o una cubierta prototipos para asegurarse de que éstos satisfagan las prescripciones mencionadas en cuanto a integridad y elevación de temperatura.

**3.3.2.2 Divisiones de Clase “B”.** Son las formadas por mamparos, cubiertas, cielos rasos y revestimientos que reúnan las siguientes condiciones:

- Estar construidas de manera que impidan el paso de las llamas hasta el final de la primera media hora del ensayo estándar de exposición al fuego.
- Tener un valor de aislamiento tal que la temperatura media de la cara no expuesta no suba más de 139°C por encima de la temperatura inicial, y que la temperatura no suba en ningún punto, comprendida cualquier unión que pueda haber, más de 225°C por encima de la temperatura inicial, en los intervalos indicados a continuación:

**Clase “B-15” 15 minutos.**

**Clase “B-0” 0 minutos.**

- Ser de materiales incombustibles aprobados, además de que todos los materiales que se empleen en la construcción y el montaje de las divisiones de la clase “B” habrán de ser incombustibles, aún cuando se podrá autorizar el empleo de chapillas combustibles a condición de que éstas satisfagan las pertinentes prescripciones.

**3.3.2.3 Divisiones de Clase “C”.** Son las construidas con materiales incombustibles aprobados. No es necesario que satisfagan las prescripciones relativas al paso del humo y de las llamas ni a la limitación de la elevación de la temperatura.

### 3.3.3 Integridad al fuego de los mamparos y cubiertas.

Además de cumplir con las disposiciones de integridad al fuego ya mencionadas, los mamparos y cubiertas tendrán como integridad mínima la indicada en los siguientes cuadros.

Cuadro 10.

INTEGRIDAD AL FUEGO DE LOS MAMPAROS QUE SEPAREN ESPACIOS ADYACENTES											
ESPACIOS	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	
Puestos de Control	(1)	A-0 <sup>e</sup>	A-0	A-60	A-0	A-15	A-60	A-15	A-60	A-60	*
Pasillos	(2)		C	B-0	B-0 A-0	B-0	A-60	A-0	A-0	A-0	*
Alojamientos	(3)			C <sup>ab</sup>	B-0 A-0 <sup>c</sup>	B-0	A-60	A-0	A-0	A-0	*
Escaleras	(4)				B-0 A-0 <sup>c</sup>	B-0	A-60	A-0	A-0	A-0	*
Espacios de servicios con riesgo reducido de incendio	(5)					C	A-60	A-0	A-0	A-0	*
Espacios de categoría A para máquinas	(6)						*	A-0	A-0	A-0	*
Otros espacios de máquinas	(7)							A-0 <sup>d</sup>	A-0	A-0	*
Espacios de carga	(8)								*	A-0	*
Espacios de servicios con riesgo elevado de incendio	(9)									A-0 <sup>d</sup>	*
Cubiertas expuestas	(10)										-

Cuadro 11.

INTEGRIDAD AL FUEGO DE LOS MAMPAROS QUE SEPAREN ESPACIOS ADYACENTES											
ESPACIOS	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	
Puestos de Control	(1)	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-60	A-0	A-0	A-0	*
Pasillos	(2)	A-0	*	*	A-0	*	A-60	A-0	A-0	A-0	*
Alojamientos	(3)	A-60	A-0	*	A-0	*	A-60	A-0	A-0	A-0	*
Escaleras	(4)	A-0	A-0	A-0	*	A-0	A-60	A-0	A-0	A-0	*
Espacios de servicios con riesgo reducido de incendio	(5)	A-15	A-0	A-0	A-0	*	A-60	A-0	A-0	A-0	*
Espacios de categoría A para máquinas	(6)	A-60	A-60	A-60	A-60	A-60	*	A-60	A-0	A-60	*
Otros espacios de máquinas	(7)	A-15	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	*	A-0	A-0	*
Espacios de carga	(8)	A-60	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	*	A-0	*
Espacios de servicios con riesgo elevado de incendio	(9)	A-60	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	A-0	*
Cubiertas expuestas	(10)										

Donde:

- a) Los mamparos no estarán sujetos a ninguna exigencia especial si se emplean los métodos de prevención de incendios IIF y IIIF

- b) El método IIIF obliga a colocar mamparos de la clase “B”, del tipo de integridad al fuego “B-0”, entre espacios o grupos de espacios que ocupen una superficie de 50 m<sup>2</sup> o más.
- c) Para determinar el tipo aplicable a cada caso, deberán seguirse las recomendaciones ya citadas.
- d) Si se trata de espacios de la misma categoría numérica y con el subíndice **d** añadido, se exigirán mamparos o cubiertas del tipo indicado en las tablas cuando los espacios adyacentes estén destinados a fines distintos, es posible, por ejemplo, con los de la categoría (9), no hará falta montar un mamparo entre dos cocinas colindantes; pero entre una cocina y un pañol se necesita un mamparo del tipo “A-0”.
- e) Los mamparos que separen entre sí el puente de gobierno, el cuarto de derrota y la cabina radiotelegráfica podrán ser del tipo “B-0”
- \*) Significa que la división habrá de ser de acero o de un material equivalente, pero no necesariamente de la clase “A”.

### **3.3.4 Señales de emergencia e indicativas.**

En conexión con los accesos, debe ser mencionado que los pasajeros son susceptibles a ser fácilmente confundidos acerca de su paradero, y esto ciertamente le concierne a un a la distribución interior del un buque y puede ser peligroso en una emergencia. Para esto hay ciertas recomendaciones a seguir para ayudar a los pasajeros a familiarizarse con la disposición interior del buque que deberían ser usadas: (Ver figuras 22 y 23.)

- Flechas indicativas indicando la dirección hacia Proa y hacia Popa, ubicadas en los corredores de las cubiertas bajo una luz.
- A la bajada de cada escalera debería ubicarse un letrero de “usted se encuentra aquí” con el correspondiente plano del barco para la cubierta en el cuál debería mostrar cuáles son las mejores escaleras alternativas si la escalera inmediata no está habilitada.
- En cada bajada de escalera, en adición a la dirección de los botes salvavidas de acuerdo resolución OMI A.760(18), deben haber letreros indicando los espacios públicos ubicados hacia arriba o debajo de las escaleras, respectivamente, así como también a aquellos ubicados en la cubierta en la que uno se encuentra.



Figura 22. Señales de emergencia indicativas.



Figura 23. Señales de emergencia indicativas.

### **3.3.5 Medios de escape.**

Es recomendable que en cada área donde los pasajeros o tripulación se pudieren encontrar cuente con dos vías de escape como mínimo y que posean pasamanos a ambos lados, y que al menos uno de estos no sea a través de una puerta estanca. Estos dos medios de escape deben estar lo más separados posibles, tomando en consideración que las escaleras verticales no se consideran como medios de escapes. Las puertas que conducen a estos escapes no deben estar cerradas con seguros, o si se llegaran a encontrar cerradas estas deben estar provistas de paneles de ruptura debidamente indicados. En el caso de que los diferentes espacios cuenten con ventanas o claraboyas, al menos una de estas debe poder ser abiertas para proporcionar una vía alternativa de escape. (Ver Anexo V).

Con respecto a las escaleras, estas deben ser lo suficientemente anchas para permitir tráfico de emergencia como se describirán en el punto 3.4.1.1 en página 62, y además estar provistas de pasamanos a ambos lados como en los pasillos. Dentro de cada zona vertical principal, una torre de escalas debe dar acceso a la cubierta de intemperie y debe poseer mamparos y puertas para cada nivel. Las escalas y elevadores que sirvan sólo dos niveles debe tener mamparos y una puerta para un nivel. Una escala ubicada completamente en un espacio público no se debe considerar como un medio de escape asimismo como los elevadores

Es importante proveer también, en pasillos de circulación estaciones de incendio, interruptores de alarma, iluminación de emergencia (para las diferentes acomodaciones), estaciones de corte rápido de fuel oil (principalmente en la primera cubierta).

### **3.4 Principales vías de tráfico.**

Para un buque típico de carga o de pasajeros la figura 24 muestra las principales vías de tráfico para la tripulación y pasajeros, en el sentido vertical y horizontal. La figura isométrica, la cual no representa ningún buque en específico, ilustra los accesos y circulaciones en un buque de carga y pasajeros de alrededor de 150 metros de eslora, y transportando alrededor de 200 pasajeros, 30 oficiales, y 150 tripulantes. Las cifras entre paréntesis en los bloques de acomodaciones indican la capacidad asumida. Las cifras sobre las escaleras son un índice aproximado de su uso diario el cual permite una comparación a un nivel básico.

Desde la proa hasta la popa las sucesivas escalera proveen un nexo de unión entre los variados espacios como sigue:

- a)** Castillo de Proa hacia proa, almacenes del contra maestre.
- b)** Acceso a comedores y cubierta a la intemperie para la tripulación en zonas B y C.
- c)** Escala principal para tripulación. Accesos a comedores para tripulación en zonas C-D, y zona de embarque; accesos a pasillos de circulación de la tripulación por proa y popa en cubierta B; acceso a acomodaciones de oficiales y espacios de navegación; accesos de emergencia para pasajeros hacia el nivel de embarcación.
- d)** Cocina y almacenes de cocina.
- e)** Acceso a la sala de máquinas desde las circulaciones para tripulación de proa y popa.
- f)** Accesos a cubierta de intemperie para la tripulación en la áreas E-F; accesos de emergencia para pasajeros hacia la cubierta de intemperie desde el sector de popa de la cubierta A.
- g)** En el sector de popa se encuentran los almacenes del contra maestre y el servo del timón y en forma separada una escotilla del túnel porta-ejes.
- X)** Escala principal de pasajeros del sector de proa. Embarcación de botes y salas públicas, entrada al lobby y de oficiales, camarotes de proa en la cubierta principal y acceso al comedor principal.
- Y)** Escala principal de pasajeros del sector de popa. Embarcación de botes y salas públicas, entrada al lobby y de oficiales, camarotes de popa en la cubierta principal y acceso al comedor principal.

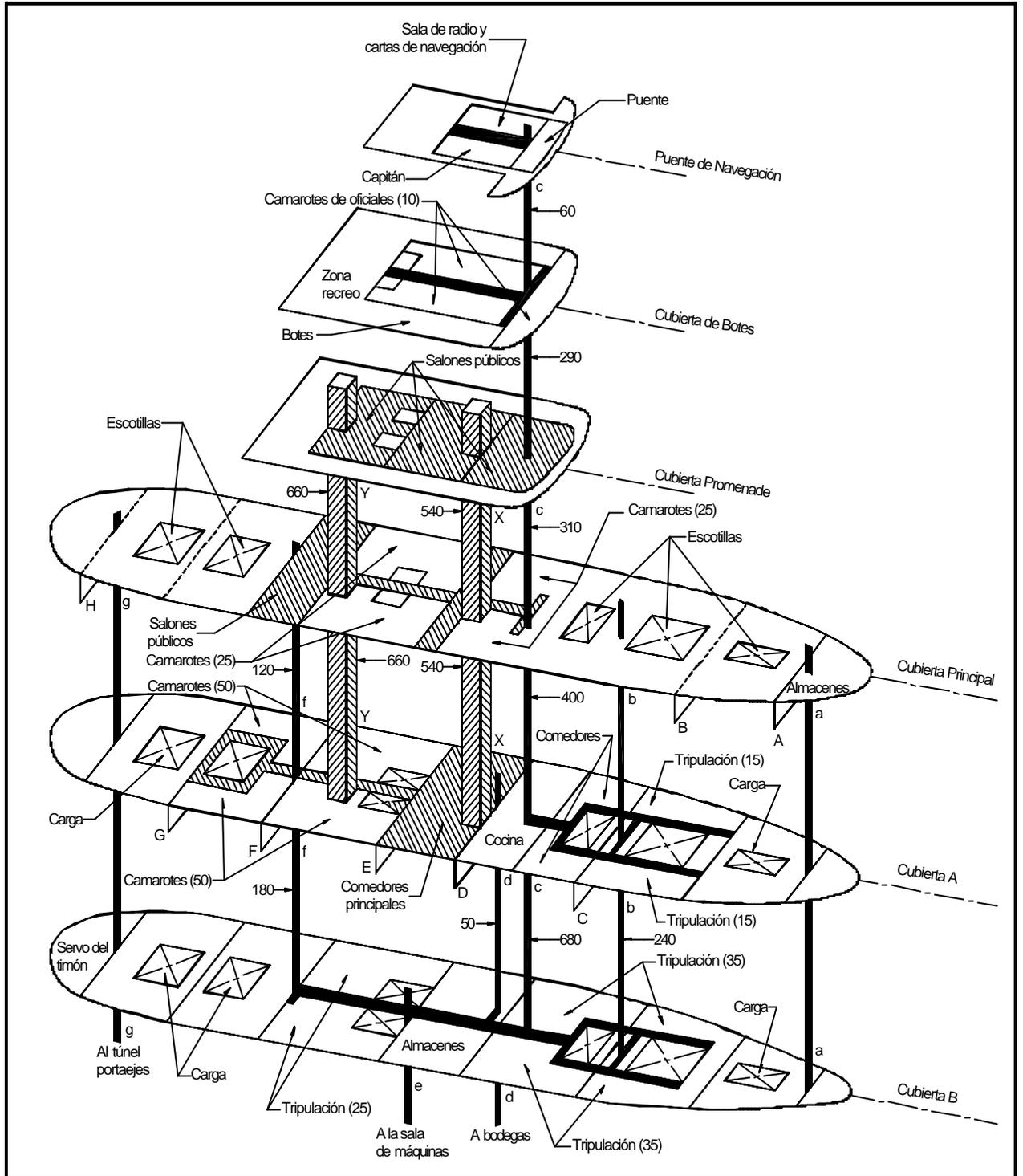


Figura 24. Principales vías de tráfico para tripulación y pasajeros.

### 3.4.1 Consideraciones de diseño de ciertos elementos de acceso.

**3.4.1.1 Escalas.** Por razones estructurales es preferible mantenerlas dentro de las líneas de las vigas. Las escalas a través del barco deben ser evitadas (sentido babor-estribor), si es posible, particularmente para pasajeros debido a que a un alto ángulo de rolido sumado al ángulo de la escala pueden llegar a producir ángulos totales de  $75^\circ$  y hacer difícil a la persona el subirlas o bajarlas. También se debe evitar ubicar acomodaciones y escalas muy alejadas de la sección media del buque ya que las fuerzas verticales causadas por el cabeceo de este llegan a ser de una magnitud considerable en los extremos del buque pudiendo desencadenar serios accidentes. La práctica de los marinos y la tripulación admite inclinaciones de mayor ángulo para las escalas y escaleras que las utilizadas comúnmente en tierra. Como es lógico en la mar cada persona debería ser capaz de subir y bajar una escala asida del pasamanos, lo que limita los tramos de estas a 107 cm. aproximadamente y a un ángulo máximo de  $50^\circ$ , excepto para aquellas escaleras con ángulos mayores que se encuentren en áreas aisladas del buque; en el caso que circulen más de dos personas de frente se deberá hacer del doble del ancho. Es importante asegurar que la huella de una escalera sea de material antideslizante, como plancha de acero diamantada, acero desplegado, o pintura con recubrimiento antideslizante.

Como se ve en la figura 25, se comparan tres tipos comunes de escalas para pasajeros, en la cuál el ejemplo **a)** es bueno y compacto, pero poco atractivo; **b)** es un modelo también atractivo, pero ocupa un mayor espacio para una misma efectividad; **c)** es usualmente diseñada con los mismos vanos (espacios) en los sectores de proa y popa que en las utilizadas en las zonas intermedias del buque, sin embargo, esta disposición de escalas es un poco más onerosa que el resto, pero se desperdicia menos espacio, además, pueden ubicarse en las proximidades los cubos de los ascensores si es que los hubiese.

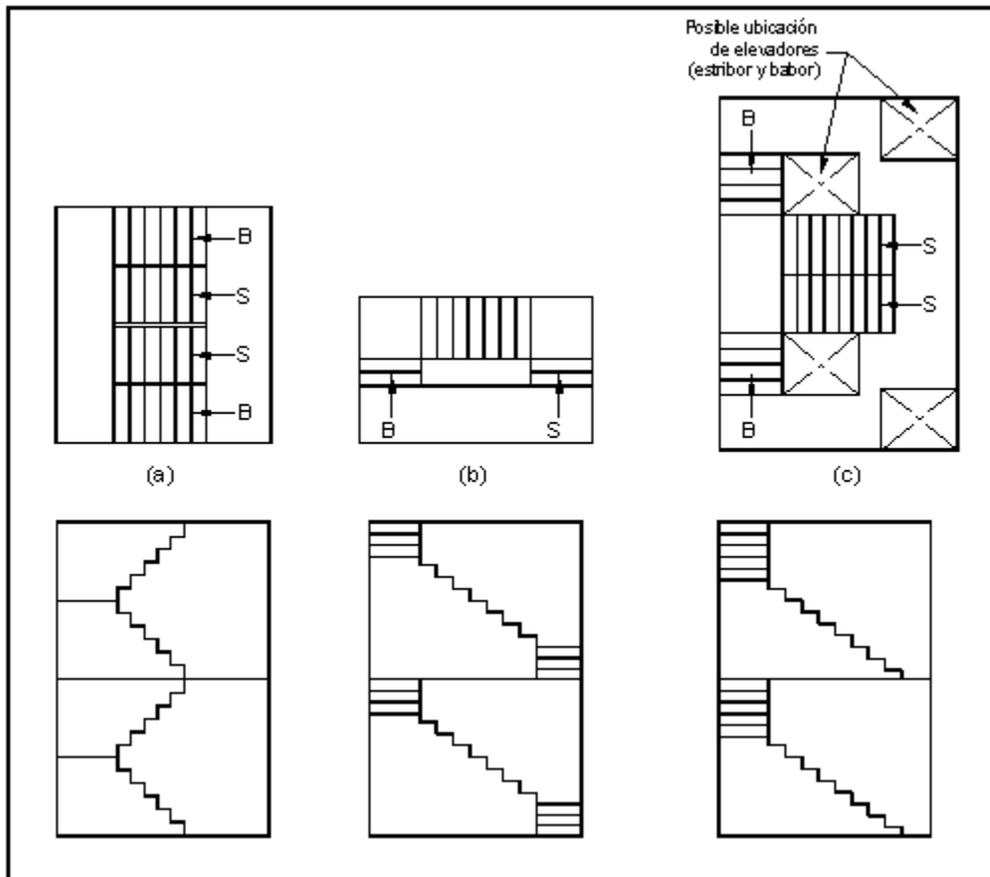


Figura 25. Tres configuraciones de escalas para pasajeros.

En la figura 26, se compara diferentes arreglos de escalas para tripulación, en las cuales, es recomendable, al igual que en los ejemplos anteriores tengan un descanso en los tramos entre cubierta y cubierta como se ve en la figura 126b. Además deben ser construidas en acero y materiales ignífugos, y deberían tener superficies antideslizantes en las huellas y en cada extremo.

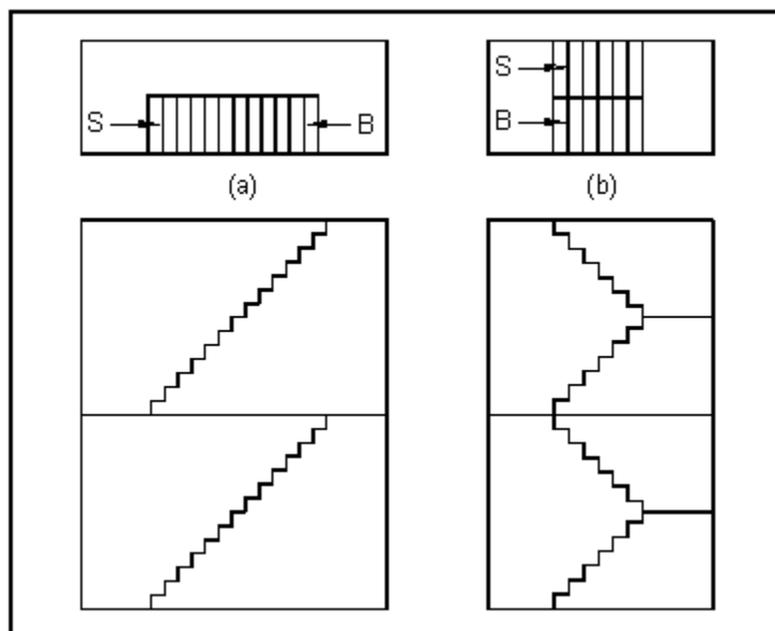


Figura 26. Configuración de escalas para tripulación.

La figura 27 muestra una representación esquemática de una escala y sus proporciones principales son mostradas en el cuadro 12 para pasajeros, tripulación y escaleras inclinadas.

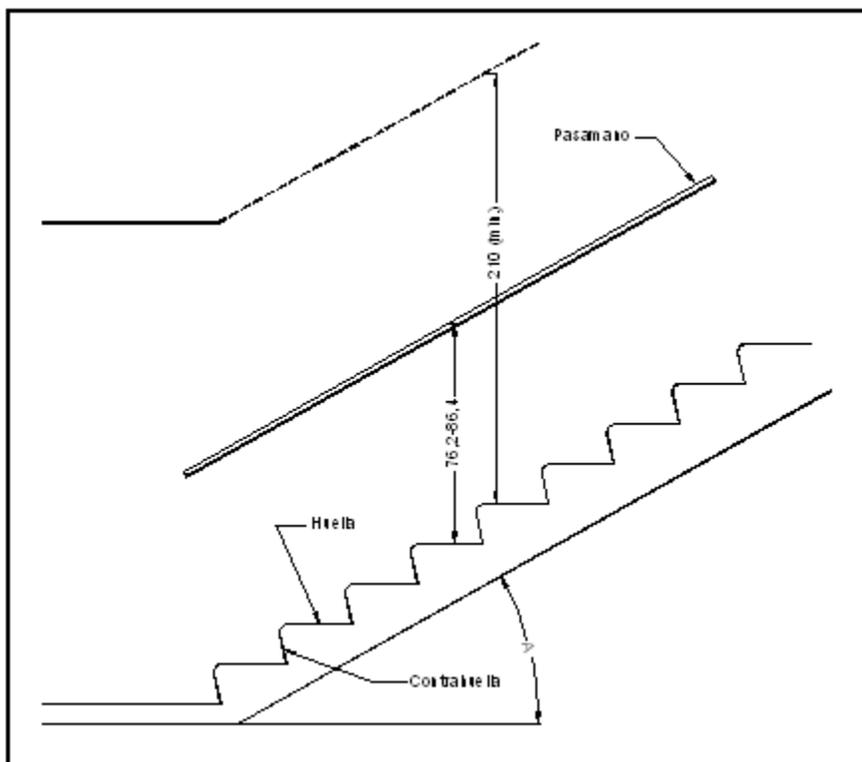


Figura 27. Dimensiones principales para una escala

Cuadro 12. Proporciones máximas y mínimas de escaleras.

