



Propuesta doctrinal en ergonomía naval

**Angela Liliana Lossa Chamorro**

Trabajo de grado para optar al título profesional:

**Curso de Información Militar (CIM)**

**Escuela Superior de Guerra "General Rafael Reyes Prieto"**

Bogotá D.C., Colombia

2012

520.82  
L677

PROPUESTA DOCTRINAL EN ERGONOMIA NAVAL

CAPITÁN DE CORBETA ARQUITECTA ANGELA LILIANA LOSSA CHAMORRO



FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA  
ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA  
CURSO CIM-12  
BOGOTÁ, D.C.  
2.012

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del Jurado

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

Bogotá, D.C., 16 Agosto, 2012

A mi familia conformada por ese grupo de personas maravillosas que me rodean y me apoyan en cada uno de mis proyectos.

Y a los tres hombres de la casa Oscar Darío, Pipe y Santi por ser mi motivación y por su eterna comprensión.

## **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo pudo ser escrito gracias al apoyo, colaboración y paciencia de muchas personas.

En especial la autora expresa sus agradecimientos al señor Capitán de Fragata Darwin Alonso por ayudar a encaminar los esfuerzos de este trabajo de investigación y permitir que este aporte tenga una proyección institucional.

También agradece a su tutor Dr. Andrés Gaitán por el tiempo dedicado, por su constante y valiosa orientación y por los acertados aportes en el desarrollo del contenido de este trabajo.

## **RESPONSABILIDAD DE AUTOR**

El contenido de este documento corresponde exclusivamente al pensamiento de la autora y es de su absoluta responsabilidad. Las posturas y aseveraciones aquí presentadas son resultado de un ejercicio académico que no representa la posición oficial, ni institucional de la Escuela Superior de Guerra, ni de las Fuerzas Militares o del Estado colombiano.

## CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	11
INTRODUCCIÓN	12
1. GENERALIDADES	14
1.1 JUSTIFICACIÓN	14
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	16
1.4 OBJETIVOS	16
1.4.1 Objetivo General	16
1.4.2 Objetivos Especificos	16
1.5. IMPACTO	17
1.6 RESPONSABILIDAD DE LA DOCTRINA	17
1.7 NORMAS Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA	17
1.8 TÉRMINOS Y DEFINICIONES TÉCNICAS	19
1.9 MARCO JURÍDICO EN SALUD OCUPACIONAL	20
2. RESEÑA HISTÓRICA	22
2.1 HISTORIA D E LA HERGONOMÍA EN EL MUNDO	22
2.2 HISTORIA DE LA ERGONOMIA MILITAR EN EL MUNDO	24
2.3 EVOLUCIÓN DE LA ERGONOMÍA EN COLOMBIA	27
2.4 ERGONOMÍA MILITAR EN COLOMBIA	28
3. ANTECEDENTES DE LA ERGONOMIA NAVAL	30

3.1 ERGONOMIA APLICADA AL DISEÑO NAVAL	30
3.2 ANTECEDENTES DE ERGONOMIA NAVAL A NIVEL MUNDIAL	31
3.3 ANTECEDENTES DE ERGONOMIA NAVAL A NIVEL NACIONAL	32
4. CONSIDERACIONES ERGONOMICAS PARA SER APLICADAS A BORDO DE LAS UNIDADES A FLOTE	34
4.1 AMBIENTE FÍSICO	34
4.1.1 Ambiente Lumínico	35
4.1.2 Ambiente sonoro	36
4.1.3 Ambiente térmico	37
4.2 CARGA FÍSICA	39
4.3 ANTROPOMETRÍA DE LA POBLACIÓN NAVAL	44
5. APLICACIÓN DEL ELEMENTO ERGONÓMICO EN LAS UNIDADES A FLOTE DE LA ARMADA NACIONAL DE COLOMBIA	46
5.1 ÁMBITO DE PALICACIÓN	46
5.2 LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS	47
5.2.1 Garantizar las condiciones del ambiente físico a bordo de las unidades a flote	49
5.2.2 Revisión y análisis de la carga física y postural de los tripulantes	52
5.2.3 Otras consideraciones ergonómicas aplicables al ámbito naval	56
6. CONCLUSIONES	57
7. RECOMENDACIONES	59
BIBLIOGRAFÍA	60
ANEXOS	63



## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. El "Modulor" de Le Corbusier	23
Figura 2: Combatiente a bordo en diversas posiciones	27
Figura 3. Scanner 3D	29
Figura 4. Aplicación de la Ergonomía a bordo de buques	30
Figura 5. Ambiente físico, iluminación+Temperatura+ruído	35
Figura 6. Postura estática y trabajo físico	39
Figura 7. Carga estática en un tripulante	40
Figura 8. Ejemplo de Carga dinámica a bordo de un buque	41
Figura 9. Segmentos corporales del método REBA	43
Figura 10. Alturas y alcances básicos empleados en el diseño	45
Figura 11. Imagen de distribución de actividades a bordo de Unidad Naval	48
Figura 12. Análisis de uso y posturas en cuarto de navegación	53
Figura 13. Imagen de ficha método REBA	54
Figura 14. Revisión de actividades en la cocina	55

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Niveles de Ruido acuerdo a IMO 468	49
Tabla 2. Niveles de iluminación	51

## LISTA DE ANEXOS

Pág.

Anexo A. Paper Lossa

64

## RESUMEN

El propósito del presente trabajo de investigación es servir de propuesta para el desarrollo de un manual doctrinal en Ergonomía Naval que permita hacer importantes mejoras a los espacios habitables y de trabajo de los buques. Se pretende que la información contenida en este documento sirva de guía para futuros proyectos en temas similares y que además sirva de referente para revisar los diseños de las unidades a flote que sean adquiridas para la Armada Nacional de Colombia. En este proyecto se determinarían los lineamientos de los espacios físicos para ser implementados a bordo de las embarcaciones navales.