	Contrahuella (cm.)		Huella (cm.)		Angulo (A)	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Escalas de Pasajeros	15,2	19,7	27,9	38,1	30°	40°
Escalas de Tripulación	15,2	21,6	20,3	27,9	45°	50°
Escaleras inclinadas	**	21,6	16,5	Abierto	50°	50°

**3.4.1.2 Escaleras inclinadas.** El arreglo de las escaleras de cubierta desde proa hasta popa, puente, castillos de proa o popa a menudo testifican la poca demanda que estas tienen. Estas escaleras generalmente tienen un menor ancho, debido a que estas, particularmente en la bajada, se transforman en peligrosas, mientras que su posición a menudo incrementa el riesgo a caer por la borda en alta mar (figura 28a), debido a las razones explicadas en el punto 3.5.1. Para incrementar la seguridad en su ascenso tanto como en su descenso de estas es recomendable que sean ubicadas lo más cerca posible de superestructuras como sea pueda (ver figura 28b). Una práctica aún mejor es colocarlas en un receso o nicho, en la cual se encontrará más protegida del posible oleaje que se pudiera embarcar en cubierta como se muestra en la figura 29a. Por la misma razón una escala ancha en lugar de dos angostas, situada en la crujía del buque, puede ser suficiente, en cuyo caso no es necesario colocarla en un nicho como

se muestra en la figura 29b. La distancia que ocupa la escalera en el sentido horizontal a menudo se trata de reducir al mínimo para disminuir el espacio ocupado de cubierta o circulación; esto se hace reduciendo al mínimo la huella y aumentando el ángulo de inclinación de esta, lo que a veces conlleva a una circulación dificultosa por la escalera; por esto es importante conservar las proporciones como las mostradas anteriormente en el cuadro 12.

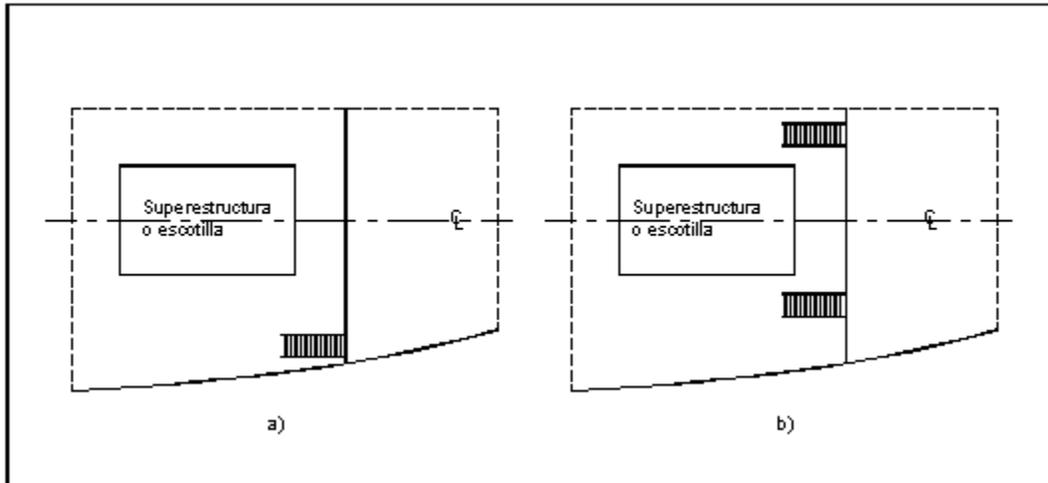


Figura 28. Posición de escaleras en cubierta.

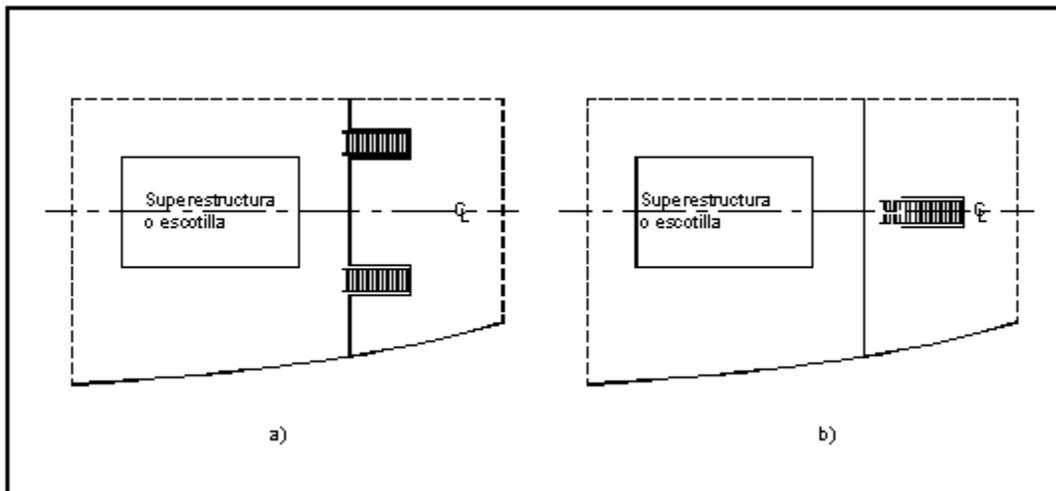


Figura 29. Posición de escaleras en receso.

**3.4.1.3 Elevadores.** Los elevadores deberían duplicar la función de las escalas principales de pasajeros. En ubicaciones donde las escalas dobles son necesarias puede ser necesario colocar uno o dos elevadores dependiendo de las condiciones de tráfico que se estimen para el diseño. Un criterio de diseño muy comúnmente usado en buques, especialmente en transportes de pasajeros es el de asignar 930 cm<sup>2</sup> netos de área del elevador por cada 5 personas.

**3.4.1.4 Pasillos.** El ancho de estos debe ser proporcional al tráfico que se estime en el lugar. En el cuadro 13, se muestran diferentes anchos de pasillos para un buque, en la cual se muestra un mínimo y un promedio de estos, y no considera casos especiales.

Cuadro13. Dimensiones para pasillos en un buque.

	Mínimo (cm.)	Promedio (cm.)
Tripulación, transversales, secundarios	69	76
Tripulación, longitudinal	76	107
Tripulación, transversales principales	91	122
Tripulación, corredores de trabajo	137	183
Corredores, sectores enfermería	107	**
Pasajeros, transversales, secundarios	76	**
Pasajeros, longitudinales	107	122
Pasajeros, transversales principales	137	152

Para buques de pasaje de gran tamaño con una gran manga, hay opciones que van desde un pasillo principal que corre por la crujía del barco, hasta dos pasillos principales, a estribor y a babor de la crujía. El arreglo o ubicación de los camarotes depende directamente de esta distribución que se haga de los pasillos.

**3.4.1.5 Puertas.** Desde el punto de vista de acceso, las puertas de acceso a camarotes de tripulación y pasajeros, debería ser de 66 cm. de ancho libre, hacia los baños de 61 cm. aproximadamente; hospital o enfermería 91 a 107 cm. para los casos mas angostos. Cuando las puertas se encuentren en lugares de alto tráfico, como entradas a comedores, salones etc. Estas deberían ser de más de 107 cm. de ancho, y por lo general son de doble hoja. Las puertas deben ser de materiales resistentes y retardantes del fuego. Las puertas ubicadas entre despensas y comedores de tripulación, entra cocina y comedores principales son frecuentemente de hojas de doble acción, y con una pequeña ventana de vidrio que permita ver del otro lado para prevenir colisiones. En salones públicos u otros lugares donde hubieren puertas de vidrio, estas

deben ser de al menos 6 mm de espesor y no ser completamente transparente, de otra manera los transeúntes podrían chocar con ellas. Esto puede ser prevenido colocando adornos o decorando las hojas de las puertas para hacerlas visibles a simple vista.

### **3.5 Acomodaciones de pasajeros y tripulación.**

La OIT, en su Convenio 133 de 1970, establece ciertos parámetros de espacios mínimos aceptables para cada persona, subdividiéndolos entre tripulantes y pasajeros, además del tonelaje del buque, y estos valores corresponden a los siguientes:

- En los dormitorios, la superficie disponible por cada miembro del personal subalterno no deberá ser inferior a:
  - a) 3,75 metros cuadrados (40,36 pies cuadrados) en buques de 1 000 toneladas o más, pero menos de 3 000 toneladas;
  - b) 4,25 metros cuadrados (45,75 pies cuadrados) en buques de 3 000 toneladas o más, pero menos de 10 000 toneladas; y
  - c) 4,75 metros cuadrados (51,13 pies cuadrados) en buques de 10 000 toneladas o más.
  
- Sin embargo, la superficie por ocupante de los dormitorios en que estén alojados dos miembros del personal subalterno no deberá ser inferior a:
  - a) 2,75 metros cuadrados (29,60 pies cuadrados) en buques de 1 000 toneladas o más, pero menos de 3 000 toneladas;
  - b) 3,25 metros cuadrados (34,98 pies cuadrados) en buques de 3 000 toneladas o más, pero menos de 10 000 toneladas;
  
  - a) 3,75 metros cuadrados (40,36 pies cuadrados) en buques de 10 000 toneladas o más.

• Asimismo, la superficie de los dormitorios para el personal subalterno en los buques de pasajeros no deberá ser inferior a:

- a) 2,35 metros cuadrados (25,30 pies cuadrados) por ocupante en buques de 1 000 toneladas o más, pero menos de 3 000 toneladas;
- b) en buques de 3 000 toneladas o más:
  - i) 3,75 metros cuadrados (40,36 pies cuadrados) en dormitorios para una persona;
  - ii) 6,00 metros cuadrados (64,58 pies cuadrados) en dormitorios para dos personas;
  - iii) 9,00 metros cuadrados (96,88 pies cuadrados) en dormitorios para tres personas; y
  - iv) 12,00 metros cuadrados (129,17 pies cuadrados) en dormitorios para cuatro personas.

En el cálculo de estas superficies se debe incluir el espacio ocupado por la literas, camas, armarios, cómodas y asientos. Los espacios reducidos y de forma irregular, que no aumenten de una manera efectiva el espacio disponible para circular y que no puedan ser utilizados para colocar muebles, serán excluidos del cálculo.

### **3.5.1 Espacios de Pasajeros.**

**3.5.1.1 Proceso de Diseño e Integración.** Como base para un arreglo de los espacios de pasajeros, el propietario o armador usualmente estipula sus requerimientos para el número de pasajeros, número de clases, números de los diferentes tipos de camarotes, y requerimientos generales para los espacios públicos. También estipula los estándares de espacio y calidad del mobiliario, generalmente en comparación con algún buque existentes. Usando estos requerimientos, el ingeniero procede a hacer asignaciones generales de bloques de camarotes y salones públicos en base al total de área por persona o por camarote, usualmente tomados también de buques existentes. Debido a que en un buque hay una cantidad de espacio considerable el cuál puede estar disponible para los pasajeros, es importante proporcionarlos correctamente para obtener las mejores ventajas y relaciones entre los camarotes, áreas públicas internas y áreas públicas externas.

La asignación de espacios están, en efecto, basados en una malla tridimensional, que consiste en las cubiertas, mamparos estructurales, y mamparos principales a prueba de fuego. Es importante, que en las etapas iniciales del diseño, ubicar las vías principales de escalas las cuáles conforman las torres de escalas para el control de fuego.

Normalmente el proceso de diseño va de lo general a lo particular; los sucesivos pasos en el diseño luego van apareciendo de acuerdo a su orden de importancia. Hay, sin embargo, instancias tales como el diseño de bloques de camarotes, donde la estructura, acomodaciones, accesos y las vías de servicios se combinan en una sola unidad. Para lograr esto es necesario fomentar el diseño simultáneo desde varios frentes.

Por ejemplo, desde el punto de vista estructural un número de mamparos de camarotes en la superestructura debería alinearse verticalmente con los mamparos transversales principales y las cuadernas en el casco de manera apropiada para atiesar aún más la superestructura contra vibraciones y esfuerzos torcionales. Esto puede ser logrado cuando el ancho de los camarotes tienen una relación simple con las cuadernas y las claras (distancia entre cuadernas) entre estas. Similarmente, los mamparos componentes de pasillos, espacios de maquinarias, etc. Deberían alinearse con escotillas o baos principales cuando sea posible. Esto mejora la resistencia longitudinal, genera mejores espacios y minimiza cantos y recovecos poco atractivos y oculta la vigas.

**3.5.1.2 Camarotes de pasajeros.** La conveniencia y el confort físico de la gente en el mar no es algo que pueda ser descrito por una ley general sin considerar el tipo de buque y las circunstancias de viaje. Por ejemplo un ferry que pasa una noche navegando necesita acomodaciones simples y bien ordenadas las cuales son provistas en buques que realizan viajes de hasta cinco días. Un buque crucero tiene necesidades completamente diferentes. Los pasajeros pueden usar sus camarotes por semanas o incluso meses y además necesitaran áreas de recreo y esparcimiento más amplias.

Como el espacio en buque, destinado para pasajeros, es debidamente distribuido, es importante proporcionar la mejor relación entre camarotes, espacios públicos y espacios exteriores. Factores importantes en el diseño de estas acomodaciones es el número de pasajeros, el grado de lujo, el tiempo de viaje, etc.

El área destinada a las acomodaciones a cambiado un poco con el tiempo y en algunos casos se les a asignado el mínimo posible, con el objetivo de

destinar mayores espacios a salones públicos, áreas de esparcimiento, etc. Un ejemplo de esto se muestra en el cuadro 14 para buques de carga y pasaje.

El acceso es la clave en el diseño de las acomodaciones de pasajeros. Es esencial para tripulación y pasaje tener acceso a sus acomodaciones de manera simple y directa, y si es posible en forma separada.

El diseño de las acomodaciones debe ser considerado desde los siguientes puntos de vista:

- Constructor: facilidad de construcción.
- Armador: los camarotes deberían ser adaptables y tener un uso económico del espacio.
- Tripulación: fácil mantenimiento y asistencia.
- Pasajeros: debe proporcionar confort conveniencia y una atmósfera placentera.

Cuadro 14. Cambio en la asignación de áreas para las acomodaciones en diferentes buques a través del tiempo.

Tipo de Buque	Oficiales		Tripulación		Pasajeros		
	Cantidad	Porcentaje total de área	Cantidad	Porcentaje total de área	Cantidad	Porcentaje total de área	Área de camarotes 1ª clase 2 camas (m)
<b>BUQUES DE CARGA</b>							
1958 Cargo Liner Clase "M"	25	41	53	41	12	18	17,66
1966 Cargo Liner Clase Priam	16	61 (**)	33	39	xxx	xxx	xxx
1969 Portacontenedores "Encounter Bay"	17	60	19	40	xxx	xxx	xxx
1972 Portacontenedores Liverpool Bay	17	55	21	45	xxx	xxx	xxx
<b>BUQUE DE PASAJEROS</b>							
1954 Buque de Pasaje Saxonia	34	7,6	423	28	925	64	14,4
1960 Buque de Pasaje Oriana	75	8,5	825	24,5	2142	67	13,38
1969 Buque de Pasaje Q.E. II	76	7,5	824	19	2025	73,5	33,46
1972 Buque de Pasaje Spirit of London	34	7,8	288	25,8	874	66,4	11,62
<b>FERRIES</b>							
1961 Ferry Caledonian Princess	11	25	65	61	1400	14	4,18
1971 Ferry Ailsa Princess	14	28,5	50	49,5	1200	22	4
(*)	Cuarto con doble cama	(**)	Incluye baño privado	(***)	Cuarto con cama simple		

Sumado a el arreglo de las acomodaciones, hay que tener una consideración especial con la instalación de paneles, iluminación y el tipo de accesorios y mobiliario. Esto es importante a la hora de efectuar mantenciones. Debido a los variados números de servicios que intervienen en un camarote, como plomería, servicios eléctricos, ventilación que intervienen a la hora de efectuar alguna mantención, que siempre será necesario realizar, es esencial que la tabiquería, los cielos y mobiliario deben ser de tal manera que puedan ser removidos con un mínimo esfuerzo para poder realizar las mantenciones respectivas.

Como se mencionó anteriormente, el tipo de acomodación requerida depende de las circunstancias del viaje y bajo las condiciones en que será usado. Un buque de pasaje que realice viajes cortos necesitará un arreglo simple. En tales circunstancias un guardarropa hecho a la medida es necesario junto con un colgador de ropa. Una iluminación simple es deseable junto con iluminación sobre las literas. Un camarote típico de este tipo es el mostrado en la figura 30 correspondiente a un camarote de dos literas con un área de aproximada de suelo de unos 4 m<sup>2</sup>.

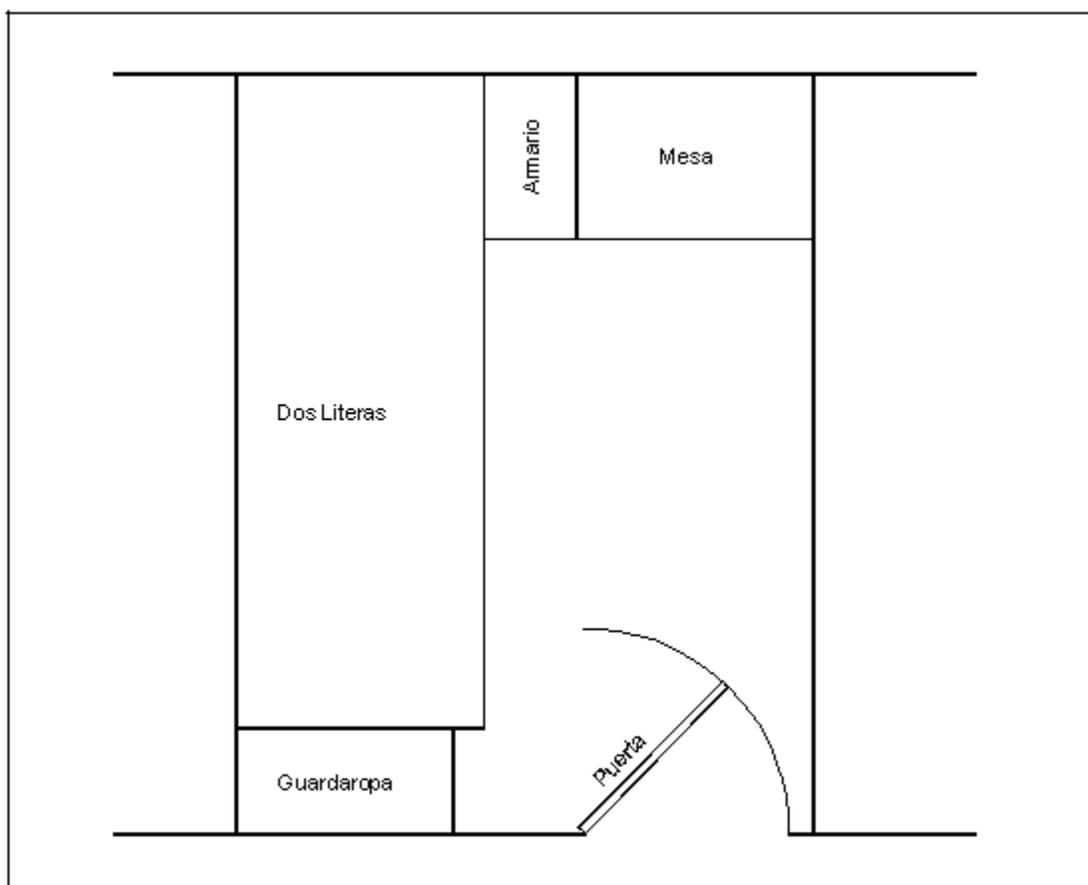


Figura 30. Camarote simple de dos literas.

Las necesidades de los pasajeros en un buque que realice travesías por un tiempo prolongado son bastante diferentes; en este caso un guardarropa de mayor tamaño es necesario además de un mayor espacio para movilizarse dentro de la habitación; una iluminación mas extensa y de mayor radio son ítemes que son apreciados y añaden a los ocupantes un mayor confort.

Lo fundamental en el diseño de un camarote para dar un mayor confort, facilidad de movimiento y una apariencia atractiva es lo siguiente:

- Las camas deberían ser posible colocadas en el sentido popa a proa de la habitación.
- Un espacio adecuado para el equipaje de mano.
- Amplio espacio entre camas.
- Cada ocupante debería poder controlar la temperatura interior del aire.
- Cada camarote debe contar con un baño privado con las dimensiones adecuadas.
- Debería haber un espacio adecuado en frente del lavamanos en el baño de tal manera que permita una inclinación sobre el.

Un arreglo típico de camarotes para buques que realicen travesías largas se muestra en la figura 31 a 34.

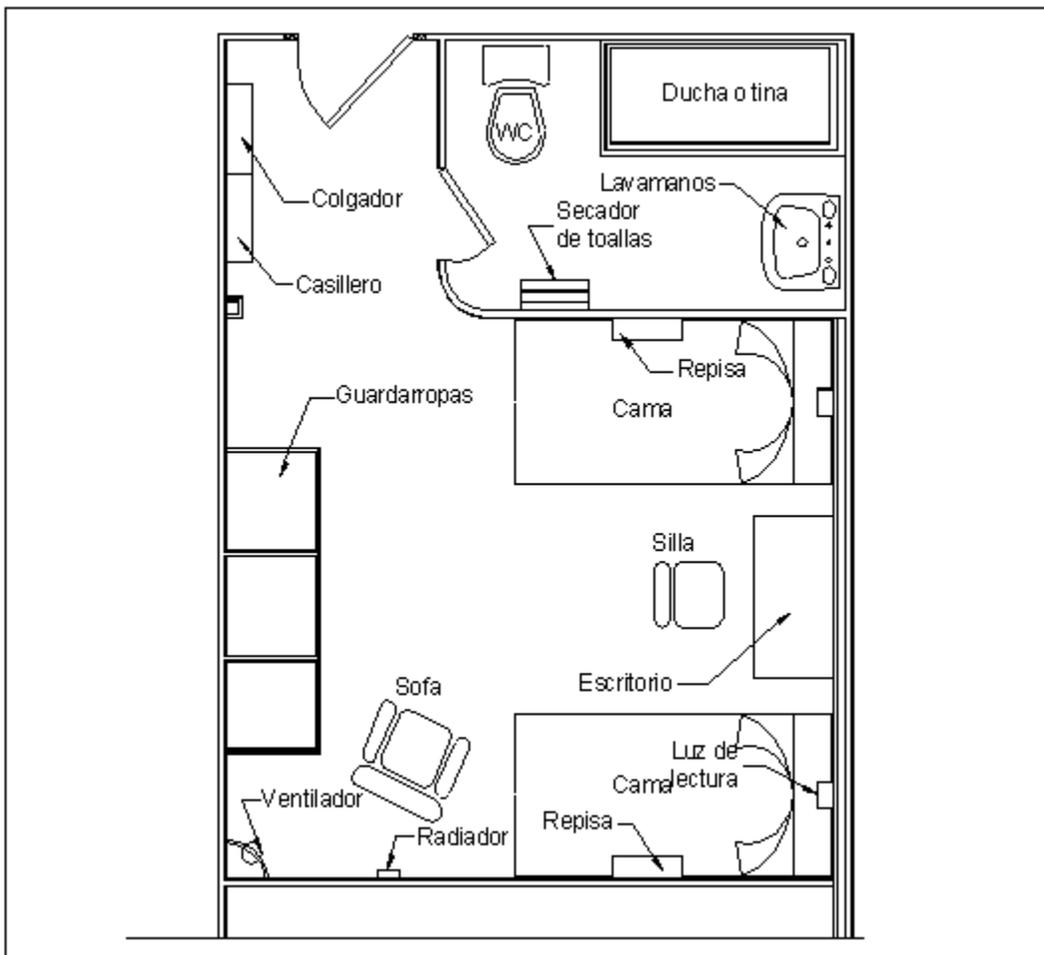


Figura 31. Camarote típico de pasajeros.