De este tema se desprenden diferentes variables que ameritan futuras investigaciones que conlleven a desarrollar el tema en otros campos tales como la antropometría, de modo tal que se pueda llegar al punto de estandarizar muchos de los elementos con los que las tripulaciones interactúan durante su diario vivir y laborar, mejorando su desempeño.

**Palabras Clave:** Doctrina, ergonomía, espacios habitables, antropometría, estandarización.

# ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA



ESDEGUE-SIIA-CEESEDEN

## RESUMEN ANALÍTICO EJECUTIVO - RAE

### 1. IDENTIFICACION

#### 1.1 Título

PROPUESTA DOCTRINAL EN ERGONOMIA NAVAL

#### 1.2 Autor(es)

Capitán de Corbeta ANGELA L. LOSSA CH.

#### 1.3 Nombre del Tutor(a)

Dr. Andrés Gaitán

#### 1.4 Programa

Curso de Información Militar CIM2012

#### 1.5 Área de énfasis

Desarrollo científico tecnológico y políticas ambientales

#### 1.6 Institución a la cual se presenta el trabajo

Escuela Superior de Guerra-ESDEGUE

#### 1.7 Lugar y fecha de edición

Bogotá D.C., agosto de 2012

#### 1.8 Número de páginas

## **2. ANÁLISIS**

### **2.1 Palabras claves o descriptores**

Doctrina, ergonomía, espacios habitables, antropometría, estandarización, carga física, ambiente físico, posturas, desempeño.

### **2.2 Resumen o descripción breve del trabajo**

El propósito del presente trabajo de investigación es servir de propuesta para el desarrollo de un manual doctrinal en Ergonomía Naval que permita hacer importantes mejoras a los espacios habitables y de trabajo de los buques. Se pretende que la información contenida en este documento sirva de guía para futuros proyectos en temas similares y que además sirva de referente para revisar los diseños de las unidades a flote que sean adquiridas para la Armada Nacional de Colombia. En este proyecto se determinarían los lineamientos de los espacios físicos para ser implementados a bordo de las embarcaciones navales.

De este tema se desprenden diferentes variables que ameritan futuras investigaciones que conlleven a desarrollar el tema en otros campos tales como la antropometría, de modo tal que se pueda llegar al punto de estandarizar muchos de los elementos con los que las tripulaciones interactúan durante su diario vivir y laborar, mejorando su desempeño.

### **2.3 Contenido**

En la primera parte del proyecto se dan las generalidades sobre el tema, se hace la justificación de por qué es importante abordar el tema ergonómico dentro de una doctrina naval y se determinan los objetivos. El segundo capítulo hace una breve reseña histórica, la cual pretende mostrar la importancia de la Ergonomía en el diario vivir del ser humano mostrando el tema desde la antigüedad hasta terminar en la evolución que ha habido en Colombia. El tercer capítulo aborda el desarrollo de la Ergonomía Naval en el país, mostrando los esfuerzos académicos e investigativos hechos hasta la fecha. En el cuarto capítulo se establecen algunas consideraciones ergonómicas para ser aplicadas a bordo dentro del estudio ergonómico. Por último el capítulo cinco da los lineamientos e instrucciones para trabajar en dos aspectos ergonómicos importantes como son el ambiente físico y la carga física y postural a bordo de las unidades a flote.

### **2.4 Metodología**

Descriptiva con revisión de fuentes primarias y secundarias con trabajo de campo.

## 2.5 Conclusiones y recomendaciones del trabajo

Las ideas planteadas en el presente trabajo, constituyen un primer acercamiento a aquellos lineamientos, que en materia de aplicación de ergonomía en las unidades a flote, van a permitir a la Armada Nacional de Colombia la consolidación de su primera Doctrina en esta campo.

El desarrollar esta disciplina en el campo naval nacional, en primera instancia cubrirá las necesidades ergonómicas de las estaciones de trabajo, comando y control que ocupan los tripulantes con el fin de evitar lesiones físicas posteriores. Efectos, que si son analizados a profundidad, conllevan a circunstancias más álgidas al interior de la Institución; asumir costosos tratamientos médicos para corregir las fatigas ortopédicas de los Oficiales, y conexo a esto, la misma ausencia del personal en las unidades a flote por su necesidad de cubrir sus necesidades de salud. Adicionalmente, si se parte del hecho de que la ergonomía naval también busca hacer de las áreas de descanso espacios ajustados a las necesidades de los navegantes, los niveles de recuperación se optimizarán.

De forma concatenada, y en donde radica la mayor relevancia de esta aplicación de procedimientos, es en la dimensión operacional. De manera vinculante, si los tripulantes de los diversos sistemas y mecanismos de las unidades a flote cuentan con estaciones de control que les ofrecen alcance permanente y accesible a todos sus elementos, y sumado a esto, su desgaste físico no es mayor debido a que se eliminó el factor de esfuerzo, el rendimiento y los niveles de reacción de los mismos se incrementa de manera significativa para responder a las demandas y estrés de un eventual teatro de enfrentamiento.

La ergonomía naval no es un elemento que dejen al azar en diversos cuerpos de marina a lo largo del mundo. Sin importar el nivel de tecnología con el que pueda llegar a contar una unidad a flote, es indudable que sigue siendo el factor humano el que hace posible que dicha tecnología y avance pueda aprovecharse de manera estratégica y en beneficio de los intereses de la Nación. Cabría cuestionarse entonces, cuál sería el desempeño de un Destructor si sus Oficiales de artillería no pudieran desempeñar eficientemente su labor porque su estación de trabajo no se lo permite. O bien, en dónde quedaría el valor de un sumergible si el encargado del *sonar* no es capaz de ofrecer información certera a su Oficial al Mando debido al estrés del mal descanso.