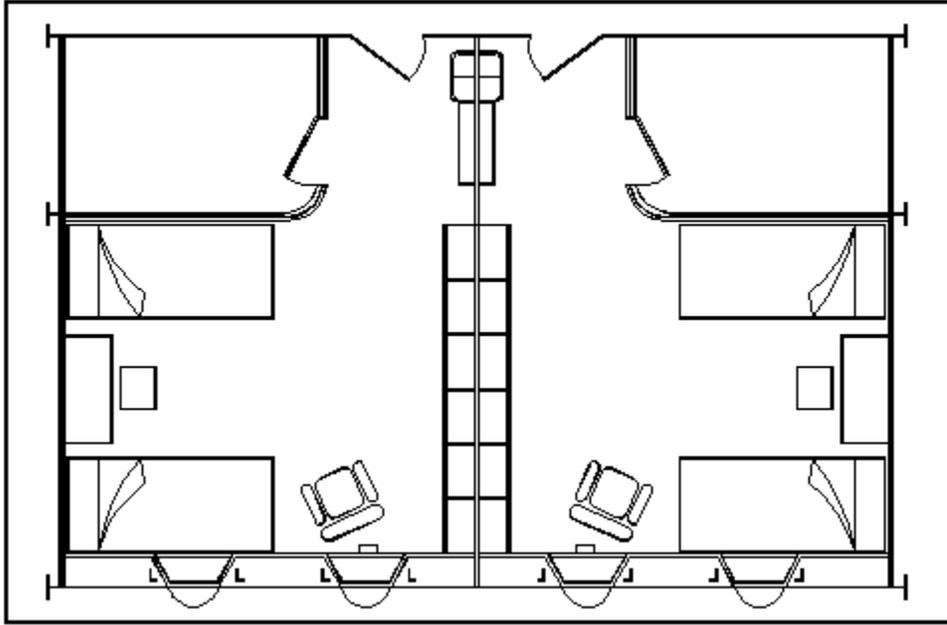


Figura 32. Camarotes de pasajeros ubicados en serie.



Figura 33. Vista panorámica de un camarote de pasaje y sus detalles.



Figura 34. Vista de planta del camarote en el que se aprecia el detalle del baño.

**3.5.1.3 Espacios Públicos.** Los espacios públicos deben proveer locales disponibles para las actividades sociales y entretenimiento. Estos espacios tienden a ser algo ruidosos y por lo tanto deben ubicarse, en lo posible, lo más apartado que se pueda de los sectores de las acomodaciones. Una práctica común es ubicar estos espacios en una sola cubierta y por lo general en esta cubierta no se ubican acomodaciones de ningún tipo. Las posibilidades de ubicar este tipo de salones hacia proa de la superestructura son limitadas, ya que este sector recibe toda las fuerzas del viento y el clima. La elección de una ubicación con vistas agradables de el mar y en comunicación con cubiertas abiertas es hecho después de todo en variadas superestructuras, protegidas del viento. Esta puede ser la mejor ubicación para piscinas, cubiertas de juego, comedores al aire libre, etc.

La utilización de la porción posterior de la superestructura puede incrementarse ubicando estas en terrazas. Esto permite una altura entre cubiertas mayor para salones públicos donde sea requerido. La siguiente subdivisión explica brevemente los usos, requerimientos y problemas relacionados con los diferentes espacios públicos:

- Lobby de entrada y Oficiales: los lobbies de entrada deben ser lo suficientemente amplios para permitir un buen manejo de multitudes a la llegada y ala salida del buque. Este debe contener las escalas principales para pasajeros así como también las oficinas del comisario y administrador y deben estar en una posición central con respecto a los camarotes. El área de entrada al lobby, exclusiva de oficiales, debería ser de 0,37-0,46 m<sup>2</sup> por pasajero. Desde el punto de vista de los pasajeros la oficina del comisario (contador general) debe estar en el centro nervioso del buque.
- Salones, salas de estar, vestíbulos: en un buque deberían haber al menos dos de cada salón, de tal manera que si alguno es ocupado con algún tipo de actividad específica, quede otro disponible para conversar o estar. Un salón que este dedicado a actividades tranquilas debería estar equipado con armarios para libros, escritorios y sillones, los que se destinen para actividades que requieran de gran asistencia de público estas deben ubicarse a algún extremo de la superestructura con el objeto de evitar tumultos de pasajeros. El área destinada a este tipo de salones no debería sobrepasar del 50 al 60% de las salas públicas además de los comedores.
- Salones de cocktail, fumadores: este tipo de áreas puede ser destinado a servicios de bar, personas fumadoras, juegos de mesa, bar, etc. Por lo que es necesario equiparla con un bar, mesas y sillas cómodas y elementos adecuados

como para pista de baile etc. Se debe tener en consideración también en ubicar estas zonas lo más alejado posible de las zonas de acomodaciones.

- Cubiertas abiertas o promenade (o cubierta de botes): este tipo de cubiertas da a los pasajeros la posibilidad de caminar o hacer ejercicios. Para este propósito un circuito completo es preferido en una forma de cubierta en herradura. Es recomendable que esta cubierta se encuentre en el sector de popa para proteger a las personas de las brisas generadas por el movimiento del buque. De manera que los pasajeros puedan circular sin problemas es recomendable que esta cubierta tenga un ancho de no menos de 4,3 metros, si es posible; en cubiertas donde no se encuentren sillas u obstáculos de ningún tipo basta con un ancho mínimo de 2 a 2,5 metros si es posible. Cabe mencionar que una cubierta promenade es un buen lugar para embarque en los botes salvavidas debido a sus dimensiones y a que se encuentra cerca de los variados salones públicos; es por esto que es necesario proveer un buen acceso a este tipo de cubierta.
- Teatros, cines: cuando el número de pasajeros se aproxime a los 250 el diseñador debe considerar incluir en el diseño un espacio con asientos o butacas permanentes, un escenario y un cuarto de proyección, con el objetivo de que pueda servir como cine, teatro o sala de conciertos y espectáculos. Los salones típicos no sirven para estas funciones, ya que no están diseñados para esta función específica. Si se encuentra ubicado en la superestructura, estos lugares deberían ir ubicados en algún extremo, con el objeto de evitar problemas de acceso. Para proporcionar una buena visión es importante que estas dependencias sean escalonadas; si es posible se debe arreglar un acceso para la tripulación para que también puedan ocupar estas dependencias a ciertas horas predeterminadas. La capacidad de asientos debería ser de entre un 16 a un 35% de la capacidad total de pasajeros.

**3.5.1.4 Comedores y cocina.** Es común ubicar la cocina entre el comedor de tripulación y el comedor de pasajeros. Ya que el espacio en la superestructura es una premisa en buques que transportan pasajeros, es práctica común ubicar estos espacios bajo cubiertas, normalmente directamente sobre la línea de máxima carga, de manera que las puertas estancas y mamparos estancos no sean necesarios.

En algunos buques el comedor principal se encuentra ubicado en la superestructura, con la cocina ubicada en forma adyacente o en la cubierta inferior, y con el servicio asistido por un elevador. La ubicación a los costados permite una vista desde el comedor principal y es particularmente en buques de pasaje en que los pasajeros pasan una gran cantidad de tiempo en los comedores. El uso de las quillas

de rolo ha reducido los movimientos del buque, por lo que no es necesario restringir la ubicación de los comedores cerca del eje de rolo.

Como regla general, deben hacerse los mayores esfuerzos por parte del diseñador para proveer un comedor lo suficientemente espacioso de manera que todos los pasajeros puedan comer ubicados en una silla. Debido a que los comedores son a menudo ubicados bajo cubiertas, y es uno de los lugares para pasajeros más espaciosos, es común colocar un domo transparente sobre su porción central o parte de su cubierta dentro de la línea de los baos en un nicho; el objetivo en ambos casos es evitar la sensación de encierro que se produce en espacios donde la altura es reducida en relación a las dimensiones horizontales; además el techo de estos locales debería ser de materiales amortiguadores del sonido.

Ciertos principios deben ser tomados en cuenta a la hora de proyectar un comedor:

- Las personas no deberían quedar sentadas de manera que queden mirando a algún mamparo o pared.
- La gran parte de las mesas debe ser para cuatro personas, otro tipo de mesas de gran uso son las para dos y seis personas.
- Las mesas para cantidades impares de personas deben ser redondas.
- El tráfico de los mozos o meseros desde las despensas o cocina debe ser planeado, y el arreglo de las mesas debe permitir vías de circulación suficientemente amplias.
- Debe haber una mesa de servir por mesero, o por cada 8 a 10 asientos.

La cocina como tal debe contener todos los ítemes mecánicos y fabricados para preparar la comida en forma eficiente para todas las personas a bordo. Debe ser lo más compacta posible, y el grado de lujo de está dependerá de los requerimientos del armador; debe poseer una buena iluminación, y debe ser fácil de mantener y limpiar. La carga eléctrica involucrada debe ser considerada en la etapa de diseño, ya que es un factor apreciable en la capacidad de un generador de un buque moderno. Las superficies de trabajo, deben ser de preferencia de acero inoxidable o algún material anticorrosivo, procurando tener superficies fáciles de limpiar y que no provoque espacios en donde se acumulen basuras o que sean inaccesibles para asear. Además se deben proveer espacios de rápido almacenaje para todo el equipo portable requerido en una cocina.

El piso, recubrimientos de cubierta y drenaje de la cocina deben ser diseñados para una limpieza fácil; suficientes drenajes y desagües (imbornales) deben ser provistos para eliminar el agua que se pueda acumular en el suelo. Las fundaciones para los diferentes equipamientos pueden ser del tipo abierto o cerrado; en las fundaciones abiertas los elementos estáticos de la cocina se fijan al suelo mediante patas, separándolos del suelo dejando una altura de cómo mínimo 254 milímetros entre el suelo y el equipo para una posible limpieza; donde el equipo lleva fundaciones cerradas es recomendable fabricar muretes de 100 mm. de altura por 100 mm. de ancho, permitiendo así rellenar el espacio interior con concreto liviano o con soluciones bituminosas.

El recubrimiento de la cubierta en el sector de la cocina debe ser del tipo antideslizante. En la práctica se utilizan un suelo reforzado de unos 32 mm. de espesor de cemento sobre el cuál va algún tipo de baldosa acanalada de no más de 20 mm. de espesor; donde el peso sea un factor preponderante, el suelo puede ir recubierto con látex o algún material similar lo cuál implica una importante reducción del espesor. El tipo de baldosas acanaladas es el más usado debido a sus excelentes cualidades antideslizantes a pesar de la obvia desventaja desde el punto de vista de la limpieza.

La ventilación e iluminación de cocinas y despensas deben ser de un alto estándar. Es costumbre tener un suministro mecánico y una ventilación para un gran volumen de gases y vapores, de esta manera siempre habrá una circulación de aire en el interior desde espacios circundantes, de este modo se evita así la emanación de malos olores hacia estos espacios. Campanas de acero inoxidable con filtros desechables o limpieza mecánica, conectadas a los sistemas de extracción, deben ir sobre hervidores, cocinas a gas, y otros equipos productores de calor; éstas también deben poseer desagües para el goteo y drenajes de aceites para eliminar el peligro de incendios, y además ser de un espesor tal que aguante posibles golpes. Los sistemas de iluminación deben ser tal que sean a prueba de polvo, agua y grasa y deben ser de un diseño simple con el objeto de facilitar su limpieza

Todo ducto que se encuentre en el interior de cocinas , despensas o almacenes debe ser aislado según corresponda, para evitar condensaciones o irradiaciones de calor; generalmente con 1" de aislamiento es suficiente.

Por último es muy importante que todos los desagües de la cocina, los desechos y basuras que generen deben ir a un depósito donde se acumulen cuando el buque se encuentre en navegación, y puedan ser retirados una vez en puerto, todo esto con el objetivo de cumplir con las regulaciones de MARPOL. Estos depósitos deben ser de construcción fuerte, con cubiertas estancas y válvulas antiretorno; estos

son generalmente ubicados en el sector de la cocina a los costados del barco. También pueden existir trituradores de alimentos sobrantes los cuáles pueden ser arrojados directamente al mar.

### 3.5.2 Espacios para oficialidad y tripulación.

Como es lógico, existen diferencias entre los espacios para tripulación entre buques de pasaje y buques de carga, pero también tienen ciertas características en común.

**3.5.2.1 Acomodaciones de tripulación.** Hoy en día existe la tendencia a alojar un tripulante por camarote, pudiendo llegar como máximo a dos, esto le proporciona una mayor privacidad y de esta manera se evitan posibles roces personales. Esta es la tendencia que se maneja en los buques de carga, como ser portacontenedores, petroleros, etc., donde cada tripulante tiene su propio camarote con su cama y baño respectivo, o un baño cada dos camarotes como se muestra en la figura 35 en la que se muestra un camarote de un tripulante y un tercer oficial, en la que se aprecia, además de lo anteriormente mencionado, una silla, escritorio y armarios, y que además debe estar provisto de una buena iluminación y la posibilidad de poder controlar la temperatura (termostato).

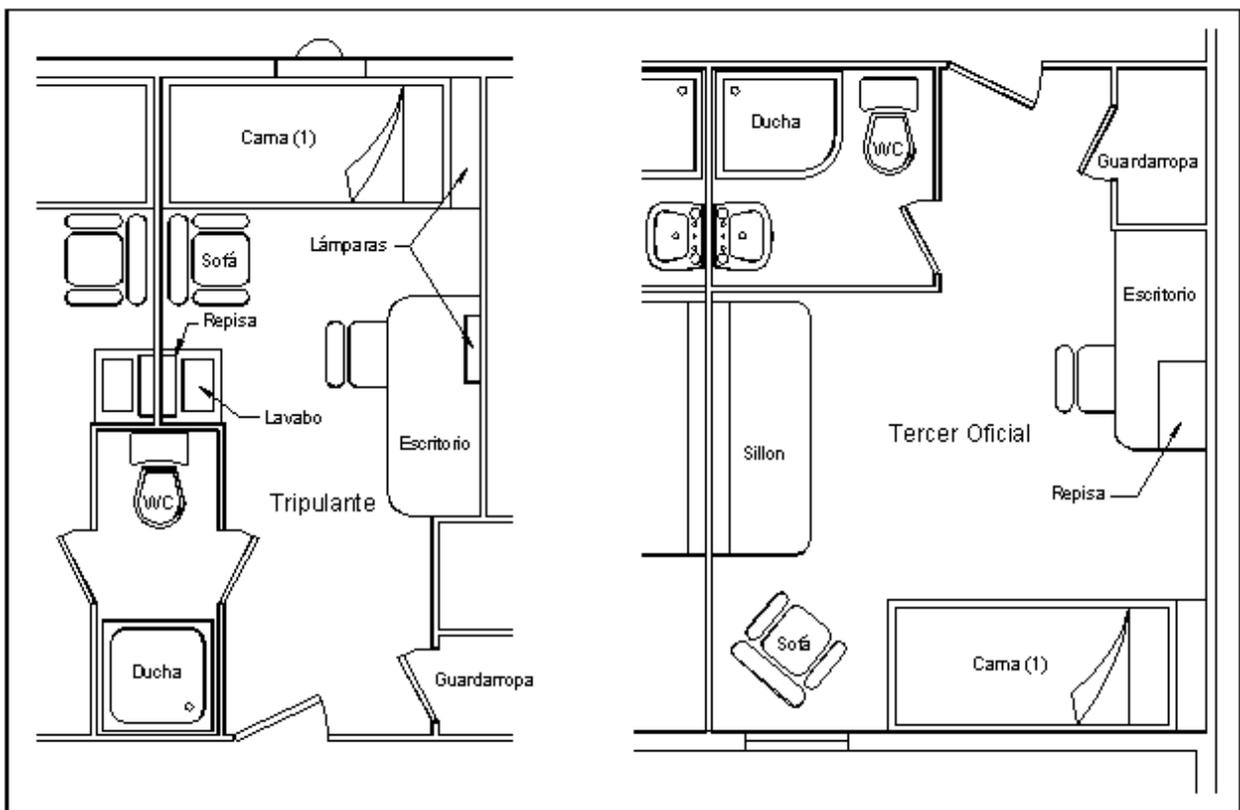


Figura 35. Camarote típico de un tripulante y un tercer oficial.

En buques de pasajeros, debido a la gran cantidad de tripulantes, no es aplicable lo anterior, por lo que se alojan varios tripulantes por habitación, lo ideal es que no sean más de cuatro por camarote pudiendo llegar incluso a un máximo extremo de diez tripulantes por camarotes como caso excepcional. Aunque la tendencia de estos días es disminuir al mínimo la cantidad de tripulantes por habitación llegando incluso a un tripulante por camarote. En la figura 36 se muestra un camarote para cuatro tripulantes, con todas las comodidades respectivas y en la que se aprecia el máximo aprovechamiento de espacio.

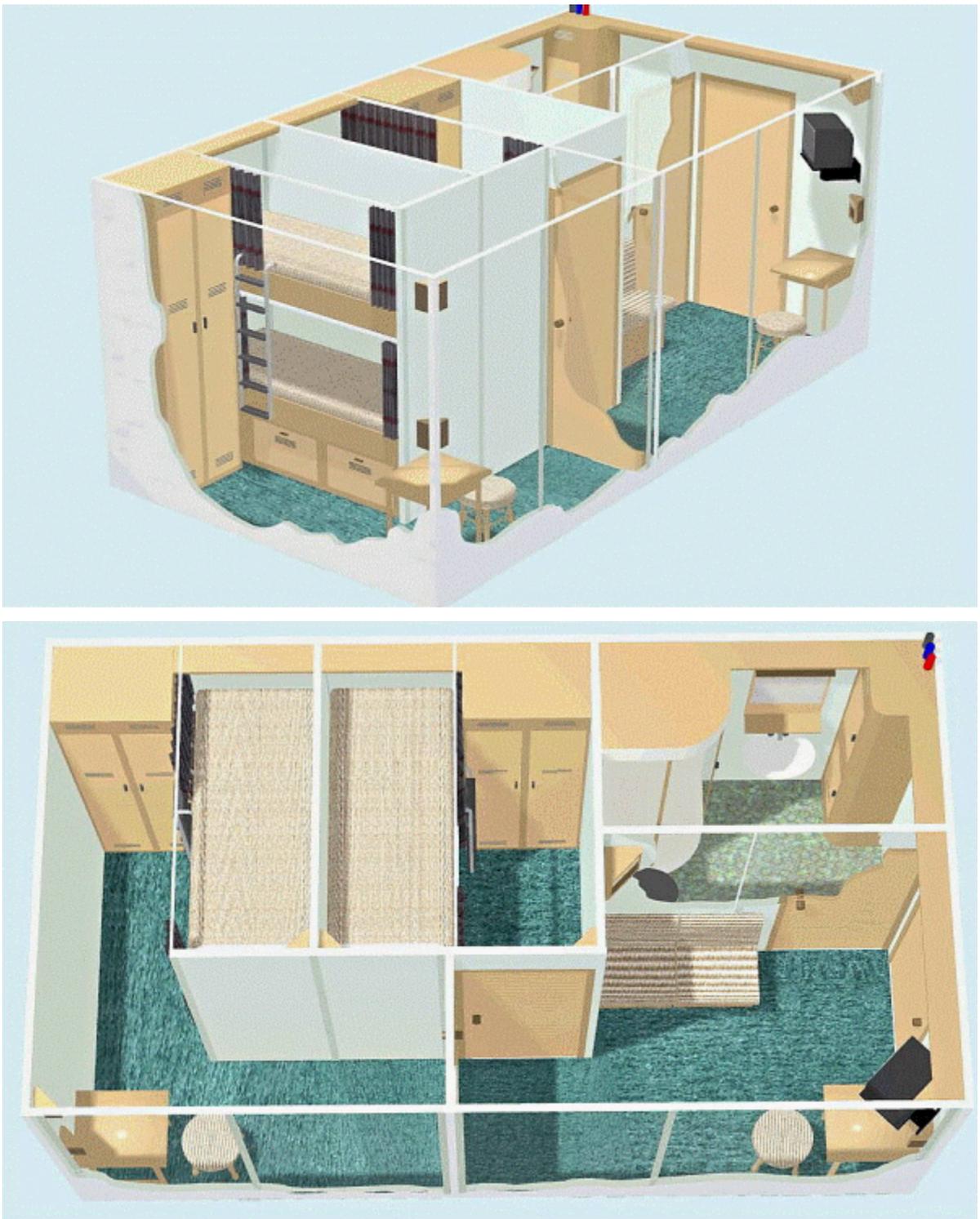


Figura 36. Dos vistas de un camarote para cuatro tripulantes.

La ubicación de las acomodaciones no deben ser posicionadas más allá de un plano vertical ubicado al 5% de la eslora total del buque tomado hacia popa desde la roda, en la línea de agua de verano diseñada ni más bajo que el nivel indicado por la línea de máxima carga, obviamente con ciertas excepciones. Estos espacios deben ir separados de otros espacios del buque como los de carga, de maquinaria, y donde sea posible, separados e independientes de los espacios de pasajeros y oficiales. En los buques tanque, la reglas exigen que la tripulación sea ubicada a popa de los espacios de carga. De preferencia es ideal que las acomodaciones sean ubicadas por especialidades y por cubiertas.

Los materiales de construcción de las acomodaciones deben ser de materiales a prueba de fuego en concordancia con los métodos de protección contra incendios; estos debe ser también aislados adecuadamente contra el calor excesivo, frío, condensación, y los mamparos y paredes deben ser tales que impidan la emanación de olores molestos y la proliferación de microorganismos.

Cada baño debe llevar los elementos mínimos de confort, como ser un lavabo (lavamanos), un retrete, una ducha o tina, estar provisto de agua fría y caliente en forma continua y poseer una buena iluminación. Todo desecho proveniente de los baños debe ser conducido a una instalación de tratamiento de aguas sucias, tanto de pasajeros como de tripulación, deben ser aprobadas por la administración marítima respectiva de cada país, basándose en las normas elaboradas por la O.M.I., o bien con una instalación para desmenuzar y desinfectar aguas sucias y/o tanque de almacenamiento. (Según MARPOL, anexo IV, regla 8)

**3.5.2.2 Acomodaciones de Oficialidad.** Es común observar en la mayoría de los buques que el grado de confort y de comodidades que posee un camarote va aumentando de acuerdo al rango de los oficiales. Como se ve en la figura 37, que muestra un típico arreglo de un camarote correspondiente a un capitán, característico tanto para un buque de carga como de pasaje, en la cual se distinguen dos áreas principales. La primera es el lobby de entrada y sala de estar, en la cuál el capitán recibe visitas o pasajeros del buque, por lo tanto debe estar equipada para tales ocasiones, como ser con sillones o sofás, un escritorio, mesa de centro, bar, etc., por lo que es importante considerar este aspecto a la hora de asignar espacios; la segunda área corresponde al alojamiento y zona de baño, que se encuentra separada de la zona anterior a través de un muro de tabiquería y conectados a través de una puerta.



### 3.5.3 Cocinas comedores y espacios de esparcimiento.

En general no hay mucha diferenciación de estos espacios entre buques de pasaje y de carga. Puede disminuir el grado de lujo, pero este factor depende en gran medida del armador, aunque la tendencia hoy en día, es proporcionar el mayor grado de comodidad a las tripulantes, especialmente en buques de carga que pasan una buena parte del tiempo navegando.

**3.5.3.1 Cocinas y comedores.** Las instalaciones de la cocina deben cumplir con los mismos requisitos que los descritos en el punto 3.5.1.4, haciendo hincapié en que los comedores de tripulación, y de oficiales y pasajeros (en el caso de buques de carga) deben estar conectados con la cocina y separados un comedor de otro, como se muestra en la figura 38a y 38b, que es un arreglo típico para un buque de carga; así mismo, en el caso de los buques de carga, es muy importante estudiar muy bien la ubicación que tendrá la cocina en la superestructura, de preferencia, debe estar lo más alejada posible de los puestos de trabajo de la tripulación, ya que los aromas de comidas que puedan emanar de esta pueden afectar la concentración y el desempeño de la tripulación. Es recomendable que la superficie de los comedores para oficiales y para el personal subalterno no sea inferior a 1 metro cuadrado por persona para el número de plazas previsto y estos estarán equipados con mesas y asientos aprobados, fijos o amovibles, suficientes para acomodar al mayor número probable de miembros de la tripulación que puedan utilizarlos al mismo tiempo.



Figura 38a . Comedor de oficiales.



Figura 38b. Comedor de tripulación.

**3.5.3.2 Lugares de esparcimiento.** La figura 39a y 39b muestra en ambas cubiertas dos salas de estar o de recreo para tripulación y oficiales; estas pueden estar equipadas con equipos de sonido, TV, y juegos de mesa (figura 40a y 40b), estos deben ir debidamente fijados al suelo y muebles para evitar desplazamientos de estos durante la navegación en condiciones difíciles. Debido a la mayor permanencia en el mar que tienen los buques hoy en día, se ha visto incrementada en gran medida las instalaciones destinadas al esparcimiento de la tripulación, todo esto con el objetivo de hacer lo más parecido el buque a un hogar. Estas instalaciones pueden ir desde gimnasios, cines, pequeñas piscinas, etc., las cuáles pueden ir ubicadas en cubiertas inferiores a las de las tripulación, eso si, tomando en cuenta los preceptos de dimensiones de pasillos, escalas y salidas de emergencia, explicadas anteriormente. En casos en que el buque no disponga de salas separadas para el esparcimiento de la tripulación más que los comedores, estos se deben adaptar de tal manera para que puedan servir para tal propósito.

Un punto muy importante a considerar y con mucha relevancia hoy en día, es considerar espacios especiales para tripulantes de otras religiones. Esto es, preparar espacios donde se pueda adaptar una pequeña capilla o lugar de culto para los tripulantes.

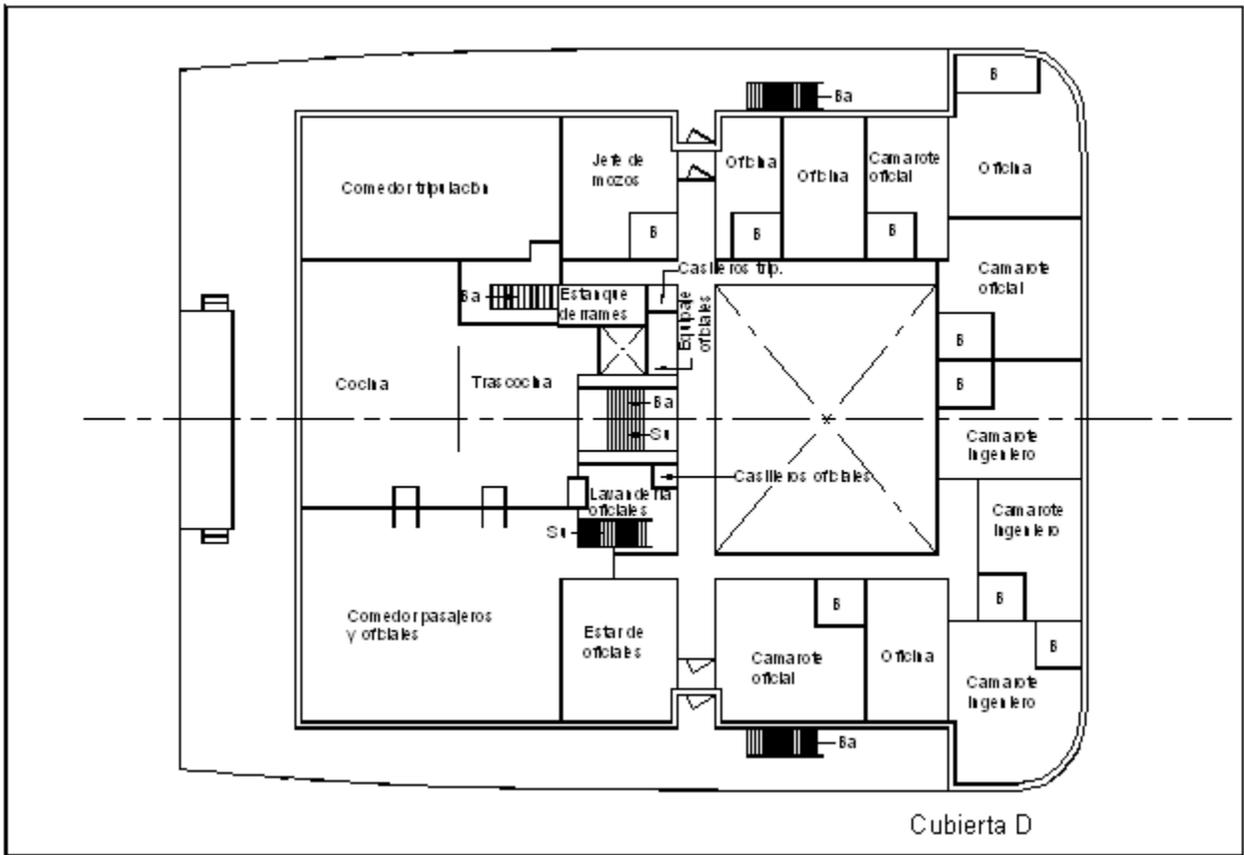


Figura 39a . Cubierta D de un buque; acomodaciones de oficiales, comedores y cocina.

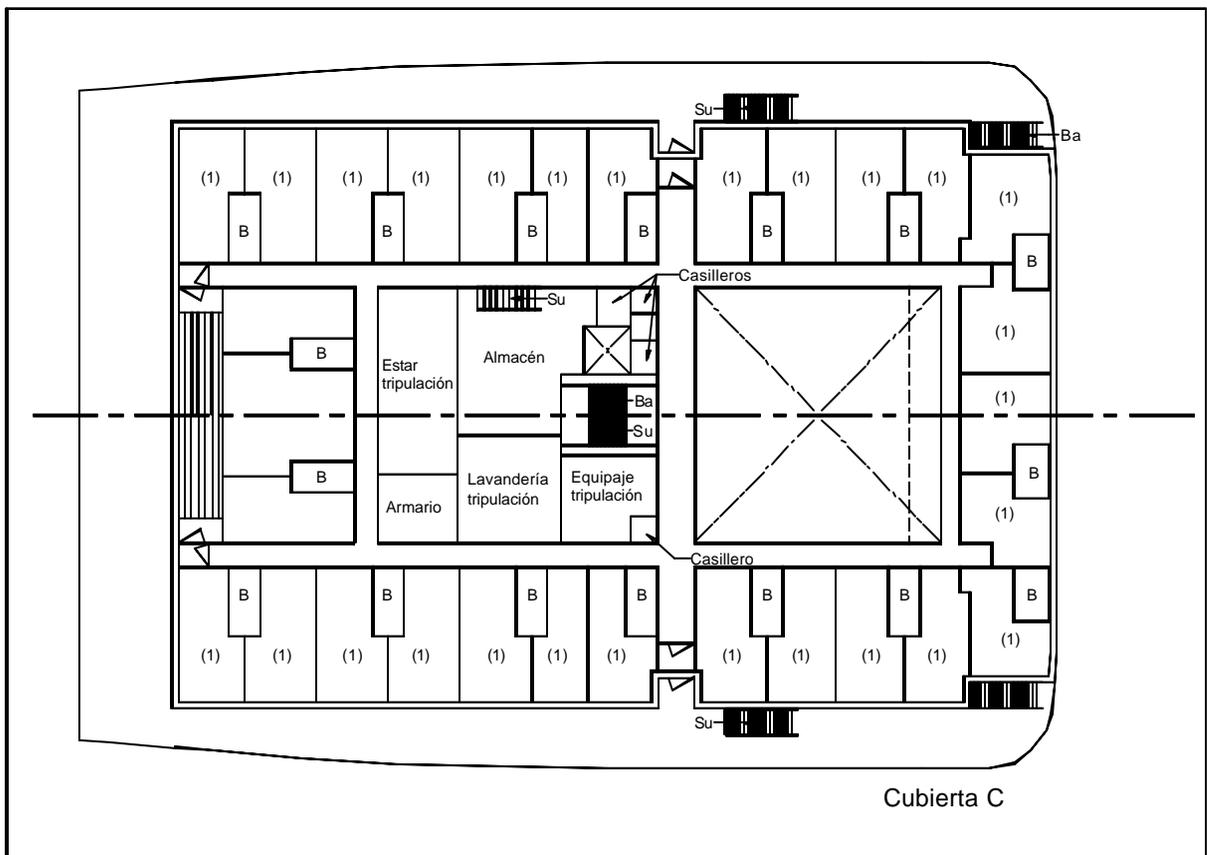


Figura 39b. Cubierta C de acomodaciones de tripulación.



Figura 40a . Elementos de una sala de estar de tripulación de un Buque mercante.



Figura 40b. Elementos de una sala de estar de oficiales de un buque mercante.

## **CAPITULO IV.**

### **NOCIONES DE ERGONOMÍA APLICADAS A UN ARREGLO.**

#### **4.1 El concepto de ergonomía.**

Etimológicamente la palabra Ergonomía está formada por dos palabras latinas; Ergo, que significa trabajo, y Nomics, que significa reglas o conocimiento; así pues, la Ergonomía es un método científico que se preocupa de enfocar los problemas que se plantean en el diseño y construcción de los diversos sistemas de equipos que el hombre debe emplear con el fin de incrementar la eficiencia de los usuarios y a la vez, reducir al mínimo posible los errores que se puedan cometer con el uso de estos mismos.

Para lograr estos objetivos la ergonomía se preocupa básicamente de tres aspectos fundamentales los cuales son :

- Diseñar algo para las personas que lo van a utilizar.
- Diseñar los sistemas de modo que las máquinas, las tareas humanas correspondientes y el ambiente, sean compatibles con las capacidades y limitaciones de los operarios.
- Diseñar los sistemas de modo que se conformen a las características de las personas, en vez de intentar adaptar éstas al sistema.

Otra de las definiciones más usadas para puntualizar el término de ergonomía es como la tecnología del diseño del trabajo que se fundamenta en las ciencias biológicas (anatomía, psicología y fisiología); otra definición más sencilla la tipifica como una ciencia interdisciplinar que estudia las relaciones entre las personas y sus entornos.

En las últimas décadas el interés hacia las dimensiones humanas y el tamaño corporal y su relación con los factores críticos de los procesos de diseño ha ido aumentando sin interrupción y se ha hecho patente como máxima intensidad en el campo de la ingeniería de los factores humanos, denominación específica en los Estados Unidos, o ergonomía, como se conoce en Europa. A causa de la enorme complejidad de estas disciplinas hay que hacer notar que el interés por el tamaño del cuerpo es uno de los distintos centros de atención que posee el ingeniero en factores humanos o ergonomista, ya que la ergonomía o ingeniería humana no es una simple disciplina científica, sino una síntesis que integra las ciencias biológicas, (como fue mencionado en el párrafo anterior) con la ingeniería.

La aplicación de la ergonomía se acostumbra a asociar con problemas de alta complejidad y limitada tecnología, relativos a diseño de espacios, maquinaria y equipo. En estos problemas suelen intervenir estados de interfase hombre-máquina, relativamente sofisticados: diseños de centros de control, carlingas de avión, mesas electrónicas y un sinfín de vehículos civiles y militares para tierra, mar y aire. No hay que dejar de lado también de que la ergonomía tiene una estrecha relación con el sector civil como el diseño de productos al consumidor, ambientes de trabajo, etc. , todos exigen la participación de factores humanos.

#### **4.2 El concepto de Antropometría.**

La antropometría se puede definir como la ciencia que estudia en concreto las medidas del cuerpo, a fin de establecer diferencias en los individuos, grupos, etc.

Con el paso del tiempo se ha conseguido reunir una cantidad importante de datos antropométricos. No obstante, y para desgracia del diseñador, los esfuerzos aplicados en este campo tenían fines taxonómicos, iban destinados a estudios fisiológicos, etc., pero nunca se puso el acento en las implicaciones ergonómicas del tamaño del cuerpo humano. Hubo que esperar hasta 1940 para que la necesidad de datos antropométricos se proyectara en distintos y variados campos de la industria, provocando su desarrollo e incremento. Lógicamente, la fuente de gran parte de este ímpetu habría que buscarla en la II Guerra Mundial; aún hoy la investigación antropométrica se realiza fundamentalmente en el sector de la industria bélica. En un principio esta disciplina cayó en manos del antropometrista, anatomista o del ergonomista, pero con el tiempo, arquitectos, diseñadores e ingenieros estuvieron al tanto de los datos disponibles y su aplicación al diseño de espacios interiores.

#### **4.3 Fuentes de Datos.**

Generalmente, la recopilación de datos antropométricos es algo costoso, largo y relativamente incómodo que requiere personal entrenado, en particular si se pretende conseguir un muestreo nacional que sea representativo. Por tal motivo la mayoría de las investigaciones en este terreno recae en sectores militares más que en los civiles del mundo entero. Las causas son inmediatas. En primer lugar, en estos sectores existe una necesidad imperiosa de datos antropométricos para equipar y vestir a las fuerzas de las distintas fuerzas armadas. Seguidamente, en ellos hay una reserva de individuos de carácter nacional y casi infinita para estos estudios. Y, por último, los

fondos que se destinan a la ejecución de estas tareas proceden de la administración. De considerar la antropometría exclusivamente como un simple ejercicio de medición, cabría llegar a la conclusión de que la recopilación de datos dimensionales es factible hacerla sin el menor esfuerzo ni dificultad. Nada más lejos de la verdad. Son muchos los factores que complican los problemas que conlleva esta labor. Uno de tales factores es que las dimensiones del cuerpo varían según la edad, sexo, raza, e incluso grupo laboral.

El principal inconveniente, relacionado con los análisis que se realizan en las fuerzas armadas es la limitación de sexo y edad. Además, las mediciones suelen reducirse al peso y la altura y se toman por personal no especializado.

#### **4.4 Tipos de datos.**

Las dimensiones del cuerpo humano que influyen en el diseño de espacios interiores son de dos tipos esenciales: estructurales y funcionales. Las dimensiones estructurales, denominadas estadísticas, son las de la cabeza, tronco y extremidades en posiciones estándar. Las dimensiones funcionales, llamadas a veces dinámicas, tal como sugiere el término, incluyen medidas tomadas en posiciones de trabajo o durante el movimiento que se asocia a ciertas actividades. Las primeras se obtienen con mayor facilidad y rapidez que las segundas, normalmente más complejas. Si se desea describir a un grupo con propósitos de ingeniería humana, las diez dimensiones principales a tomar son, por orden : estatura, peso, altura en posición sedente, distancia nalga-rodilla, nalga-poplíteo, separación entre codos, entre caderas, también en posición sedente, altura de rodillas, de poplíteos y anchura de muslos. Medidas que resultan esenciales en el diseño de interiores. En la figura 41 se exponen todas aquellas medidas corporales que son de provecho para diseñadores e ingenieros.

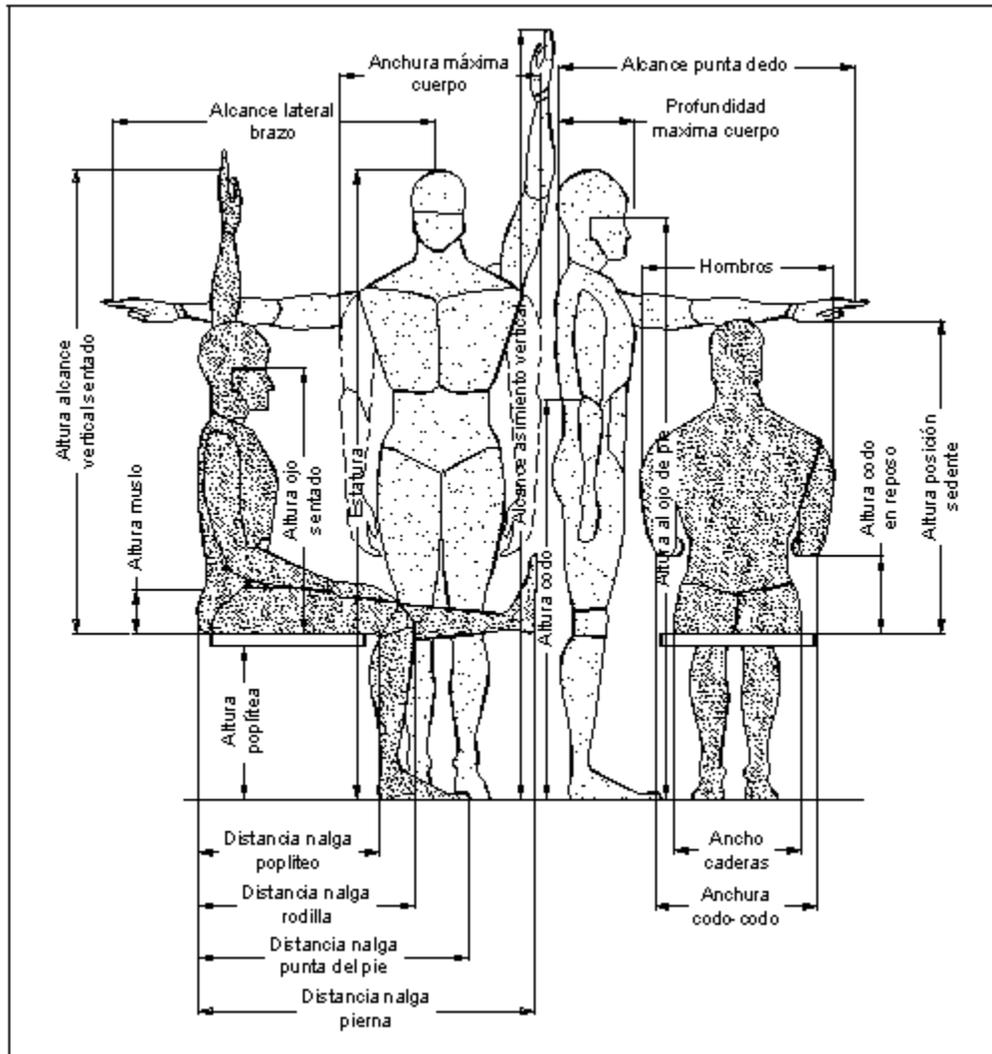


Figura 41. Dimensiones principales a considerar en el hombre.

#### 4.5 Percentiles.

Fruto de las importantes variaciones dimensionales que se aprecian individualmente en el cuerpo humano, los promedios no prestan apenas servicio al diseñador, lo que propicia más el interés por la gama que presentan. Estadísticamente, las medidas del cuerpo humano para cualquier población dada se distribuirán de modo que caigan en la mitad del espectro, ocupando las extremas el inicio y remate de una gráfica del espectro. La imposibilidad de diseñar para toda la población obliga a escoger un segmento que escoja la zona media. Por consiguiente suelen omitirse los extremos y ocuparse del 90% del grupo de población. En las tablas del Anexo III se definen los percentiles para las diferentes medidas del cuerpo y grupos de edad.

Por regla general, la práctica totalidad de los datos antropométricos se expresan en percentiles. Con fines de estudio la población se fracciona en categorías de porcentajes, ordenadas de menor a mayor de acuerdo con alguna medida concreta del cuerpo. El primer percentil en estatura o altura, por ejemplo, indica que el 99% de la población estudiada superaría esta dimensión. De igual manera, un percentil con una magnitud del 95% en estatura diría que el 5% de la población en observación la

sobrepasaría, mientras que el 95% restante tendría alturas iguales o menores. Una definición de percentil podría ser que expresa el porcentaje de personas pertenecientes a una población que tienen una dimensión corporal de cierta medida.

El percentil 50° se aproxima mucho al valor medio de una dimensión respecto a cierto grupo, pero por ninguna circunstancia habrá que interpretarlo como indicativo de que el hombre medio se ajusta al mismo. Más adelante, en el punto 4.6.2 se hablará acerca de la falacia del hombre medio.

Al trabajar con percentiles conviene tener presente dos factores fundamentales. Primero, los percentiles antropométricos de individuos reales se refieren exclusivamente a una dimensión corporal, o sea la estatura o altura en posición sedente por ejemplo. Segundo, carecen de significado las expresiones percentil 95°, 90° o persona de percentil 5; son cifras absolutamente imaginarias. Un individuo que tenga percentil 50° de estatura, tendrá un percentil 40° de altura de rodillas o un percentil 60° de largura de mano, como muestra la figura 42.

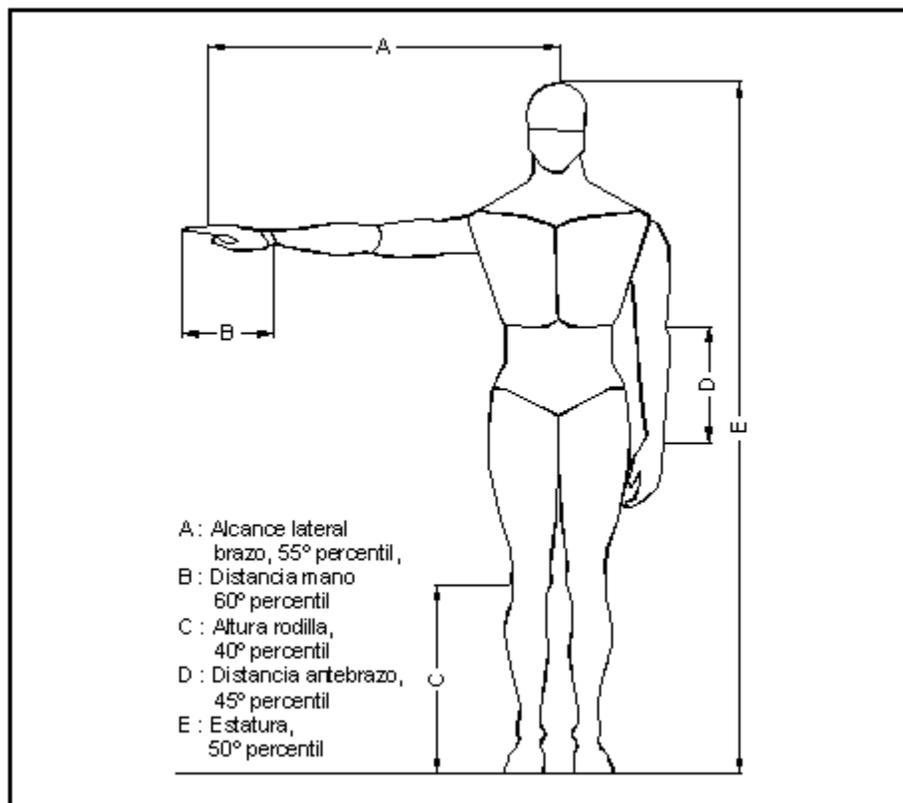


Figura 42. Diferencias de medidas en diferentes sujetos.