En la Armada Nacional de Colombia, COTECMAR ha venido a llenar ese vacío tecnológico y de desarrollo científico que describe, desafortunadamente, a las Fuerzas Militares. Mediante la construcción y evolución de este bastión de ciencia aplicada, la Nación ya ha comenzado a mostrar al mundo una capacidad clara para el autoabastecimiento de unidades a flote en materia militar naval. En este sentido, es imperante que estos esfuerzos que viene desarrollando la ARC se vinculen de manera determinante a unos procedimientos claros de aplicación de ergonomía naval a sus futuros proyectos.



## INTRODUCCION

A bordo de los buques y otras unidades de la Armada Nacional, diseñados y contruidos en Colombia, los tripulantes pueden estar expuestos a situaciones de riesgo ergonómico que a futuro derivaran en enfermedades de salud ocupacional, causadas por el diseño de las condiciones de habitabilidad, del mobiliario y de las tareas mismas afectando el desempeño de los miembros de la tripulación y del personal en general.

En el campo de la ergonomía los estudios son realizados frecuentemente en tierra firme, mientras que a bordo de un buque de guerra hay que considerar factores distintos como el movimiento constante y la carga psicológica de las tareas de combate.

En la actualidad la Armada Nacional se enfrenta al reto de diseñar y construir las unidades de guerra que remplazarán la flota existente dentro del marco del proyecto PES (Plataforma Estratégica de Superficie), por esta razón se plantea la necesidad de contar con información ergonómica y antropométrica que se ajuste a las demandas de nuevos productos, para garantizar el confort de las tripulaciones y por tanto el desempeño y la seguridad del personal y de las maquinas de guerra.

En la primera parte del trabajo se dan los conceptos básicos y se hace una reseña histórica del tema mostrando la relevancia de la Ergonomía a nivel internacional y nacional en el diseño de espacios y elementos de uso cotidiano.

En la segunda parte se explica de manera breve como la Ergonomía cobró gran importancia en el desarrollo de la primera y segunda guerra mundial y de la importancia de esta para los combatientes. También se hace una explicación de la relevancia de esta disciplina en el diseño naval debido al confinamiento de los espacios y a las características propias de la navegación. En este capítulo se mostraran los avances a nivel de la Armada Nacional de Colombia en esta materia.

En el tercer capítulo se muestran las principales consideraciones ergonómicas que se deben aplicar a bordo de las unidades a flote de la Armada Nacional para garantizar el confort del personal embarcado.

Por último se darán las directrices que se aplicaran basadas en la normativa existente y acuerdo a clasificación de los diferentes espacios. Se determinan valores máximos y mínimos que permitan que las condiciones habitables de los espacios internos del buque sean óptimas.

Con este proyecto se tendrá un primer compendio con información importante sobre Ergonomía Naval, la cual será de valiosa ayuda no solo para los diseñadores de buques y artefactos navales, sino para toda una industria de proveedores que incluye mobiliario, dotaciones, y armamento entre otros, contribuyendo a la seguridad de los combatientes y al progreso del país.

# 1. GENERALIDADES

## 1.1. JUSTIFICACION

El propósito de este proyecto es centrarse en los aspectos ergonómicos de las tripulaciones que estarán a bordo de las unidades navales que se diseñen y construyan en un futuro cercano o que se adquieran a través de compra para la Armada Nacional de Colombia. Desarrollando esta doctrina se pretende obtener diseños ajustados de los espacios habitables y el mobiliario permitiendo así una interacción apropiada del hombre con la maquina; en este caso el buque.

En la actualidad en el país no se cuenta con información ergonómica ni antropométrica reciente que sirva de referente para realizar diseños de elementos y artefactos con uso naval. Por esta razón se hace importante desarrollar en Colombia este tipo de información que contribuirá de manera directa en la mejora de los diseños de diversas naturalezas.

Los resultados de esta propuesta doctrinal pretenden establecer normas de referencia actualizadas para el diseño, de tal manera que los elementos y compartimientos de los buques sean ergonómicamente adecuados, garantizando el perfecto ajuste a la morfología de los tripulantes, brindando así bienestar y confort mientras se encuentren a bordo de las unidades a flote, donde no solo trabajan sino que también viven durante largos periodos de tiempo.

Esta propuesta constituye en sí una Innovación toda vez que en el país no se ha realizado un estudio similar para población naval. De igual manera los resultados de este proyecto permitirán hacer diseños innovadores que contribuirán a la salud y el bienestar de los miembros de las tripulaciones.

## 1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad se presentan problemas en el diseño por el desconocimiento del usuario final y la interacción de este con los sistemas de trabajo de los buques diseñados y construidos para la Armada Nacional. A lo largo de los años se han estado empleando normas extranjeras con datos de poblaciones, razas y biotipos que no corresponden a nuestra realidad y por este motivo se ve afectado el desempeño del personal a bordo. Cuando los elementos no se ajustan de manera adecuada a la morfología del tripulante comienzan a presentarse problemas a

todos los niveles que incluyen dificultad en las salidas de emergencia y puntos de evacuación, problemas de alcance visual, dificultad en la accesibilidad, dificultad en los alcances y agarres de los elementos. Al haber esfuerzos adicionales a la carga postural se comienza a reducir el desempeño del tripulante y a largo plazo se comienzan a generar problemas de salud ocupacional.