El gráfico de la figura 43 muestra datos reales de tres individuos que apoyan la faceta mítica de lo que llamaríamos personas percentiles respecto a todas las dimensiones humanas del cuerpo. El análisis de dicho gráfico, de su recorrido quebrado e irregular, prueba de que los individuos tienen un orden distinto de percentil según las dimensiones consideradas.

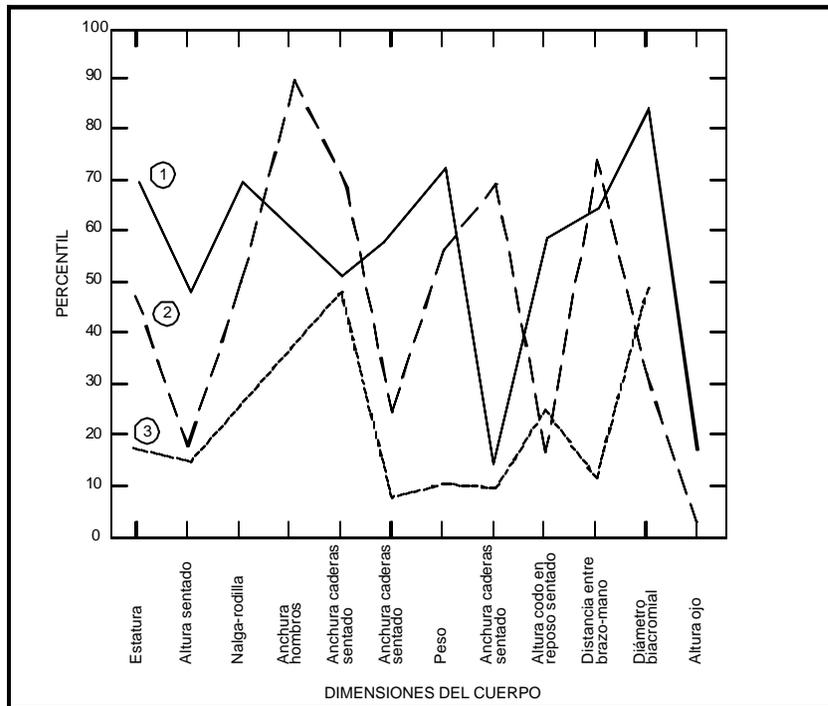


Figura 43. Comparación de medidas de tres personas.

## 4.6 Aplicación de los datos antropométricos.

### 4.6.1 Adecuación.

En virtud de la abundancia de variables que entran en juego, es esencial que los datos que se seleccionan sean los que mejor se adapten al usuario del espacio u objetos que se diseñan. De aquí la necesidad de definir con exactitud la naturaleza de la población a servir, en función de la edad, sexo, trabajo y etnia. Cuando el destinatario es un individuo, o un grupo reducido, y en ciertas circunstancias especiales, el desarrollo de la propia información antropométrica a partir de una toma de mediciones contiene un índice de fiabilidad suficiente.

### 4.6.2 Falacia del hombre medio.

Ya se ha expuesto que la aplicación de datos es un craso error dar por sentado que las mediciones del percentil 50º representan las del hombre medio y hacer uso de sus datos para crear un diseño adaptado al mismo. La falacia de dicha suposición reside en la misma definición, según la cual de antemano la mitad del grupo sufrirá las consecuencias de este planteamiento. Sencillamente, el hombre medio no existe. Acorde con el carácter del problema que suscita el diseño, este se combina para ajustarse al percentil 5º o al 95º, y así servir a la mayor proporción de personas. Por tanto, cabe rechazar la idea de un hombre que reúne las diez dimensiones medias, el concepto de “hombre medio” es fundamentalmente incorrecto. Los lugares de trabajo

para garantizar su eficacia se diseñaran de acuerdo a la gama de medidas del cuerpo humano.

#### 4.6.3 Extensión, holgura y adaptabilidad .

La selección de los datos antropométricos se funda en la naturaleza del diseño y los problemas que este lleva aparejados. Si el diseño comporta del usuario una extensión, sea desde una posición sedente o erecta, se emplearán datos correspondientes al 5º percentil que, en lo que respecta a la extensión del brazo, indican que el 5% de la población tendrá una dimensión pequeña y el 95% restante, la amplia mayoría, la superará con creces. Un diseño encaminado a cubrir una extensión que abarque la fracción de menor extensión, comprenderá también la de mayor extensión; evidentemente lo contrario no es cierto como se ve en la figura 44.

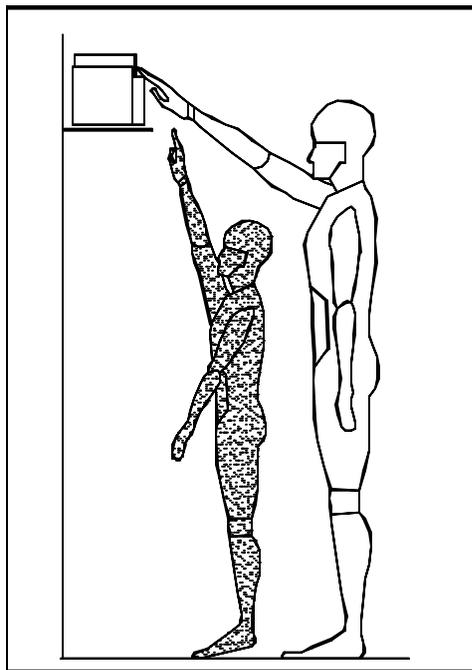


Figura 44. Diferencias de alcances.

Para diseños en que entre el factor de holgura han de considerarse los datos mayores o el 95º percentil, lo cual es de pura lógica. Si el diseño es eficaz para los usuarios de dimensiones más grandes, lo será, obviamente, para los de menores. La figura 45 prueba también que lo contrario es falso.

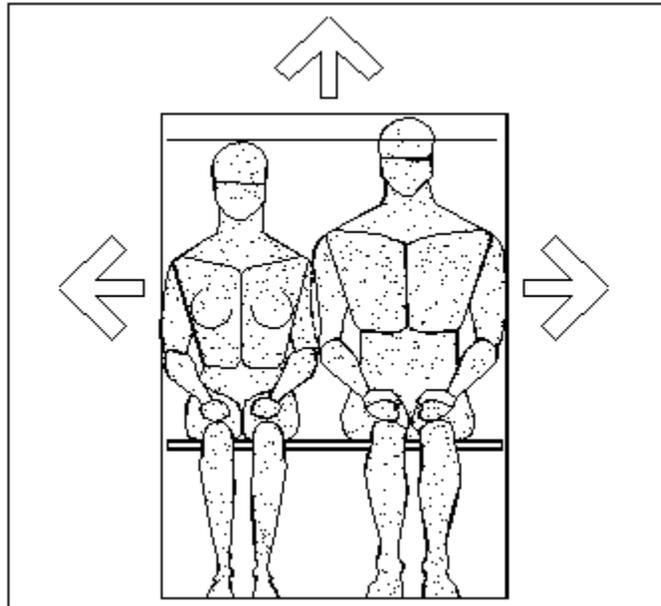


Figura 45. Diferencias de holguras.

En otras ocasiones es obligado dotar al diseño de una adaptabilidad, como resulta en algunos modelos de sillas, en estanterías regulables, etc. El alcance de adaptación deriva de los datos antropométricos del usuario, de la clase de actividad y de las limitaciones físicas y mecánicas en juego; de cualquier forma, el diseño tendrá una capacidad de adaptación tal que comprenda como mínimo al 90% de la población receptora del mismo.

Siempre que sea posible, debe tenderse a satisfacer al mayor porcentaje de usuarios, para lo cuál nada mejor que servirse del sentido común. Si un estante puede colocarse dos o tres centímetros más abajo, fácilmente y sin repercusiones en costos, y gracias a esto se adapta al 98 o 99% de los usuarios, esta es la decisión acertada para el diseño.

#### **4.7 Aplicación de criterios de ergonomía y antropometría en las acomodaciones.**

El correcto diseño de las acomodaciones implica varias disciplinas como fue mencionado en el Capítulo I . Pero también es importante tener en cuenta las consideraciones ergonómicas y antropométricas necesarias para así diseñar algo que esté adaptado a las funciones del buque y además a las dimensiones del cuerpo humano. Esto es de extrema importancia ya que permite diseñar un ambiente de trabajo y de descanso que sea cómodo y funcional para los pasajeros y la tripulación, y además optimizar el reducido espacio del que se posee en el interior de un buque.

##### **4.7.1 Diseño de asientos y bancas.**

El diseño de un asiento, en mayor grado que otro elemento del espacio interior, tiene como objetivo preponderante el bienestar del usuario. A pesar de lo poco que se ha investigado en esta materia, abundan discutibles recomendaciones acerca del dimensionado. La natural complejidad que encierra el confort de quien toma asiento y el hecho de que esta acción sea dinámica, que no estática ha inducido en ocasiones a reclamar una orientación antropométrica al asunto, tomando también en consideración el hecho de que en un barco los espacios para acomodaciones no son tan amplios como en una casa habitación. Es por esto que además es de importancia que en el diseño de una habitación, oficina, comedor, etc., en el que se encuentren involucrados sillas o bancas consideren las medidas óptimas de estas, correlacionadas con el de una buen diseño de el resto de otros elementos como mesas, estantes, etc., así como también con el espacio disponible; todo esto para que el pasajero o tripulante se sienta confortable al ocupar estos elementos, ya sea para su descanso o esparcimiento como para sus labores diarias en el interior de un buque.

La figura 46 y el cuadro 15 proporciona las dimensiones antropométricas esenciales para el diseño de un asiento o banca.

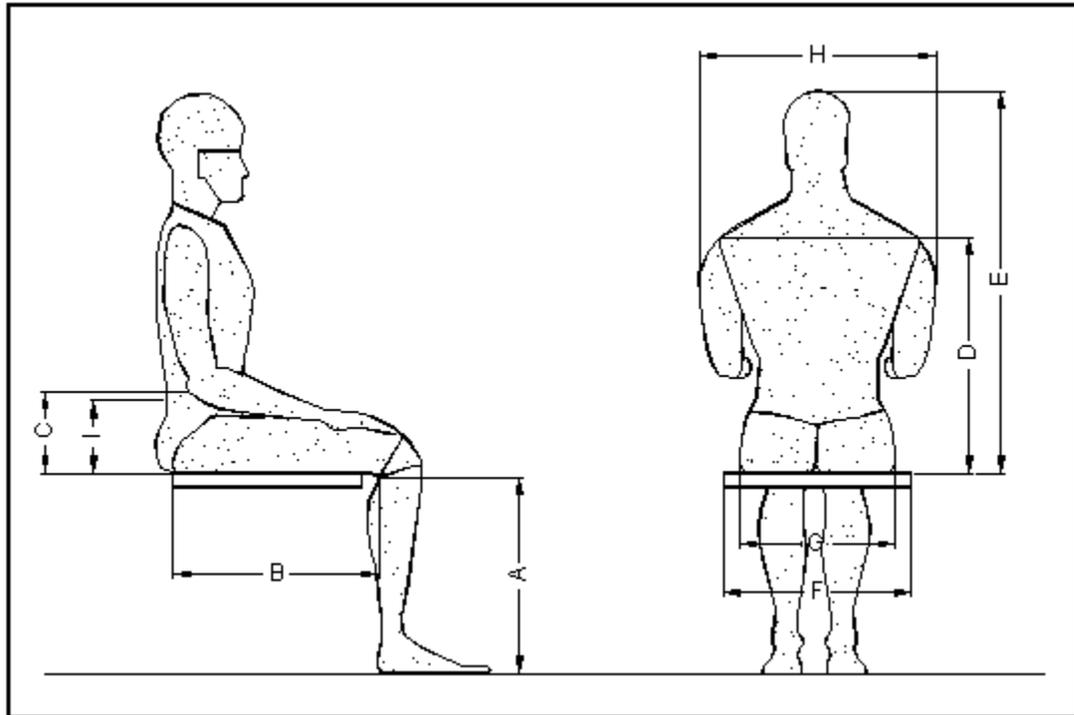


Figura 46. Medidas principales a considerar en el diseño de asientos y bancas.

Cuadro 15. Tabla de medidas para hombre y mujeres para asientos y bancas.

MEDIDA	<b>HOMBRES</b>		<b>MUJERES</b>	
	Percentil		Percentil	
	5	95	5	95
	cm	cm.	cm	cm.
<b>A</b> Altura poplítea	394	490	356	445
<b>B</b> Largura nalga-poplíteo	439	549	432	533
<b>C</b> Altura codo reposo	188	295	180	279
<b>D</b> Altura hombro	533	635	457	635
<b>E</b> Altura sentado, normal	803	930	752	881
<b>F</b> Anchura codo-codo	348	505	312	490
<b>G</b> Anchura caderas	310	404	312	434
<b>H</b> Anchura hombros	432	483	330	483
<b>I</b> Altura lumbar	Véase nota			

Nota : respecto a la región lumbar, existen datos pormenorizados en publicaciones. Las estimaciones varían de 20.3 a 30.5 cm y de 22.9 a 25.4 cm

#### 4.7.2 Espacios de estar.

Estos espacios están principalmente destinados al esparcimiento de pasajeros o de la tripulación en sus horas de descanso, así como también se pueden encontrar, según se vio anteriormente, en la recámara del capitán del buque, el cual usa estos espacios de estar principalmente para recibir visitas, dependiendo del tipo de buque. Las figuras 47 y 48 tratan sobre las holguras que se tendrán en cuenta en asientos que estén en espacios de reunión y relación social. En la figura 47 se observa un agrupación de asientos donde la holgura de uno de ellos al canto de la mesa fluctúa entre 40.6 y 45.7 cm. Esta holgura puede dar ocasión a algún contacto corporal o desplazamientos para hacerse a un lado en sentido de desobstaculizar la circulación o el acceso a la agrupación, pero antropométricamente se adapta al alcance humano, al permitir que la persona sentada alcance la superficie de la mesa sin levantarse. La figura 48 representa otra distribución del mobiliario que permite un acceso limpiamente frontal, pero que tiene el inconveniente de imposibilitar a casi todo el mundo alcanzar la superficie de la mesa sin abandonar el asiento, grave desventaja cuando de lo que se trata es de llegar a alimentos, bebidas u otros objetos, depositados en la mesa. Ante la alternativa de un acceso y extensión es recomendable inclinarse por esta última, lo que implica también elegir una holgura menor.

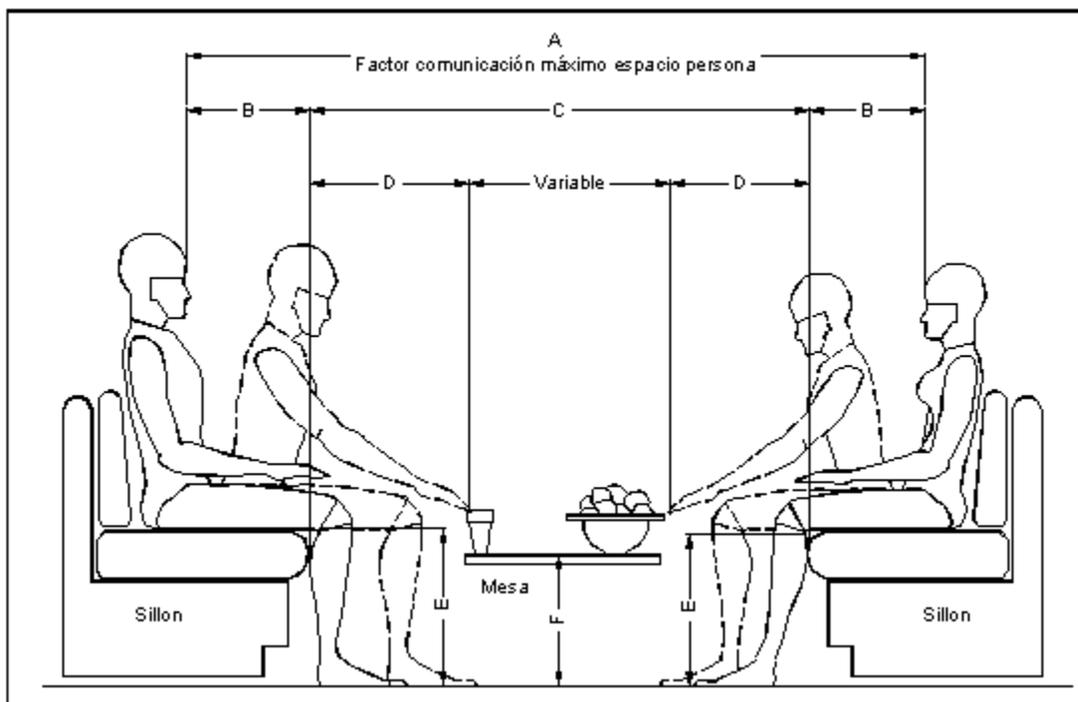


Figura 47. Holguras a considerar en espacios de estar.

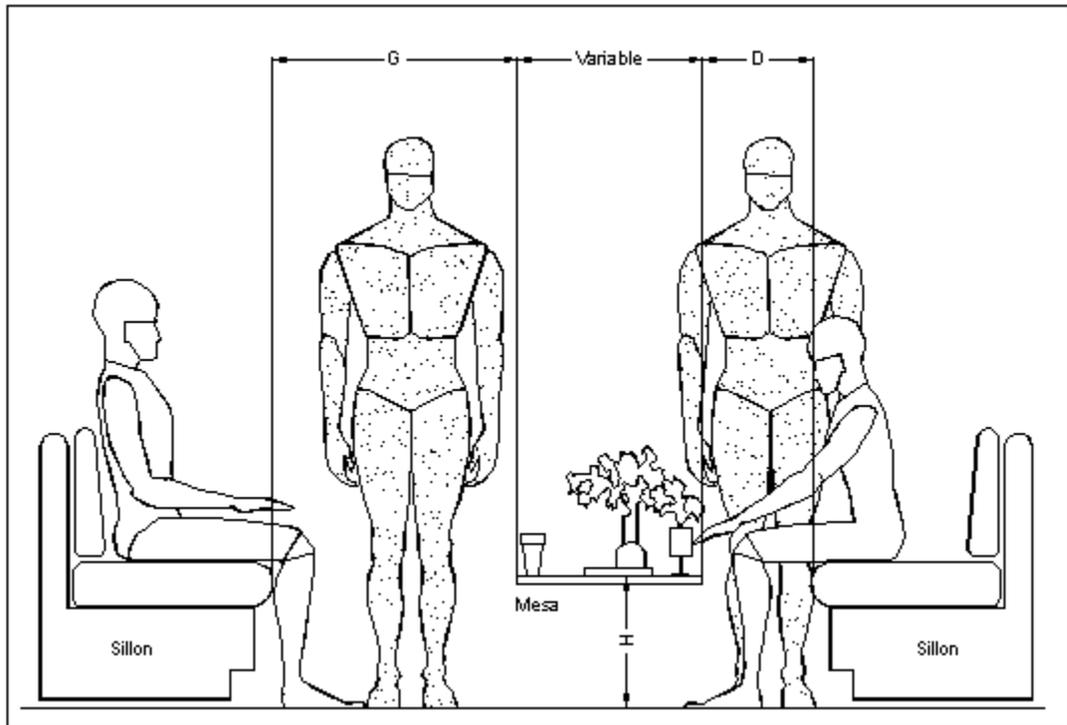


Figura 48. Holguras de circulación en espacios de estar.

#### 4.7.3 Relaciones con espacios de almacenaje.

La figura 49 muestran la relación que liga la dimensión humana, el espacio en que se encuentran y la accesibilidad a espacios de almacenaje o mobiliario alto y bajo, que habitualmente van asociados a espacios de estar y de trabajo. La representación del mobiliario no aspira a imitar modelos reales. Los diseños en los que se ignora el verdadero destinatario en cuanto a sexo, o bien en cuanto a tamaño del cuerpo, se seleccionaron siguiendo los datos de los individuos de menor tamaño. En cambio, de conocerse al futuro usuario, las dimensiones se atenderán a sus datos antropométricos; este es el caso cuando se proyectan buques que tendrán como destinatario otro país, para los cuales los tripulantes tendrán diferentes características antropométricas. Es importante también considerar estas dimensiones para diseños de interiores en que los espacios sean reducidos y se necesite obtener una buena relación de espacios.

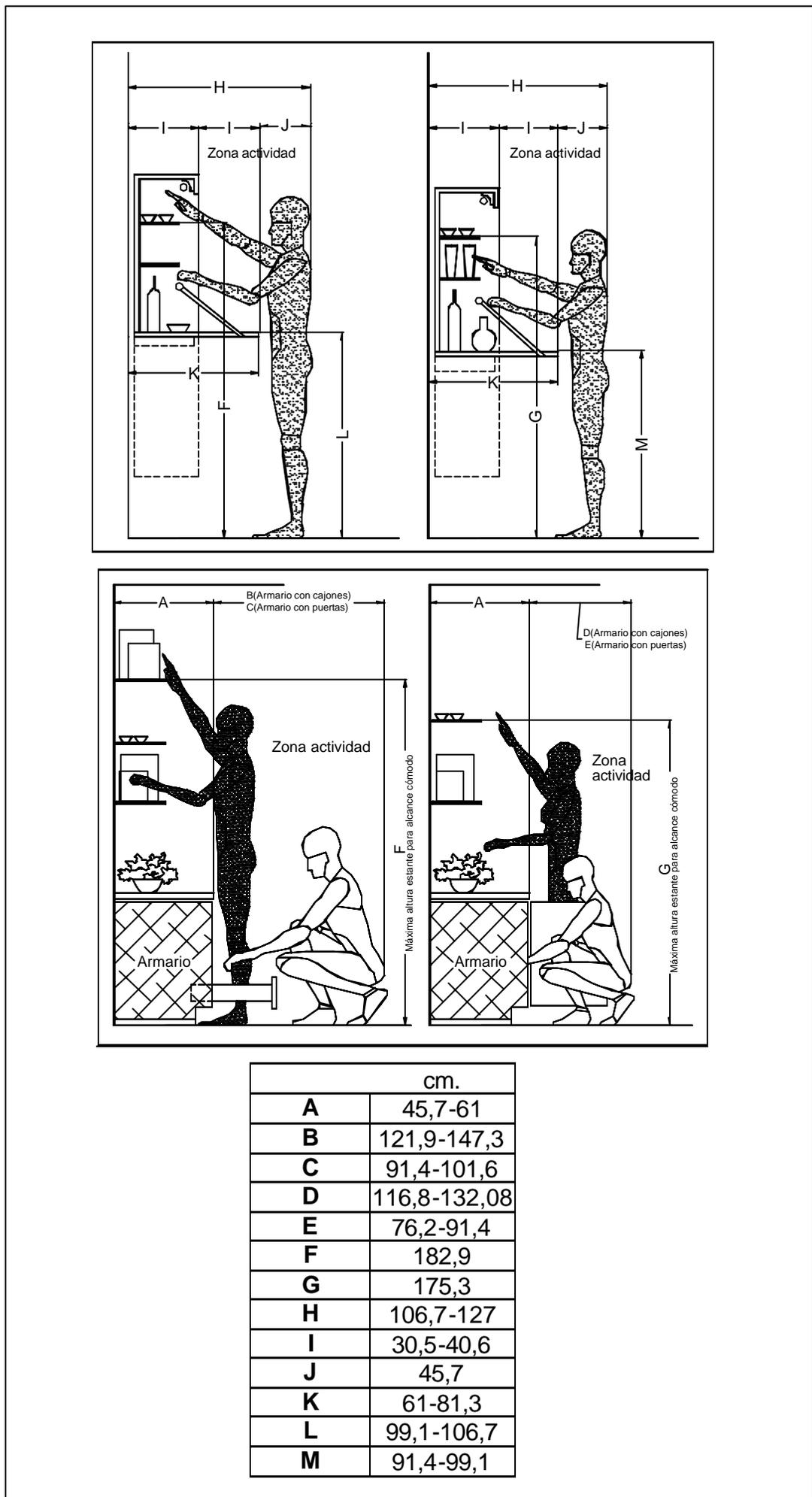


Figura 49. Relación de dimensiones en espacios de almacenaje.