Las enfermedades profesionales generan extra costos al sistema de salud de las Fuerzas Militares por la atención de:

- Demandas
- Indemnizaciones
- Cirugías
- Fisioterapias
- Tratamientos especiales
- Medicamentos

De otro lado generan un impacto en la parte laboral al no tener el personal al 100% de su capacidad y en alistamiento permanente para enfrentar el conflicto armado que vive nuestro país por:

- Incapacidad laboral (ausentismo)
- Reubicación laboral

En el medio laboral naval las mayores dolencias se presentan a nivel de extremidades inferiores, espalda y extremidades superiores conforme a lo reportado en un estudio previo sobre carga física a bordo de las Patrulleras de Apoyo Fluvial, realizado por el grupo de investigación ergonómico de COTECMAR.

Otro elemento de suma importancia en estos días es la presencia de tripulantes femeninas a bordo de las unidades a flote de la Armada Nacional. Esta connotación exige que se tengan en cuenta los percentiles más pequeños de la

población femenina, cubriendo así un amplio grupo de usuarios. A la fecha no se posee esta información dificultando la toma de decisiones en los procesos de adquisiciones de elementos a bordo.

Cuando se desconocen las dimensiones corporales de los miembros de la tripulación se comienzan a presentar problemas que ponen en riesgo la seguridad de la Unidad y de la tripulación en general. Si los elementos son diseñados para una población de mayores dimensiones que es usualmente el caso en nuestro país, se presentarán problemas como la dificultad en acceder válvulas, problemas para alcanzar pedales desde posiciones sedentes, limitaciones en las visuales desde el puente de gobierno, problemas para alcanzar comandos en las consolas, dificultad para operar armamento. Si por el contrario se diseña para poblaciones más pequeñas se presentarán problemas en el tema de los escapes y el dimensionamiento de los espacios y el mobiliario.

Se presenta la oportunidad de dar un salto importante en el tema del Diseño y de la Ergonomía, brindando la opción de tener productos ajustados y diseñados para nuestro propio personal garantizando así seguridad y confort a bordo.

### **1.3. FORMULACION DEL PROBLEMA**

¿Cuál es la importancia de que la Armada Nacional de Colombia cuente con una propuesta doctrinal en ergonomía naval?

### **1.4. OBJETIVOS**

**1.4.1 Objetivo General.** Desarrollar una propuesta en ergonomía naval que establezca los lineamientos para un manual de doctrina que regule el diseño de las unidades a flote de la Armada Nacional conforme a las características ergonómicas y morfológicas de los oficiales navales.

#### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Explorar el ámbito histórico y evolutivo de la ergonomía militar y sus valiosos aportes al diseño del campo naval.

- Realizar una revisión en torno al marco Institucional de la Armada Nacional de Colombia acerca de los alcances y avances que se han desarrollado en materia de ergonomía naval.
- Determinar unos lineamientos base para el desarrollo posterior de la Doctrina en Ergonomía Naval.

## **1.5. IMPACTO**

La doctrina de Ergonomía Naval, servirá de guía y será utilizada dentro de la Armada Nacional de Colombia por las siguientes dependencias:

- Jefatura de Material Naval (para elaborar los requerimientos de buques para compra y para la recepción de los mismos)
- COTECMAR, en la Dirección de I+D+i donde se hacen los diseños de los buques para tener como referente con datos específicos para ser aplicados desde la concepción del diseño.
- COTECMAR, en la oficina de Construcciones para usarlo como referente en los procesos de instalaciones, como elemento de verificación.
- Departamentos técnicos de todas las Unidades como documento guía.

## **1.6. RESPONSABILIDAD DE LA DOCTRINA**

La Dirección de Doctrina de la Armada Nacional es la responsable por la gestión y aprobación de esta propuesta doctrinal.

## **1.7. NORMAS Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA**

- ASTM F1166 (standard practice for human engineering design for marine systems, equipment and facilities)

- *ABS “Guide for crew habitability on ships”, “Guide for passenger comfort on ships”*
- *ABS Guidance notes for the application of ergonomics to marine systems*
- ISO 6954 mechanical vibration-guidelines for measurement, reporting and evaluation of vibration with regard to habitability on passenger and merchant ships.
- ISO 2631-5 mechanical vibrations and shock evaluations of human exposure to whole-body vibration
- ISO 2923 Acoustics- measurement of noise on board vessels
- ISO 8041 human response to vibration- measurement instrumentation
- ISO 8468 Ship’s bridge layout and associated equipment – Requirements and Guidelines
- ISO 11399 Ergonomics of the thermal environment- principles and application of relevant international standards
- *RINA, comfort with regard to climate (tentative rules)*
- Lloyd's Register technical papers, vibration and noise: some topical aspects
- *RINA, comfort with regard to noise*
- *RINA, comfort with regard to vibrations*
- Resolución A. 468 de la OMI: Niveles de ruido
- Resolución A. 343 de la OMI: Recomendaciones para medir niveles de ruido.

A nivel nacional se hizo revisión bibliográfica de las normas existentes conforme al siguiente listado:

- NTC 1461, Colores de seguridad
- NTC 3955, Definiciones de Ergonomía

- NTC 5381 Ergonomía térmica
- NTC 5655, Principios de diseño ergonómico y sistemas de trabajo
- NTC 5693-1 Manipulación manual de cargas
- NTC 5654 Antropometría

## 1.8. TERMINOS Y DEFINICIONES TECNICAS

**Ergonomía:** La Ergonomía de Diseño puede ser definida como la disciplina encargada de construir sistemas de trabajo centrados en el ser humano, a partir de la satisfacción de sus requerimientos, en términos de sus capacidades, limitaciones, habilidades, necesidades y gustos. Un sistema de trabajo comprende de acuerdo con la definición dada en ISO 6385, una combinación de **usuarios** y **equipos**, que trabajan juntos bajo las condiciones de un **proceso**, en un **espacio** y un **ambiente** de trabajo dado con el objeto de cumplir con una tarea.<sup>1</sup>

**Antropometría:** es la ciencia de medir el cuerpo humano y constituye la base para el diseño y optimización de productos a partir de la ergonomía. Esta ciencia trabaja las medidas del cuerpo que se refieren a tamaños, formas, fuerza y capacidad de trabajo. Estos datos presentan cambios en la distribución de las dimensiones corporales, relacionados directamente con el paso del tiempo, los estilos de vida, la nutrición y la composición racial y/o étnica de las poblaciones.<sup>2</sup>

**Confort:** Aquello que produce bienestar y comodidad.

**Habitabilidad:** Calidad de habitable, y en particular la que, con arreglo a determinadas normas legales, tiene un local o una vivienda.<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Principios ergonómicos para proyectar sistemas de trabajo. [en línea] [citado 14 julio. 2012]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.audita.com.ar/ergo/iso%206385.html>>

<sup>2</sup> KEVIN, Norton, OLDS, Tim. ANTHROPOMETRICA, University of New South Wales Press, Sidney 1996, Pág. 6

<sup>3</sup> Online encyclopedia, [en línea] [citado 15 julio. 2012]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.diclib.com/habitabilidad/show/en/moliner/H/1933/0/0/1/42203>>



**Situaciones riesgo ergonómico:** Conjunto de factores o circunstancias que propician la proximidad de un daño en la relación óptima entre hombre-máquina-ambiente físico.<sup>4</sup>

**Percentil:** Los percentiles indican el número de personas entre la población segmento que tienen una dimensión corporal de cierto tamaño. En Antropometría, la población se divide para fines de estudios en 100 categorías: Desde los más pequeños (en dimensión) hasta los más grandes, con respecto a un tipo de medida (estatura, peso, longitud de brazo, etc.)<sup>5</sup>

## 1.9. MARCO JURIDICO EN SALUD OCUPACIONAL

“La **Ley 100 de 1993** estableció la estructura de la **Seguridad Social** en el país. En el caso específico del Sistema de Riesgos Profesionales, existe un conjunto de normas y procedimientos destinados a prevenir, proteger y atender a los trabajadores de los efectos de las enfermedades profesionales y los accidentes que puedan ocurrirles con ocasión o como consecuencia del trabajo que desarrollan, además de mantener la vigilancia para el estricto cumplimiento de la normatividad en Salud Ocupacional.

El pilar de esta Legislación es el Decreto Ley 1295 de 1994, cuyos objetivos buscan establecer las actividades de promoción y prevención tendientes a mejorar las condiciones de trabajo y salud de los trabajadores, fijar las prestaciones de atención en salud y las prestaciones económicas derivadas de las contingencias de los accidentes de trabajo y enfermedad profesional, vigilar el cumplimiento de cada una de las normas de la Legislación en Salud Ocupacional y el esquema de administración de Salud Ocupacional a través de las ARP.

Particularmente, el Decreto 1295 en su Artículo 21 Literal D, obliga a los empleadores a programar, ejecutar y controlar el cumplimiento del programa de Salud Ocupacional en la empresa y su financiación.

En la Resolución 001016 de 1989 en el Artículo 4 y Parágrafo 1, se obliga a los empleadores a contar con un programa de Salud Ocupacional, específico y particular, de conformidad con sus riesgos potenciales y reales y el número de los trabajadores. También obliga a los empleadores a

---

<sup>4</sup> Factores de Riesgo Ergonómico, [en línea] [citado 13 agosto. 2012]. Disponible en Internet: <URL:[http://descarga.besign.com.ve/ergonomia\\_2/26\\_06\\_06/riesgo-ergonomico.pdf](http://descarga.besign.com.ve/ergonomia_2/26_06_06/riesgo-ergonomico.pdf)>

<sup>5</sup> Antropometría. [en línea] [citado 104 junio. 2012]. Disponible en Internet: <URL:<http://www.slideshare.net/gury520/antropometria-presentation>>

destinar los recursos humanos financieros y físicos, indispensables para el desarrollo y cumplimiento del programa de Salud Ocupacional, de acuerdo a la severidad de los riesgos y el número de trabajadores expuestos. Igualmente los programas de Salud Ocupacional tienen la obligación de supervisar las normas de Salud Ocupacional en toda la empresa, y en particular, en cada centro de trabajo”.<sup>6</sup>

A continuación se describen los principales Decretos y Resoluciones que reglamentan la **Salud Ocupacional en Colombia**:

- Ley marco de la Salud Ocupacional en Colombia.<sup>7</sup>
- "Estatuto General de Seguridad".<sup>8</sup> Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo
- Bases para la organización y administración de la Salud Ocupacional.<sup>9</sup>
- Creación y funcionamiento de los Comités de Medicina, Higiene y Seguridad Industrial en las empresas.<sup>10</sup>
- Funcionamiento de los Programas de Salud Ocupacional en las empresas.<sup>11</sup>
- Afiliación de los funcionarios a una entidad Aseguradora en Riesgos Profesionales (ARP).<sup>12</sup>
- Reglamentación de la afiliación y las cotizaciones al Sistema General de Riesgos Profesionales.<sup>13</sup>
- Tabla de Enfermedades Profesionales.<sup>14</sup>

---

<sup>6</sup> Salud Ocupacional marco legal. [en línea] [citado 18 marzo. 2012]. Disponible en Internet: <URL://[www.comunidadcoomeva.com](http://www.comunidadcoomeva.com), >

<sup>7</sup> Ley 9a., de 1979, para la fecha de elaboración de esta propuesta doctrinal

<sup>8</sup> Resolución 2400 de 1979, para la fecha de elaboración de esta propuesta doctrinal