#### 4.7.4 Espacios para dormir.

Es importante tener en cuenta, a la hora de diseñar los camarotes de tripulación y pasajeros, la relación de la dimensión humana con los diversos componentes que pueblan los espacios para dormir, dentro de los cuales sobresale la cama, tanto en su forma convencional como en el diseño de sus espacios superior y laterales aprovechables. Se deben considerar las dimensiones correctas para circulaciones, en el caso de literas el espacio suficiente para permitir una persona sentada la parte inferior, considerar espacios para closets, etc. La figura 50 ilustra las variaciones normales de la cama simple y doble. Las cifras son una aproximación informativa al espacio que necesita el cuerpo humano en relación a la superficie de la cama. La figura 51 muestra las relaciones principales a tomar en cuenta a la hora de diseñar acomodaciones que incluyan literas. Estas son un sistema ordinario para ahorrar espacio, sobre todo donde el número o el tamaño de los dormitorios es reducido. La figura 52 muestra la holgura vertical necesaria para acoger a un adulto de gran tamaño; desde el punto de vista antropométrico la dimensión corporal más importante es la altura en posición sedente. Si el espacio a ocupar resulta crítico es preferible esta altura sobre el futuro usuario, con la esperanza de ahorrar unos cuantos centímetros. El 95% de las personas de entre 18 a 79 años tiene una altura sentados de 98.8 cm. O inferior. La holgura tolerada entre la cara superior del colchón y el obstáculo elevado más cercano es de 101.6 cm.. Teóricamente para un grueso total de la litera superior de 15.2 cm. Y una altura de la inferior respecto al suelo de 45.7 cm. No es posible acomodar a un adulto de gran tamaño a una altura de techo de 243.8 cm., a menos que se reduzca la segunda de estas dimensiones. La figura 52 muestra también que la holgura horizontal de 116.8 cm. A 157.5 cm. Es incuestionable para acceder cómodamente al espacio de almacenaje de la cama de abajo.

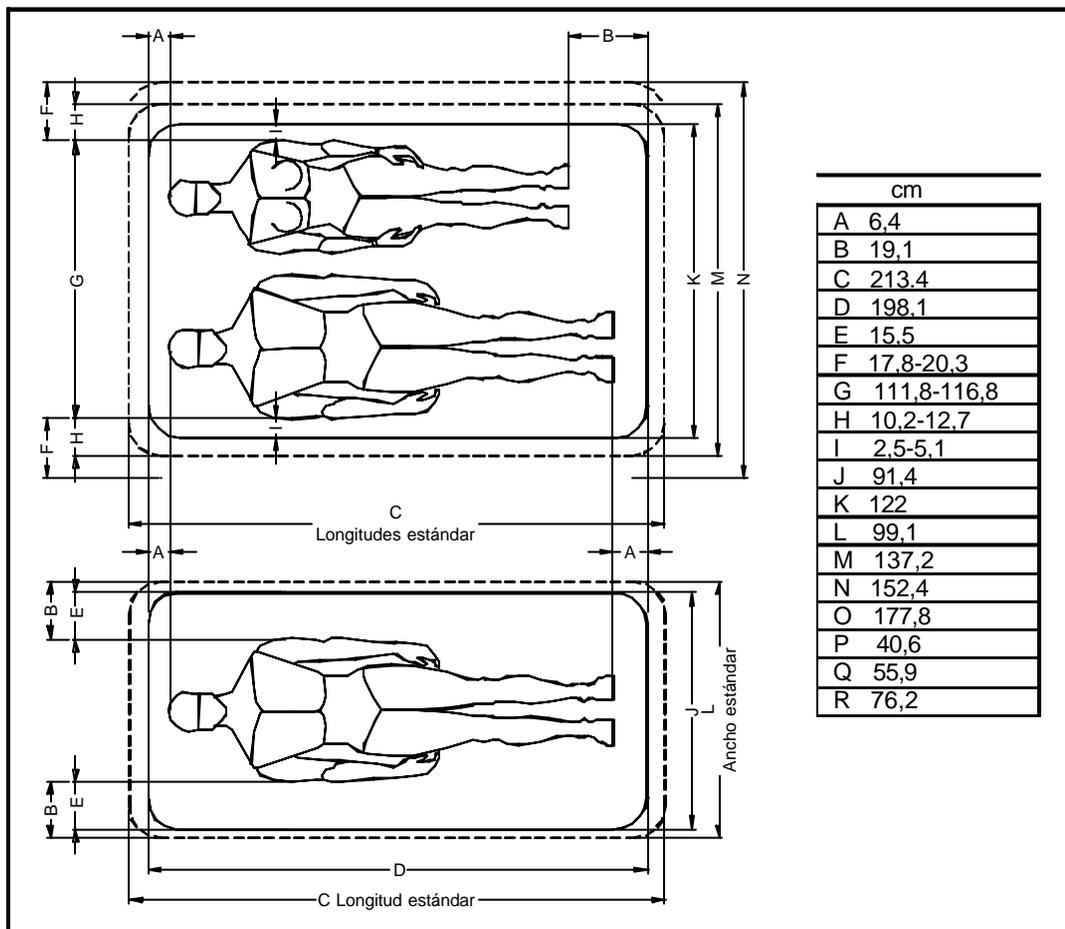


Figura 50. Holguras relacionadas con los espacios de dormir.

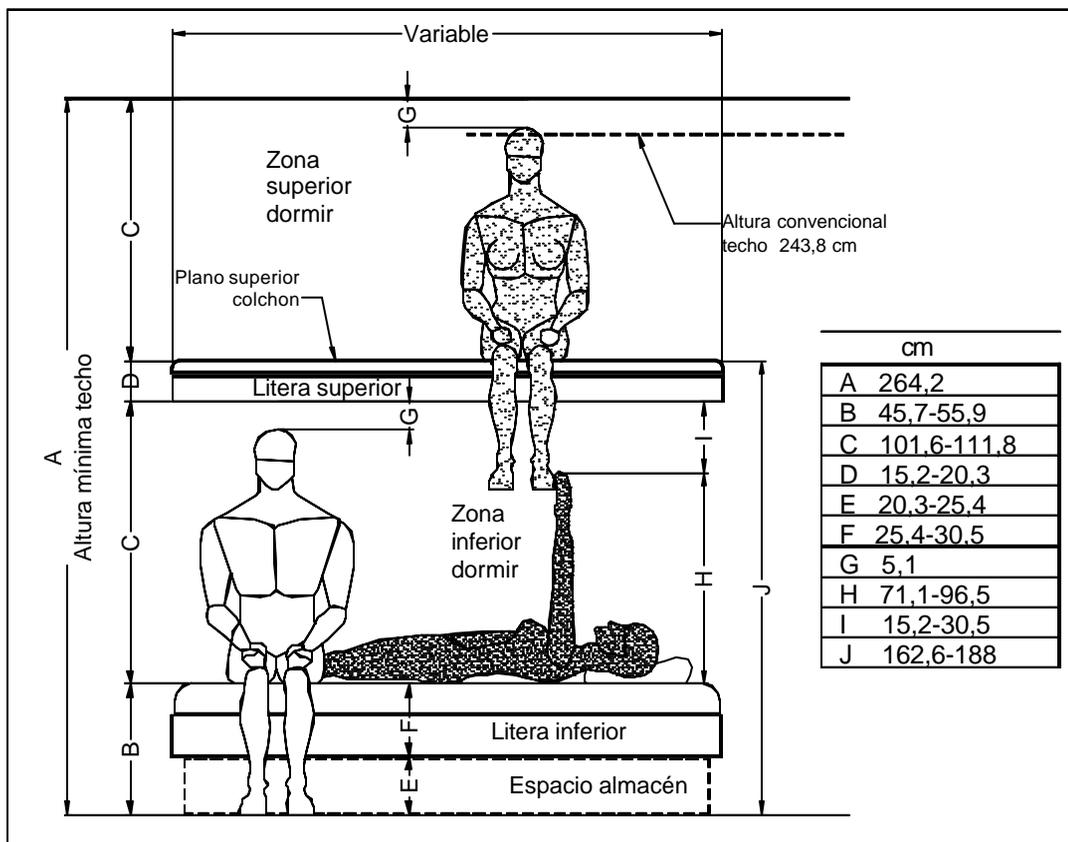


Figura 51. Holguras principales en el diseño de literas.

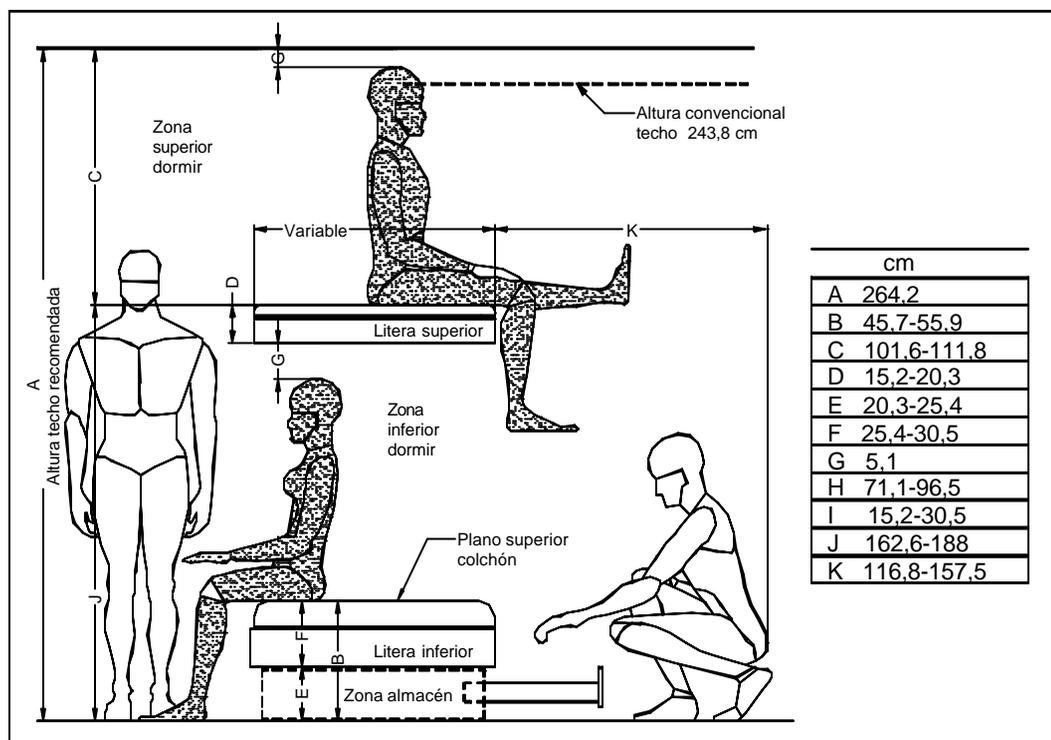


Figura 52. Holguras horizontales en el diseño de literas.

#### 4.7.5 Baños.

Los cuartos baños son los ejemplos de diseño donde se pone de manifiesto rotundamente la escasa atención que se otorga a la relación entre el tamaño y dimensiones del cuerpo y el contorno circundante, sea cuál sea el tipo de construcción. Es importante poder realizar una buena distribución interior de todos los elementos que componen un baño, más aún si este se encuentra destinado a satisfacer las necesidades de más de una persona o tripulante.

**4.7.5.1 Lavabos (Lavamanos).** La figura 53 ilustra las consideraciones fundamentales relacionadas con el lavabo. Probablemente, el punto esencial es su altura sobre el suelo que, por largo tiempo, viene siendo establecida por lo que se denomina práctica comercial, fijándola de 78.7 a 86.3 cm, dimensión que apenas contempla los requisitos antropométricos implícitos. La altura de trabajo óptima para situar las manos encima de un mostrador o banco de trabajo está entre 5 y 7.6 cm. Por debajo de la del codo. En base a numerosos estudios publicados que dan como promedio una altura de codo de 104.9 cm. o inferior para un 5% de hombres observados, mientras que otro 5% esta vez de una población femenina, tenían una altura de codos de 98 cm. Restando 8 cm. de esta última medida, se tendrá una cómoda altura de lavabo de 90.4 cm., mayor que la que se da de ordinario, presumiblemente para acomodar a la mayoría de la población. Desde otro punto de vista es indudable que por este camino más del 95% de los

usuarios no están debidamente acomodados con las alturas a la que se colocan los lavabos hoy en día. En la figura 54 se aprecia también las holguras horizontales recomendables para lavabos.

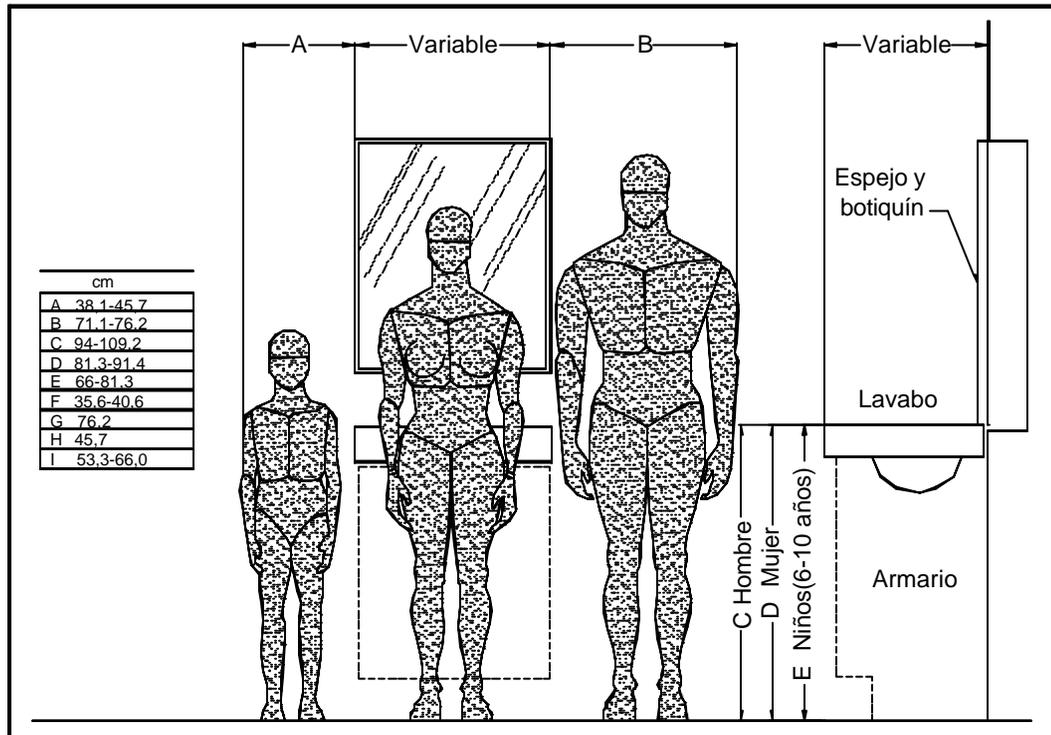


Figura 53. Holguras principales para un baño.

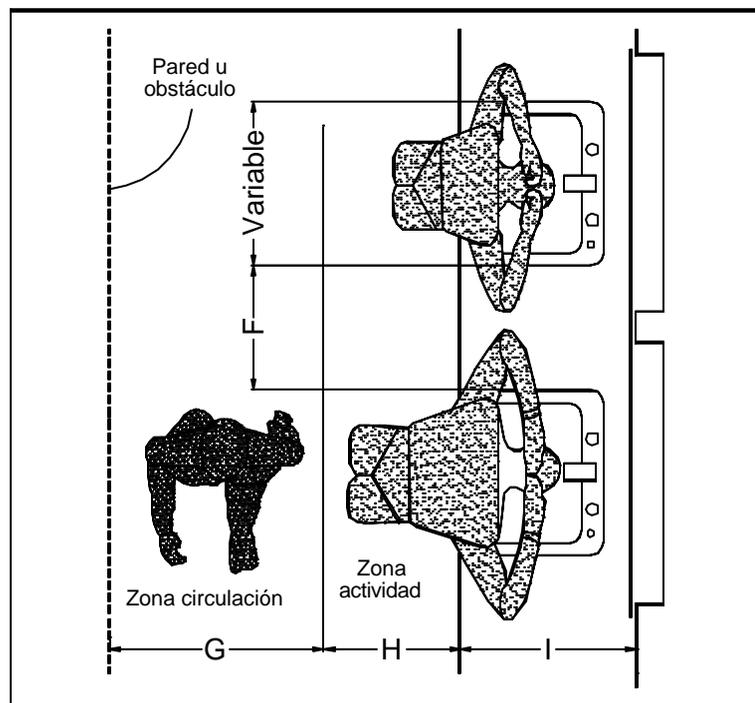


Figura 54. Holguras de circulación.

**4.7.5.2 Inodoros.** La figura 55 muestra también las consideraciones antropométricas relativas al inodoro. La figura 55a muestra una holgura mínima entre la pared frontal del inodoro y la pared u obstáculo físico más próximo de 60 cm. Los accesorios situados al lado o frente de este alcance, para lo cual se tendrá en cuenta el alcance lateral del brazo y de la punta de la mano. La figura 55b muestra las holguras horizontales

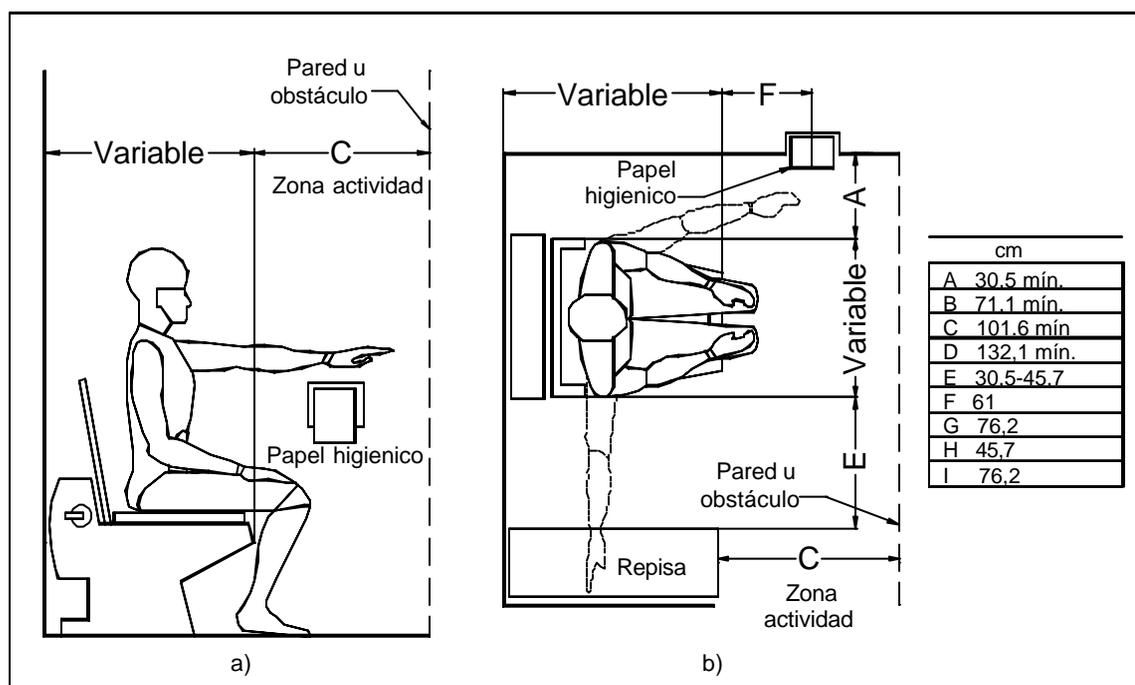


Figura 55. Dimensiones principales para el diseño de un baño.

**4.7.5.3 Duchas.** Las dimensiones de una cabina de ducha variarán correlativamente al nivel de confort deseado que, junto a condiciones de seguridad, constituyen facetas sobresalientes del diseño. Las llaves para el agua deberán colocarse fuera del alcance del agua en caso que no se pueda obtener una temperatura apetecible y estable, esto con el fin de evitar el impacto del líquido demasiado caliente durante su manejo. Una holgura de 137.2 cm. entre paredes, como muestran la figura 56 acomoda no solo a la variedad de posiciones corporales, sino que posibilita la creación de una superficie de asiento de 30.5 cm. de anchura. La altura del cabezal regulable de la ducha debe estar al alcance de las personas adultas de menor tamaño, pero simultáneamente alto para facilitar el aclarado de cabeza de las mayores.