<sup>9</sup> Decreto 614 de 1.984, para la fecha de elaboración de esta propuesta doctrinal

<sup>10</sup> Resolución 2013 de 1986, para la fecha de elaboración de esta propuesta doctrinal

<sup>11</sup> Resolución 1016 de 1989, para la fecha de elaboración de esta propuesta doctrinal

<sup>12</sup> Decreto 1295 de 1994, la fecha de elaboración de esta propuesta doctrinal

<sup>13</sup> Decreto 1772 de 1994, la fecha de elaboración de esta propuesta doctrinal

<sup>14</sup> Decreto 1832 de 1994, la fecha de elaboración de esta propuesta doctrinal

## 2. RESEÑA HISTORICA

### 2.1. HISTORIA DE LA ERGONOMIA EN EL MUNDO

Diversas investigaciones han establecido que la ergonomía es tan antigua como el hombre mismo, los hombres primitivos debieron diseñar sus propias herramientas para poder cazar animales y para defenderse de otras especies, en este desarrollo se dieron cuenta de la importancia del agarre y de la facilidad de manipulación de los elementos y empezaron a moldear estas herramientas conforme al tamaño de sus manos y a los diferentes largos exigidos para cada actividad. Esta evolución concluyo con el hacha y la lanza los cuales son considerados elementos ergonómicamente apropiados.<sup>15</sup>

Los implementos de caza, agricultura y vivienda marcan una evolución cultural desde los australopitecos, hasta los homo sapiens que cada día fabrican sus herramientas con mayor sofisticación. Esta evolución abarca tres etapas definidas: domestica, artesanal e industrial.<sup>16</sup>

También se tiene conocimiento que la ergonomía le sirvió al hombre para dimensionar sus edificaciones, es así como desde la antigua Roma Siglo I a.C. famosos arquitectos emplearon las dimensiones del cuerpo humano para la planeación de sus grandes construcciones. Dentro de los más destacados se encuentran:

- El Romano Vitrubio, quien hablo por primera vez de las medidas y proporciones del cuerpo humano en uno de sus escritos y tratados sobre arquitectura, sin embargo se sabe que sus ideas y conceptos fueron heredados de los griegos quienes tiempo atrás emplearon la proporción humana para el diseño de obras arquitectónicas como el Partenón.<sup>17</sup>
- Leonardo Da Vinci durante el Renacimiento periodo conocido también como Humanismo, creo la famosa figura humana “El hombre de Vitrubio” donde el

---

<sup>15</sup> CRUZ G, J. Alberto, GARNICA G, Andrés. Principios de Ergonomía. 2da Edición. Universidad Jorge Tadeo Lozano 2.001, Pág. 26

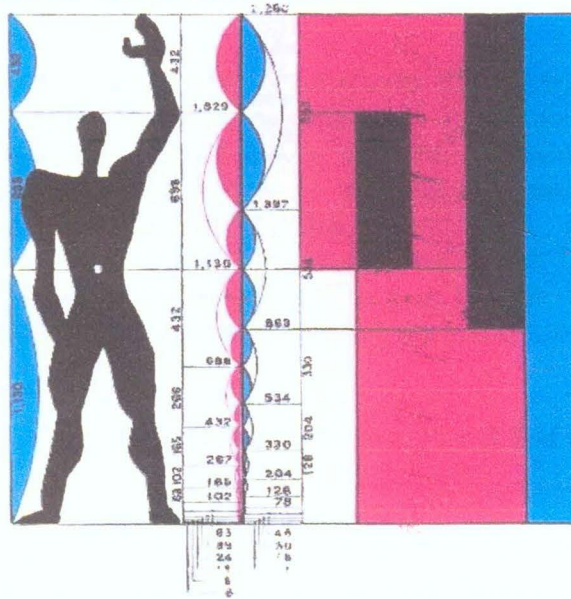
<sup>16</sup> Ibid., Pág. 27

<sup>17</sup> BUSTAMANTE, Antonio. Anuario de Psicología 2004, Ergonomía, Antropometría e Indeterminación. Volumen 35 Nro. 4. Facultad de Psicología, Universidad de Barcelona 2004. Pag 4.

hombre se encuentra circunscrito entre un círculo y un cuadrado con su ombligo en el centro de estas figuras.<sup>18</sup>

- Le Corbusier arquitecto y pintor suizo de gran trayectoria, desarrollo el modulator (1942-1948) que consistía en relacionar las medidas de los hombres con las de los espacios o los objetos diseñados. El modulator es la imagen de un hombre de 1.83m de altura en posición bípeda con un brazo levantado. De estas dimensiones Le Corbusier descompone una serie de medidas que en su tiempo le sirvieron para organizar los proyectos de construcción. "Con El Modulator Le Corbusier retomó el antiguo ideal de establecer una relación directa entre las proporciones de los edificios y las del hombre".<sup>19</sup>

Figura 1. El "Modulator" de Le Corbusier



Fuente: <http://arquitectura-h.com.ar/articulos/le-corbusier-modulator/art286.aspx>

Continuando dentro del desarrollo de esta disciplina se encuentran los problemas de índole militar en la interacción hombre-máquina, que se presentaron en las dos guerras mundiales y que produjeron un avance en este tema, en relación al espacio que ocupaba el hombre dentro de los artefactos de guerra y su interface con los comandos, los controles y la

<sup>18</sup> Hombre de VITRUVIO, [en línea] [citado 18 abril. 2012]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.arqweb.com/vitrum/hombre.asp>>

<sup>19</sup> Le Corbusier EL MODULOR, [en línea] [citado 18 abril. 2012]. Disponible en Internet: <URL: <http://arquitectura-h.com.ar/articulos/le-corbusier-modulator/art286.aspx>>

operación en sí de los elementos de combate. Las tablas antropométricas realizadas en esta época a los soldados reunieron suficiente información para obtener datos confiables de diversa índole. De acuerdo a BUSTAMANTE; “al final de la segunda guerra mundial ya se hablaba de “Human Engineering”<sup>20</sup>

Después de la guerra en casi todos los países del mundo se han llevado a cabo estudios de Ergonomía y de Antropometría de diferentes tipos, se han medido los soldados, la población laboral, la población infantil, sectores deprimidos de población, grupos poblacionales etareos etc., el objeto de esta mediciones también ha sido variado, en algunos casos es para analizar la evolución de las poblaciones, en otros para verificar la influencia económica y el nivel nutricional, en otros caso para contribuir a la solución del diseño de objetos, en otros para la confección de vestuario y zapatos y muchos ejemplos más aplican para este tema.