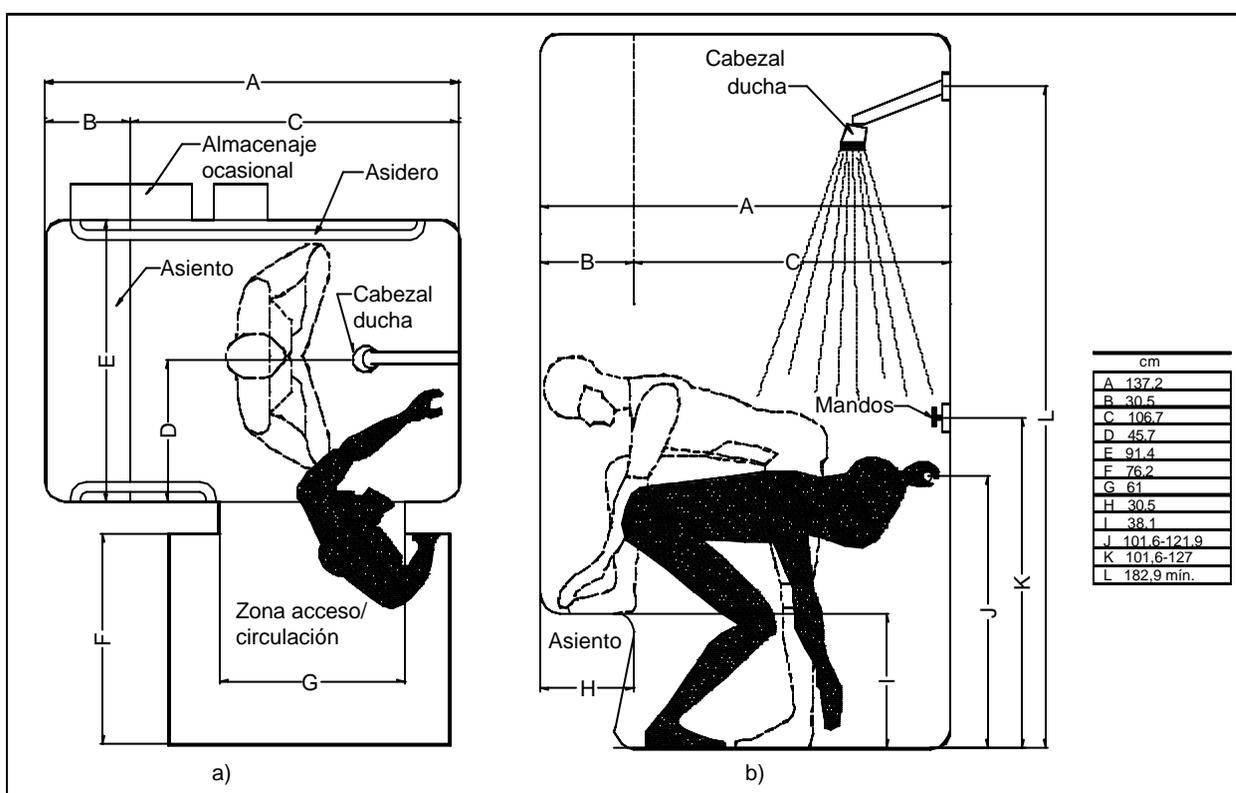


Figura 56. Holguras verticales y horizontales a considerar en el diseño de duchas.

**4.7.6 Espacios de cocinar.** El diseño de una cocina para un buque dependerá principalmente de dos factores preponderantes los cuales determinarán a su vez el tamaño de esta y las diferentes comodidades que tendrá:

- Cantidad de tripulación: este factor determina principalmente, además del tamaño, las comodidades y servicios de que dispondrá una cocina, no influyendo demasiado a lo que comodidades y lujo se refiere.
- Cantidad de pasajeros : si es un buque de pasaje propiamente tal, la cocina de este deberá ser lo suficientemente grande como para dar cabida a la gente necesaria para atender a los pasajeros en sus necesidades de alimentación, y a todos los aparatos o electrodomésticos que sean necesarios para poder ofrecer el servicio, el lujo y tamaño de estas instalaciones se ve acentuado especialmente en buques de pasaje como los grandes cruceros.

En el diseño de los espacios para cocinar dominan consideraciones relativas a la altura de superficies de trabajo, holgura entre armarios que no estorben el paso, accesibilidad a espacios de almacenaje en alto y bajo, etc. Todas ellas han de ser respuesta a la dimensión humana y el tamaño del cuerpo para así conquistar la idónea interfase usuario-componentes del espacio interior. La determinación de holguras entre

el mobiliario de cocina se supedita a la anchura y profundidad corporal del usuario y a la proyección exterior de los diversos elementos integrantes. Las puertas de nevera, lavadoras, lavavajillas, armarios, junto a los cajones de éstos, en su posición abierta invaden el espacio de circulación y ubicación del usuario.

La figura 57 y 58 muestran algunas de las holguras básicas que se requieren en la cocina. En la figura 57 se explicitan holguras entre dos bancos de cocina con armarios inferiores; una holgura total de 152.4 a 167 cm. acomodará el cuerpo humano, un cajón o armario abierto que invada la zona de paso y, en esta misma, la máxima anchura corporal de un individuo de gran tamaño, cuando no se quiera disfrutar de un holgura total de paso se optará por la medida de 122 cm., holgura mínima entre armarios; la figura 58 ofrece también esta misma holgura como óptima entre la cara exterior de los armarios y el obstáculo físico más próximo.

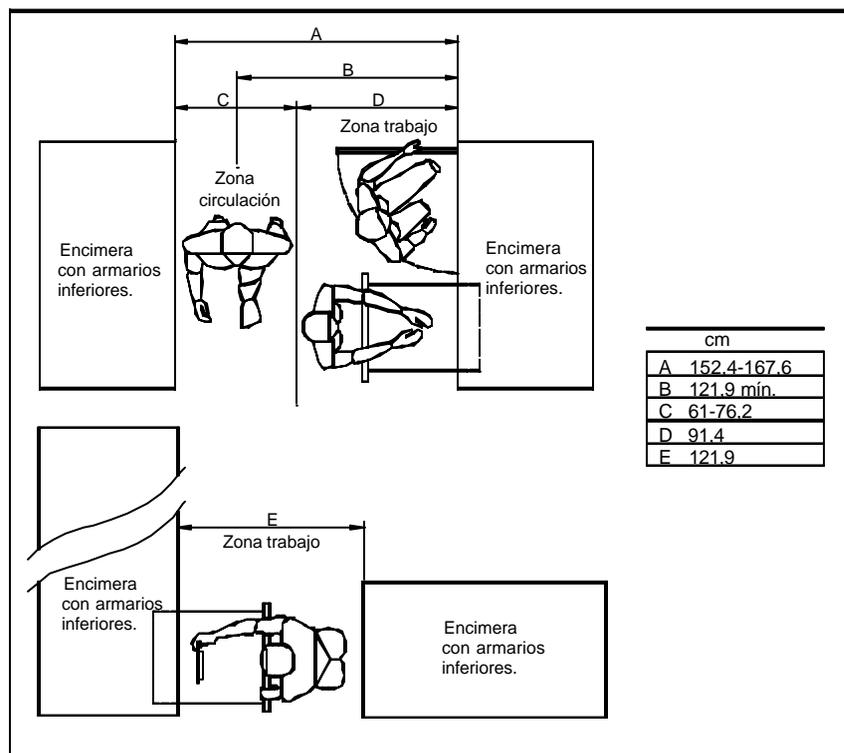


Figura 57. Holguras horizontales para muebles de cocina.

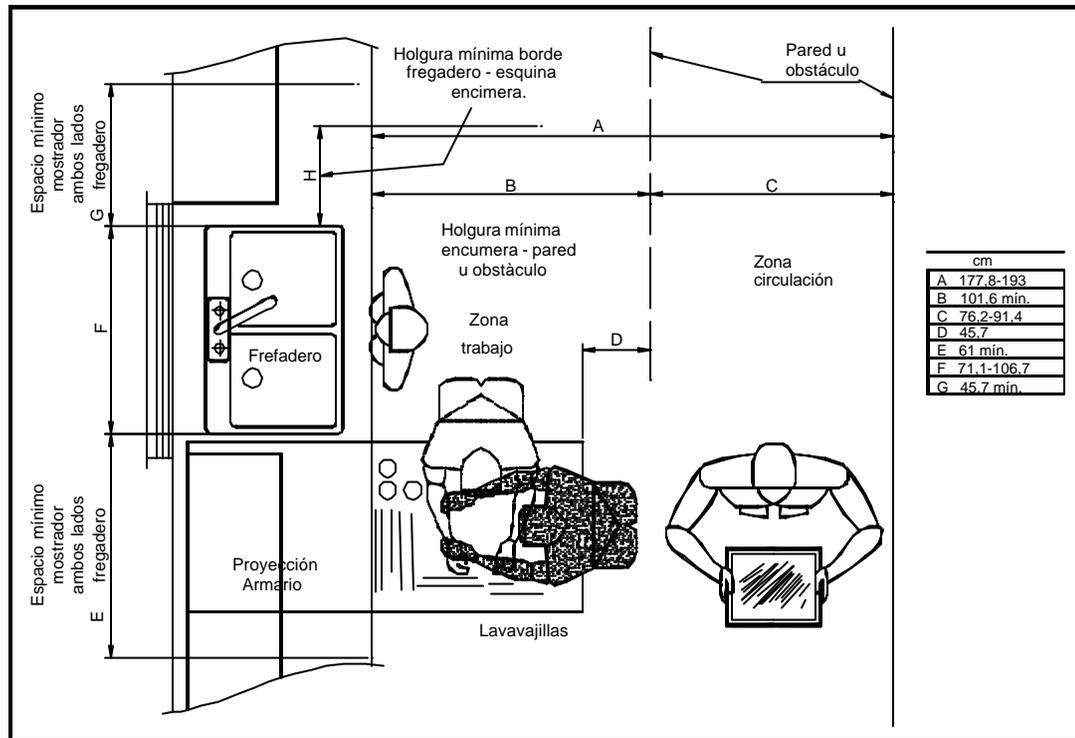


Figura 58. Holguras horizontales para equipamiento de cocina.

La figura 59 se refiere a las holguras horizontales que conviene aplicar a las proximidades del lavavajillas. La acomodación del cuerpo humano, la apertura de puerta y el desplazamiento de las rejillas de almacenaje a tener en cuenta en el proceso de carga y descarga de este aparato, recomiendan una holgura mínima de 101.6 cm.. La provisión de un paso de circulación supone incrementar la dimensión anterior en 76.2 cm.

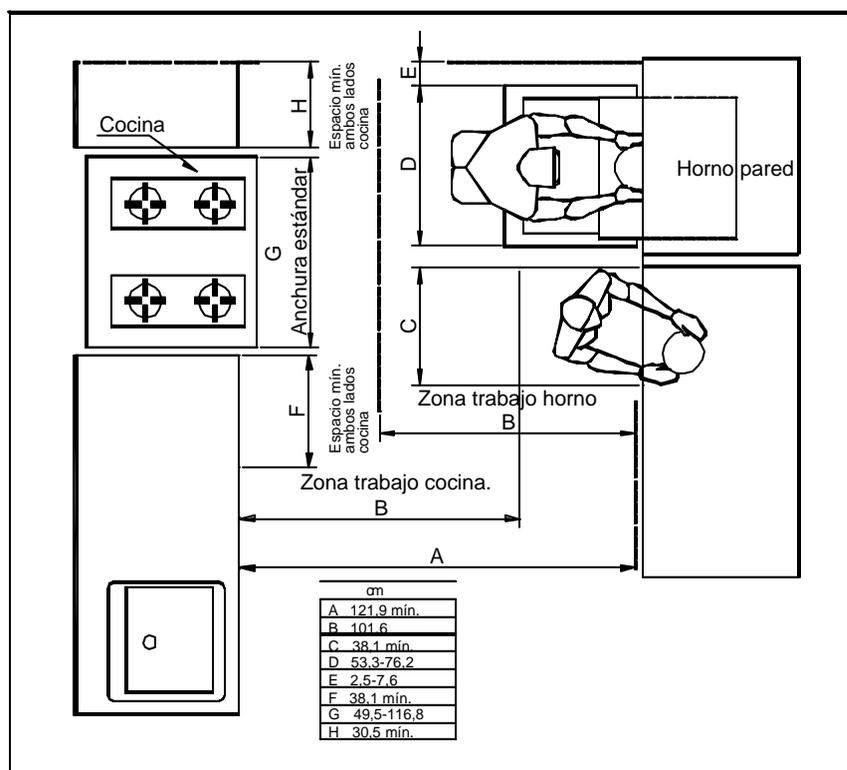


Figura 59. Holguras de otros equipos de cocina.

#### **4.7.7 Espacios de circulación horizontal.**

Los espacios de circulación engloban en este caso pasillos de circulación, halls de acceso, accesos principales y secundarios, vestíbulos, etc. La planificación de estos espacios es una tarea ardua debido al cúmulo de factores en juego, como ser el volumen de flujo (expresado en personas por metro de anchura de paso, por minuto), intervalo de tiempos y distancias, velocidad y longitudes de desplazamiento. Sin importar el grado de sofisticación, una parte del proceso es el análisis del tamaño y dimensión del cuerpo como factor humano, y de las facetas fisiológicas y psicológicas que intervienen. Aquí se pretende centrar el tema en los aspectos antropométricos, concientes de que componen una pequeña fracción del proceso total de diseño.

En la circulación peatonal privan dos elementos: el cuerpo humano como incremento básico de medida y la persona de mayor tamaño como patrón para decidir las holguras, que, si acomodan a esta, también lo harán con las de menor tamaño. La figura 60 muestra tres proyecciones fundamentales de la figura humana, incluyendo las dimensiones críticas del 95<sup>o</sup> percentil, referidas a las tres medidas antropométricas. Al establecer la anchura y la profundidad se ha introducido una tolerancia de 7,6 cm en concepto de vestimenta, incluida la de invierno, más pesada que la de verano. Según las previsiones, la dimensión definitiva queda en 65,5 cm ; hasta ahora esta misma medida era de 57,9 cm, obtenida presumiblemente de la anchura de hombros de la persona media. Obviamente esta cifra no es válida, pues la dimensión antropométrica crítica a utilizar es la anchura de cuerpo, no la anchura de hombros y los datos medios que nunca acomodan a la mayoría de la población.

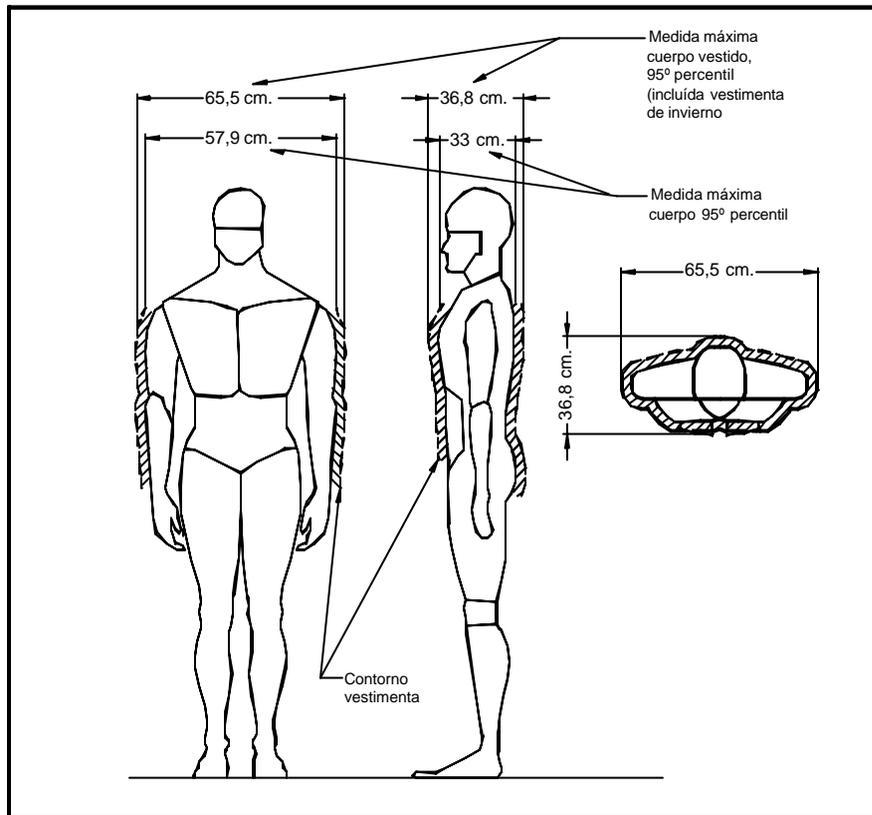


Figura 60. Dimensiones a considerar en el cuerpo para la circulación horizontal.

La figura 61 y cuadro 16 tiene una probada utilidad en el diseño de espacios de circulación. Este último es una adaptación del estudio del movimiento y de la formación de colas peatonales, elaborado por el Dr. John Fruin, cuya finalidad fue fijar los niveles relativos de servicio en base a la densidad de viandantes. La unidad básica es el cuerpo humano, al que se asocia con una forma elíptica o cuerpo elipse de 45,6 x 61 cm.

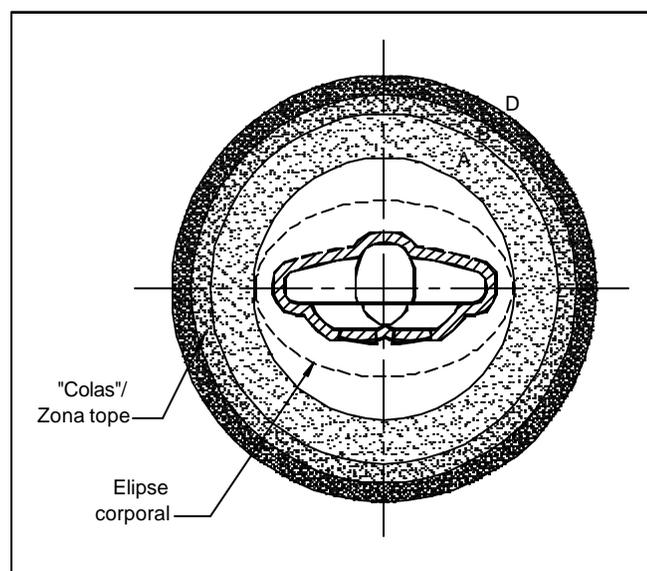


Figura 61. Espacio a considerar en torno a la persona.

Cuadro 16. Dimensiones principales alrededor de una persona.

<b>ANÁLISIS DE DENSIDAD EN "COLAS" O FILAS DE CIRCULACION</b>			
<b>Denominación</b>	<b>Descripción</b>	<b>Radio (cm.)</b>	<b>Superficie (cm2.)</b>
<b>A Zona de contacto</b>	En esta área de ocupación casi inevitable el contacto corporal; imposible la circulación, movimiento reducido al andar arrastrando los pies; ocupación análoga a un ascensor algo lleno.	30,5	0,28
<b>B Zona de no contacto</b>	Mientras no sea preciso desplazarse puede eludirse el contacto corporal; movimiento posible en forma de grupo	45,7	0,65
<b>C Zona personal</b>	La profundidad de cuerpo separará a las personas; circulación lateral limitada sorteando las personas; esta área está en la categoría de ocupación espacial seleccionada, experimentada con normas de confort.	53,3	0,95
<b>D Zona de circulación</b>	Es posible circular en cola sin molestar a las demás personas.	61	1,4

Colas

#### 4.7.8 Circulación, pasillos y pasos.

Como muestra la figura 62 las holguras admisibles en pasillos de simple y doble circulación son de 91,4 y 172,7 cm, respectivamente. Cuando no haya obstáculos físicos a ningún lado del pasillo, la holgura mínima para la simple será de 76,2 cm. La holgura doble permite caminar cómodamente a dos personas una junto a la otra sin contacto corporal. La figura 63 muestra el espacio que exigen las personas que portan en la mano distintos tipos de equipaje.

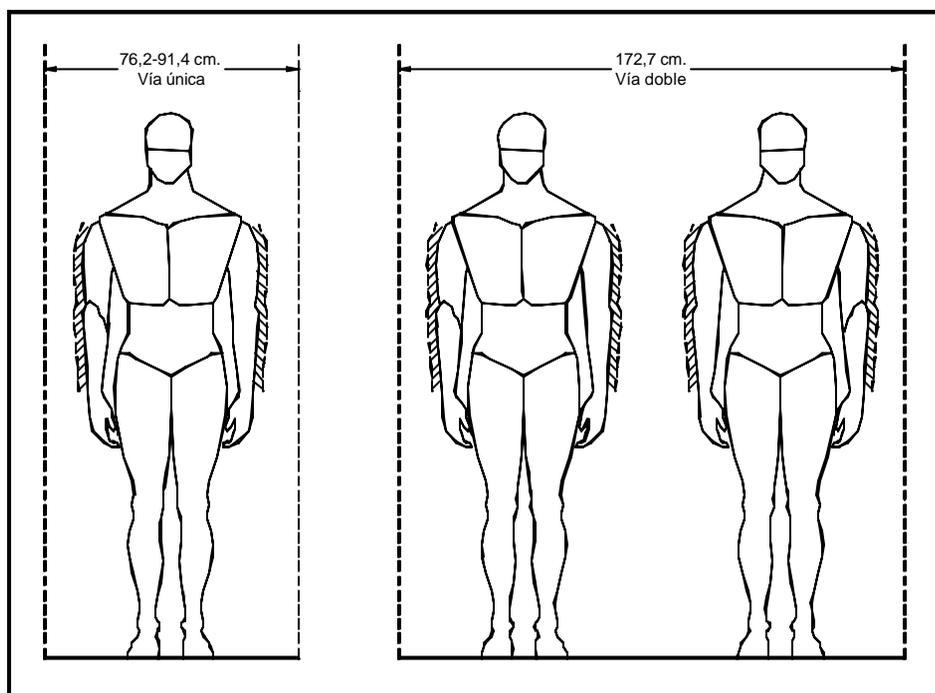


Figura 62. Holguras en circulación de pasillos.

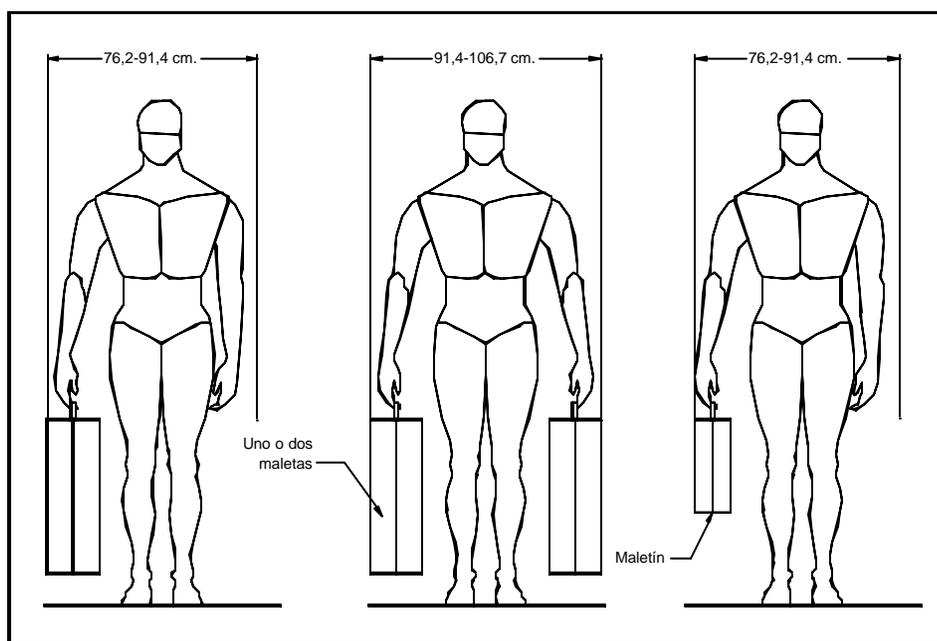


Figura 63. Holguras en circulación de pasillos para personas con equipaje.

La figura 64 muestra la relación física entre la dimensión humana y la anchura de pasillo, en función de la que éste admita. La hilera de tres personas de frente se basa en los datos de máxima anchura de cuerpo vestido del 95º percentil, mientras que la de cuatro personas, también de frente, lo es respecto al 5º percentil. La anchura de pasillo se establece arbitrariamente en 243,8 cm. Obviamente la figura no debe tomarse como una única pauta, ya que la probabilidad estadística de tener una formación de tamaños del cuerpo, como la que se representa en la misma, en un momento determinado, es sumamente remota, a no ser que desde un principio el

espacio esté destinado a una población específica de tamaño corporal mas o menos grande. Además es importante resaltar que los 61 cm de anchura de carril con holgura de 4,1 cm no es, en modo alguno, una norma estricta.

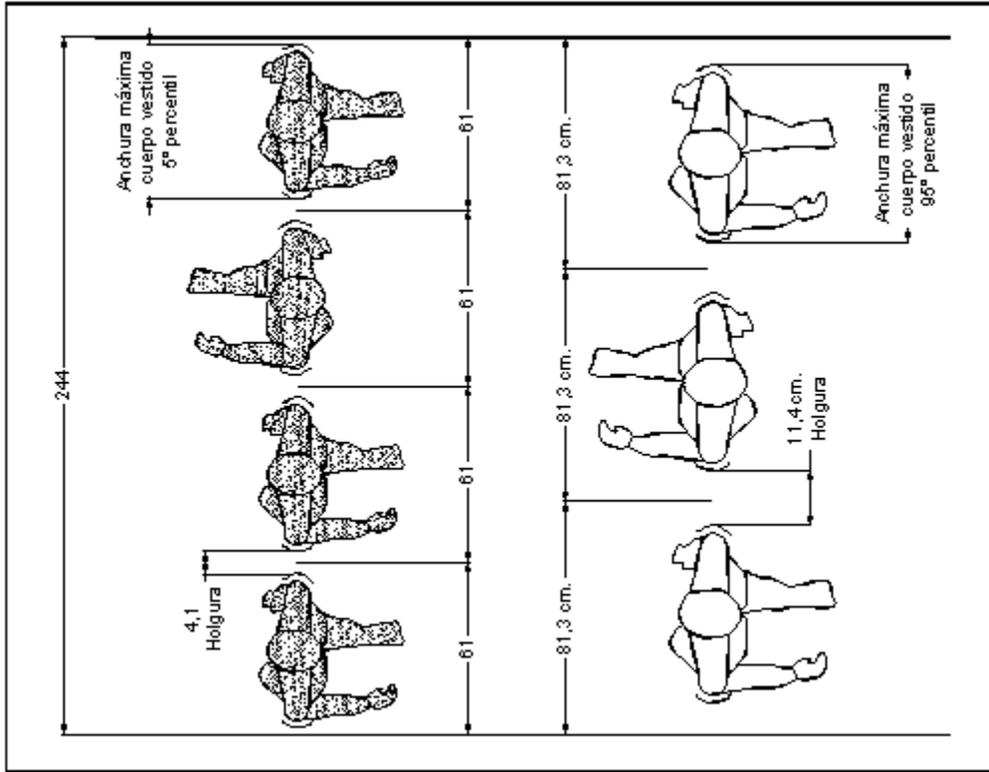


Figura 64. Holguras en circulación de pasillos amplios.

## CONCLUSIONES.

- En términos generales, es importante poder destinar una parte del proyecto de un buque al estudio de la correcta distribución de espacios y sus dimensiones, ya que esto evitará que durante el desarrollo de la construcción de este se produzcan cuellos de botellas, problemas de montajes o distribución de espacios y equipos, con el consiguiente ahorro de tiempo y dinero para el armador.
- No sólo es bueno considerar un buen arreglo desde el punto de vista de proyecto, ya que desde que el buque comienza a navegar se pueden apreciar los resultados de un trabajo bien hecho; esto es en el rendimiento de la tripulación, que a la larga también afecta en la productividad del buque, y el confort y agrado que sienten los pasajeros de navegar en este.
- Siempre se debe tener en cuenta ante todo, la seguridad del tripulante y de los pasajeros, además de la integridad estructural del buque.
- La o las zonas geográficas en que navegará un barco es un factor de importancia a la hora de diseñar lo que corresponde a habitabilidad interior como calefacción, aire acondicionado e incluso hasta de los colores y revestimientos interiores de este; esto es importante ya que puede influir directamente en la sensación de confort de la persona.
- El realizar un arreglo general no le compete a una sola disciplina, al contrario, aquí confluyen, justamente, todas las disciplinas que están involucradas en la construcción de un barco entre otras, interactúan entre ellas y se retroalimentan constantemente con información.
- Es muy importante dentro de esto, considerar además, las dimensiones humanas, y como deben interactuar estas con el entorno del buque.
- Se debe tomar en consideración también el origen y costumbres de las personas que ocuparán el buque, ya que este es un factor importante que también influye en un diseño, especialmente para la asignación de espacios y dimensionamiento de estos.

## **ANEXO I.**

Comunicación sostenida vía e -mail con la Directemar.

( En documento impreso. Biblioteca Miraflores, Universidad Austral de Chile.)

## **ANEXO II.**

Comunicación sostenida vía e-mail con el Ministerio del Trabajo.

( En documento impreso. Biblioteca Miraflores, Universidad Austral de Chile.)

### **ANEXO III.**

Percentiles para las diferentes medidas del cuerpos según grupos de edad.

( En documento impreso. Biblioteca Miraflores, Universidad Austral de Chile.)

## **ANEXO IV.**

Niveles de iluminación óptimos para los diferentes compartimentos de un buque, según estudios realizados por el Ministerio de Defensa del Reino Unido.

### Sugerencias Estándar de Iluminación.

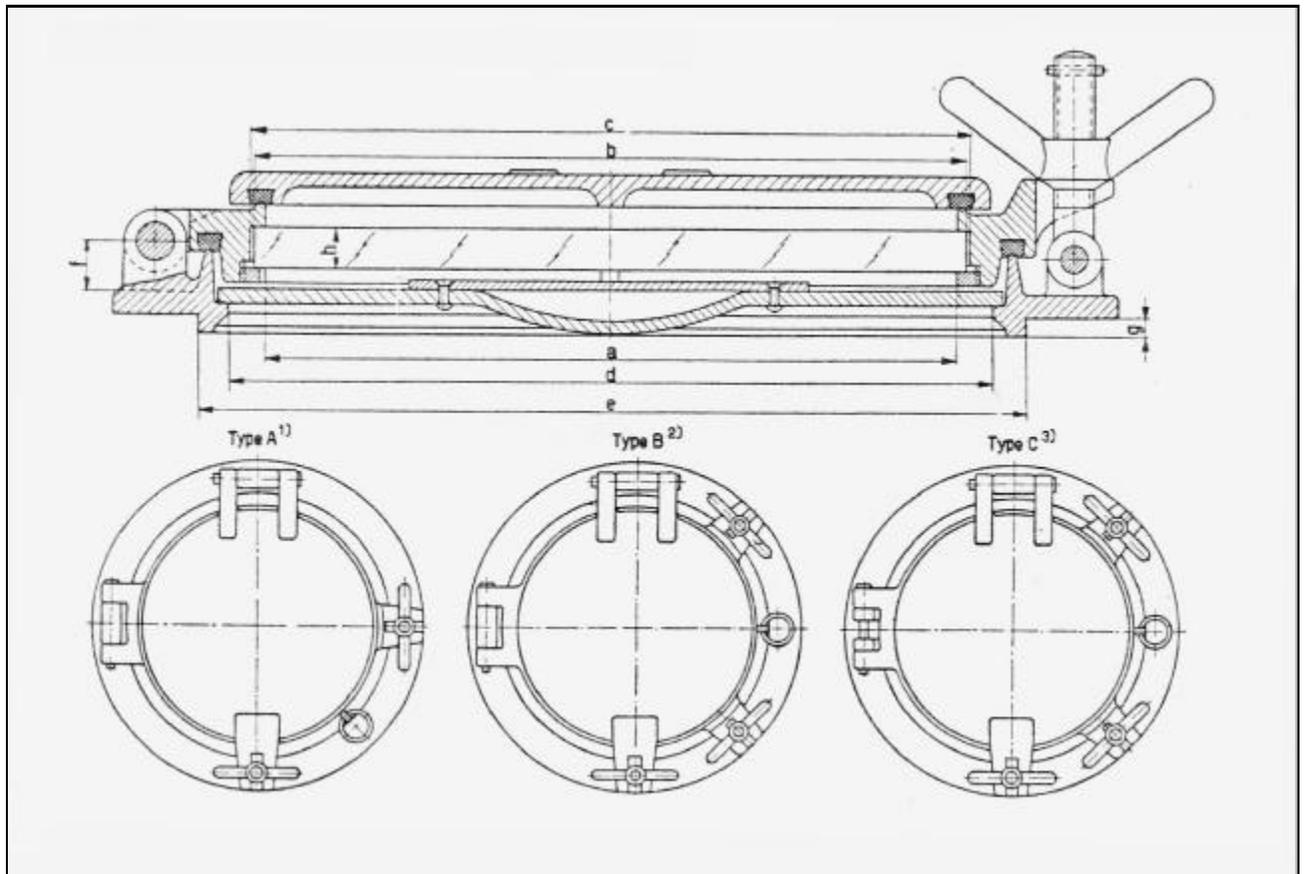
<b>Espacio</b>	<b>Intensidad (Lm/ft<sup>2</sup> )</b>	<b>Intensidad (Lux)</b>
Camarotes	7	75
Comedores	10-15	108-161
Sala de estar	7-10	75-108
Corredores y pasillos	2-5	22-54
Baños	7	75
Cocina	15	161

## **ANEXO V.**

Esquema de una claraboya típica y sus principales dimensiones.

## Principales medidas de una claraboya típicas.

(Tomadas del documento N° 876 del Dutch Normalization Committee)



Donde:

- a Diámetro nominal de la claraboya
- b Diámetro nominal del vidrio interior
- b1 Diámetro del vidrio más pequeño
- c Diámetro nominal más pequeño con el rebaje incluido
- c1 Diámetro con rebaje más grande
- d Diámetro interior por fuera del aro
- e Diámetro exterior de la tapa
- f Altura al centro de la bisagra
- g Altura de la tapa
- h Espesor nominal del vidrio
- h1 Espesor más delgado del vidrio
- h2 Espesor más ancho del vidrio
- G Peso de la claraboya completa en kilogramos en acabado de bronce
- H Acabado fuerte
- L Acabado liviano.

1 ) El Tipo A es válido para tamaños nominales desde los 125 a 200 milímetros, en acabado liviano.

2 ) El Tipo B es válido para tamaños nominales de 200 mm en acabado liviano y para aquellos de entre 225 hasta 350 mm en acabado liviano y fuerte.

3 ) El Tipo C es válido para tamaños nominales desde los 400 y 450 mm en acabado liviano y fuerte.

Tipo I : Claraboya con celosía y cerradura

Tipo II : Claraboya con celosía y sin cerraduras

Tipo III: Claraboya con cerradura y sin celosía

Tipo IV: Claraboya sin celosía y sin cerradura.

El material más usado en la construcción de estas claraboyas es el bronce con un mínimo de 60% de cobre (Cu) y el resto de cinc (Zn). Los otros materiales que se utilizan comúnmente son el acero naval y el hierro fundido, este último no es muy usado debido a su facilidad de corrosión aunque es más barato.

a	b	b1	c	c1	d	e	f				G													
							L		H		L			H			L				H			
							Tipo				h	h1	h2	h	h1	h2	Tipo							
							I y II	III y IV	I y III	II y IV							I	II	III	IV	I	II	III	IV
125	135	133	137	138	145	170	19	15			12	12	14				8	7	6	5				
150	165	162	167	168	175	200	23	17			15	15	17				12,5	11	9	7,5				
175	190	187	192	193	200	225	23	17			15	15	17				14,5	13	11,5	9				
200	215	212	217	218	225	250	22	16	27	21	15	15	17	20	19	21	17,5	14,5	13	10	19	16,5	14,5	11,5
225	240	237	242	243	250	280	22	16	27	21	15	15	17	20	19	21	21	17,5	15,5	12,5	25	22	18	15,5
250	265	262	268	269	280	310	24	19	32	25	20	19	21	25	25	27	29	25	21,5	17,5	31,5	27,5	23,5	19,5
300	318	314	321	322	330	360	25	19	31	24	20	19	21	25	25	27	37	30	26,5	21	39,5	33	30	23
350	368	364	371	372	380	410	25	19	32	25	20	19	21	25	25	27	45,5	37	33	25,5	49,3	40	36,5	28
400	419	414	422	423	430	460	27	19	41	33	20	19	21	32	32	35	59	46	41	29	68	55,5	52	38,5
450	470	465	473	474	480	510	27	19	41	33	20	19	21	32	32	35	64,5	50,5	46	32	77,5	63,5	59	44

## **ANEXO VI.**

Diferentes tipos de buques y sus distribuciones de espacios.

## 1.- Crucero de pasajeros.

### · Principales Características:

- Eslora total.....	108 m
- Manga.....	15.8 m
- Calado.....	4.9 m
- Tonelaje bruto.....	6000 t
- Velocidad.....	16 Kn
- Tripulación.....	90
- Pasajeros.....	160
- Número de cubiertas.....	7

Donde :

A: Cubierta a la intemperie

B: Piscina

C: Comedor Discoverer

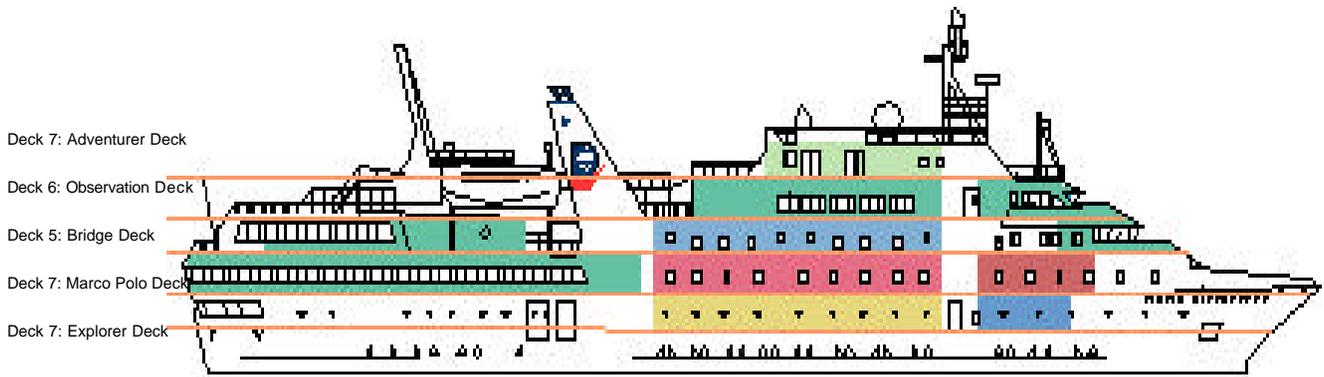
D: Cubierta de Observación

E: Comedor Lido

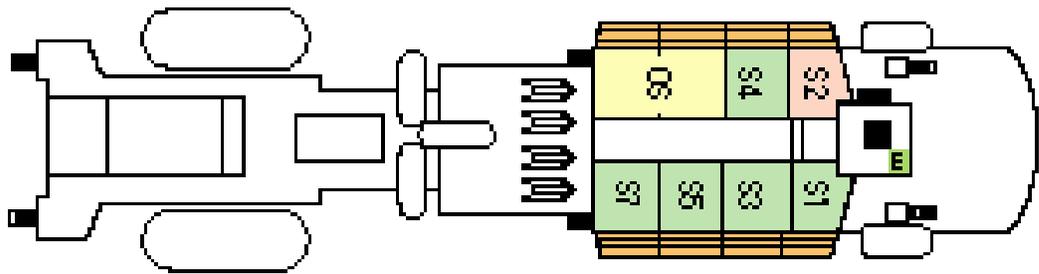
F: Librería

G: Puente

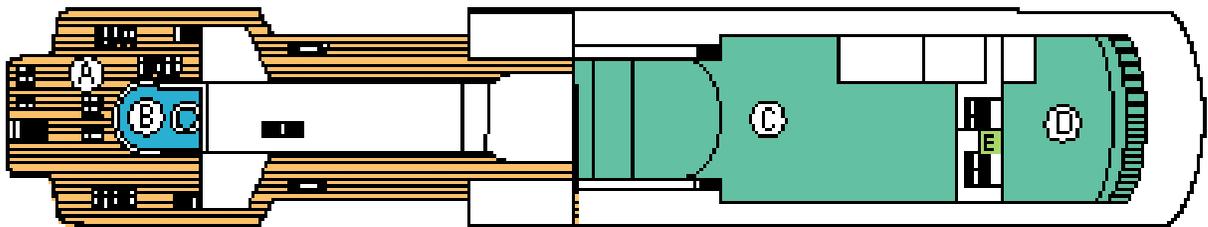
E: Elevadores



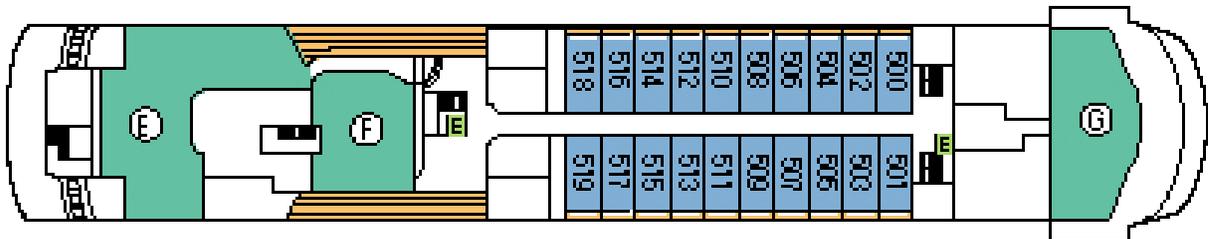
Deck 7 : Adventurer Deck



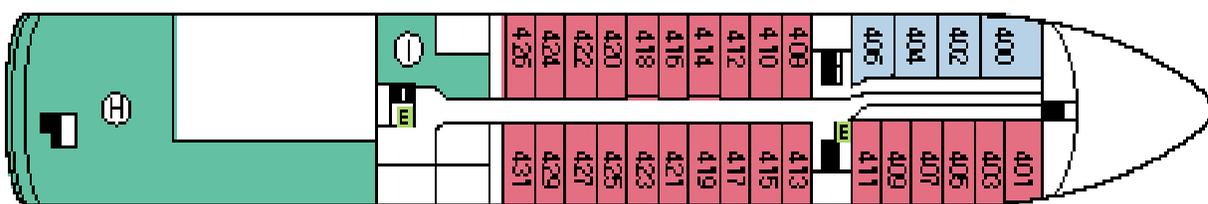
Deck 6: Observation Deck



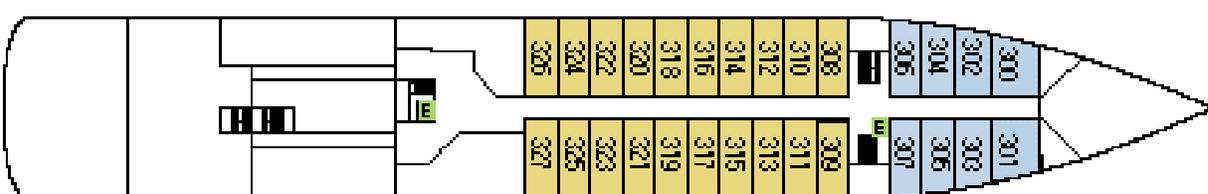
Deck 5: Bridge Deck



Deck 4: Marco Polo Deck



Deck 3: Explorer Deck.



## 2.- Remolcador de Alta mar.

### - Características Principales:

- Eslora total.....	88 m
- Eslora entre Perpendiculares.....	83.11 m
- Manga moldeada.....	18 m
- Puntal.....	9.72 m
- Calado.....	6.58 m
- Desplazamiento.....	5136.7 t

( Plano en documento impreso. Biblioteca Miraflores. Universidad Austral de Chile.)

### 3.- Buque Portacontenedores. Arreglo de Popa.

#### - Características Principales:

- Eslora total.....	186 m
- Eslora entre Perpendiculares.....	177 m
- Manga moldeada.....	23.8 m
- Puntal.....	16.6 m
- Calado.....	9.64 m
- Desplazamiento.....	22080 t
- Acomodaciones para tripulación.....	42

( Plano en documento impreso. Biblioteca Miraflores. Universidad Austral de Chile.)

## BIBLIOGRAFÍA.

- Améstica N.L. 1996. Estudio de la Habitabilidad de una embarcación de Pesca. Tesis Ingeniería Naval, Universidad Austral de Chile, Valdivia. 51p.
- Archanco F. 1977. Estado actual de los conocimientos sobre el ruido a bordo de los buques. Revista Ingeniería Naval 510:652-678.
- Arkenbout J.C., Neuerburg E.M., Vossnack E.J., Burghgraef B. 1959. The Design of Merchant Ships. Ed. Prof. Ir. W.P.A. Van Lammeren. 2<sup>nd</sup> edition. Netherlands. 600p.
- De Haan J.P. 1957. Practical Shipbuilding (Part 1). Ed. Ed. Prof. Ir. W.P.A. Van Lammeren. Netherlands. 469p
- De Hann J.P. 1961. Practical Shipbuilding (Part 2). Ed. Prof. Ir. W.P.A. Van Lammeren. Netherlands. 692p.
- D.G.T.M. 1996. Convenio Internacional para la Vida Humana en el mar (edición refundida 1992). 2<sup>a</sup> edición. Chile.
- International Standardization Organization. 1993. Guide for the analysis and evaluation of shipboard hull vibration data (norma ISO 6954). Ed. SNAME. U.S.A. 26p.
- Muckle W. 1987 Muckle's Naval Architecture. Ed. Anchor Brendon Ltd. 2<sup>nd</sup> edition. England. 461p.
- Neufert E. 1999. Arte de Proyectar en arquitectura. Ed. G. Gili. 14<sup>a</sup> edición. España. 580p.
- Panero J. 1998. Las dimensiones humanas en los espacios interiores: estándares antropométricos. Ed. G. Gili. 8<sup>a</sup> edición. México. 320p.
- Organización Internacional del Trabajo (O.I.T.). 1949. Convenio sobre el alojamiento de la tripulación. (C92). Ginebra. 20p.
- Organización Internacional del Trabajo (O.I.T.). 1970. Convenio sobre el alojamiento de la tripulación. (Disposiciones complementarias.). (C133). Ginebra. 13p.
- R. Munro, Smith. 1967. Applied Naval Architecture. Ed. J.W. Arrowsmith Ltd. England. 413p.
- R. Munro, Smith. 1975. Elements of Ship Design. Ed. The Chameleon Press Limited. England. 145p.
- Rojo M. 1979. El ruido en los buques. Revista Ingeniería Naval 525:62-85.

- S.N.A.M.E. 1986. Ship Design and Construction. Ed. Robert Taggart. 2<sup>nd</sup> edition. U.S.A. 734p.
- Tang M.A. 1987 Ergonomía aplicada en Construcción Naval. Tesis Ingeniería Naval, Universidad Austral de Chile, Valdivia. 141p.
- **Internet.**
  - [www.directemar.cl](http://www.directemar.cl) Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante.
  - [www.imo.org](http://www.imo.org) International Maritime Organization.
  - [www.oit.org](http://www.oit.org) Organización Internacional del Trabajo.
  - [www.mintrab.gob.cl](http://www.mintrab.gob.cl) Ministerio del Trabajo y Previsión Social de Chile.
  - [www.sname.org](http://www.sname.org) Society of Marine and Naval Engineers.