Hoy en día gracias al auge que ha tomado esta disciplina, se han implementado medidas en los espacios de trabajo que han permitido que la productividad aumente, las lesiones disminuyan y que estos espacios sean más cómodos y aceptables para las largas jornadas diarias, no solo hablando en términos de oficinas sino en fábricas, industrias e inclusive en el desarrollo de tareas domésticas a nivel de hogar. De igual manera ha habido una tendencia a nivel mundial de diseñar objetos ergonómicos que hacen más fácil la manipulación y el uso de los elementos ayudando al confort de los usuarios.

## **2.2. HISTORIA DE LA ERGONOMIA MILITAR EN EL MUNDO**

Según Panero y Zelnik (1.984) debido a la necesidad de diseñar y confeccionar los uniformes para el personal militar en el año 1919 se lleva a cabo un estudio de recopilación de datos antropométricos sobre aproximadamente 100.000 soldados en los Estados Unidos de Norteamérica.<sup>21</sup>

Cuando inicia la segunda guerra Mundial es el momento histórico donde se pone de manifiesto la necesidad de adquirir y recopilar datos que sirvieran para el

---

<sup>20</sup> BUSTAMANTE, Antonio. Anuario de Psicología 2004, Ergonomía, Antropometría e Indeterminación. Volumen 35 Nro. 4. Facultad de Psicología, Universidad de Barcelona 2004. Pag 4.

<sup>21</sup> PANERO Julius, ZELNIK Martin. Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores, Whitney Library of Design, 1979. Pág. 23

diseño de cabinas de vuelo, puestos de observación en sonares y radares, uniformes, calzado, etc.

La Ergonomía tiene sus orígenes durante la revolución Industrial, pero el auge de esta ciencia se ha logrado gracias a sus aplicaciones en el campo militar. El objetivo de esta disciplina en la segunda guerra mundial consistió en ofrecer comodidad a los soldados en la manipulación de las máquinas de guerra y evitar los sucesos de la primera guerra mundial donde una gran cantidad de militares murieron, no precisamente por acción del enemigo, sino por el mal diseño de sus dotaciones que provocaron fatigas crónicas y enfermedades.

Algunos de los casos con mayor trascendencia de la importancia de la ergonomía en el ámbito militar son:

- Caso de las operaciones aéreas en la primera guerra mundial: Como parte de la táctica de ataque se determinó que los aviones debían tener mayor techo de vuelo lo cual le creaba una gran ventaja ya que era difícil ser detectado por su oponente. De este modo se podía atacar al enemigo en picada y la técnica funcionaba bien, sin embargo los pilotos sufrían de frío extremo puesto que a unos diez mil metros de altura pueden haber temperaturas de hasta menos 50°C. Para resolver el problema se cerraron los espacios y se dio origen a las cabinas de vuelo y se diseñó ropa especial térmica de protección a los pilotos.
- Caso aéreo en la guerra Ruso-Finlandesa: Los Finlandeses con aviones viejos de la primera guerra mundial se enfrentaron a los rusos con mejores y más modernas aeronaves derribándolos con gran facilidad debido a un problema de diseño no contemplado por los rusos. Los finlandeses provocaban a los pilotos rusos sobrevolando sus bases. Los Rusos al sentirse invadidos despegaban y una vez en el aire al retraer el tren de aterrizaje se agachaban para manipular el sistema mecánico quitando la vista del frente. En este momento eran atacados sin los pilotos tener tiempo de reaccionar.<sup>22</sup> Las máquinas eran mejores desde el punto de vista funcional, pero no contemplaron la interacción con los pilotos y muchos de ellos perdieron la vida.
- Caso de los tanques de guerra rusos y los tanques de guerra alemanes en la segunda guerra mundial: Los blindados rusos tipo T34, KV y JS eran máquinas excepcionales con excelentes sistemas de tiro y muy buena calidad en sus

---

<sup>22</sup> MELO, José Luis. Historia de la Ergonomía [en línea] [citado 23 abril. 2012]. Disponible en Internet: <URL: //www.estrucplan.com.ar/producciones>

cañones. Estos tanques se enfrentaban a los tanques alemanes que aunque no poseían la misma calidad y modernidad tenían la torre de combate y los puestos de trabajo diseñados para que los operarios estuvieran muy cómodos y los pudieran maniobrar sin dificultad. Al tripulante tener más comodidad era más efectivo que los operarios rusos que en marchas largas se cansaban, no eran eficientes y fallaban con frecuencia.<sup>23</sup>

Desde la II Guerra mundial los países desarrollados han considerado la ergonomía en el área militar como un tema de interés nacional por tal motivo cuentan con institutos especializados en este campo, entre los que se destacan:

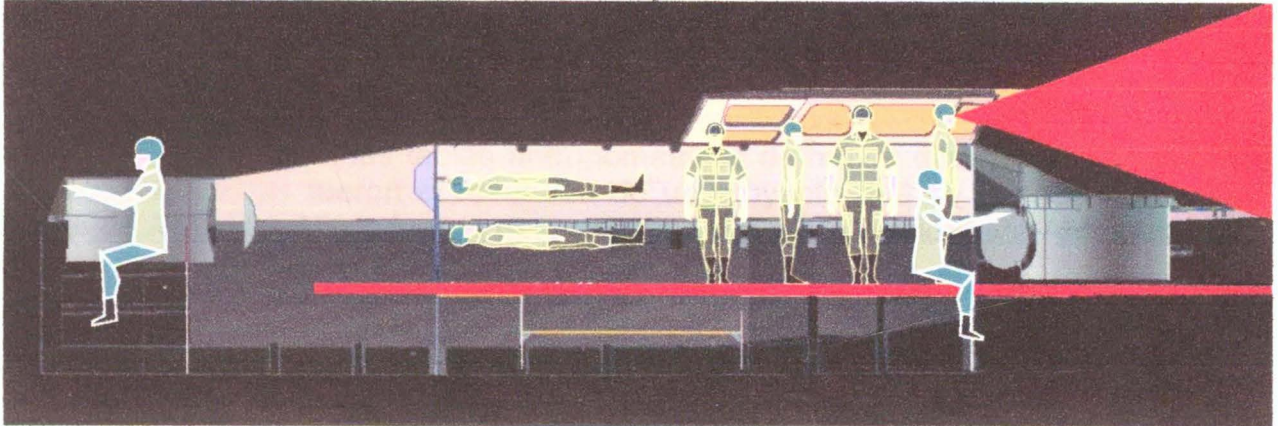
- Centro de Estudios Ergonómicos de la Armada de los Estados Unidos patrocinado por el Comando de Operaciones Navales (CNO)
- Los Laboratorios de Ergonomía de las FF.AA. de Francia
- El Departamento de Fisiopatología de la Universidad de Concepción en Chile – Armada Chilena (a través de las investigaciones del Capitán de Corbeta Ramiro Navajas Santini)
- El laboratorio MSIS de la Nasa

Los datos antropométricos han sido usados por varios años para proveer información del tamaño del cuerpo de los soldados y combatientes militares. El conocimiento del tamaño, y las proporciones del cuerpo humano ha sido esencial para el desarrollo, diseño y dimensionamiento de diversos elementos tales como los uniformes y prendas militares, equipos de protección personal pero aún más importante es el hecho de que los datos antropométricos son un importante dato de entrada en el diseño de equipos militares y de transporte como aviones, vehículos, tanques de guerra, submarinos, buques y además de armas y sistemas de armamento. Esta información permite que haya compatibilidad entre el combatiente y los equipos y por tanto se pueda garantizar la seguridad de todo el personal.

---

<sup>23</sup> Ibid.,

Figura 2: Combatiente a bordo en diversas posiciones



Fuente: Tomado de Departamento de Equipo & Habilitación Cotecmar 2011.

### 2.3. EVOLUCION DE LA ERGONOMIA EN COLOMBIA

En Colombia ni la Ergonomía ni la Antropometría han sido disciplinas que se hayan desarrollado en forma permanente ni en forma continua, esto debido a que en el pasado no se desarrollaban diseños propios sino que se importaban todo tipo de elementos. Con el paso del tiempo y el desarrollo industrial que ha tenido el país se han empezado a requerir los datos del usuario final y gracias a la legislación en salud ocupacional donde se enmarcó el tema dentro de una normativa vigente partiendo de la Constitución Política de 1.991 se incrementa la importancia de la intervención de la ergonomía en el país.<sup>24</sup> A partir de 1.994 con la entrada en vigencia del Sistema General de Riesgos Profesionales (Ley 100), se vio la necesidad de profundizar en el tema y de empezar a desarrollar espacios de trabajo que redujeran los impactos en la salud de los trabajadores. Es en este momento donde se descubre que del último siglo no se poseían registros de las características morfológicas de la población Colombiana. En esta década es cuando surge el interés que motivó a varios grupos de forma independiente a recolectar información de las características morfológicas de nuestra población en el área social, laboral e infantil pero hasta la fecha no se ha hecho para la población militar.

En 1991 los investigadores Antonio Ordoñez y Doris Polania llevaron a cabo uno de los primeros estudios realizados en América Latina sobre la estatura de la población nacional. Estos investigadores llevaron a cabo el seguimiento de la estatura de los colombianos nacidos entre 1910 y 1970, a partir de construir una muestra aleatoria con información de la estatura contenida en la cédula de ciudadanía. La muestra

<sup>24</sup> Cuadro cronológico de los avances de la Ergonomía. [en línea] [citado 01 agosto. 2012]. Disponible en Internet: <URL: [http:// www.scribd.com/doc/69791762](http://www.scribd.com/doc/69791762)>



contenía 14.103 observaciones (5.839 mujeres y 8.264 hombres) estos resultados fueron publicados en 1992.<sup>25</sup> En el ensayo “Cambios de estatura en Colombia durante el presente siglo”.

Para 1995 se publican las tablas antropométricas de mayor difusión a la fecha en nuestro país, estas fueron el resultado de un proyecto que se conoce como las tablas de ACOPLA 1995, fueron desarrolladas por la Universidad de Antioquia, en cabeza de Jairo Estrada Muñoz.

“El presente estudio se desarrolló sobre personas laboralmente activas, clínicamente sanas y con un año como mínimo en su oficio. Se excluyen aquellas personas que se encuentren enfermas, que tengan problemas posturales, amputaciones, así también por dispersión de la población y dificultades prácticas para la medición; igualmente se excluyen los militares, los campesinos, los mineros y los trabajadores del sector informal de la economía.”<sup>26</sup>

Estas tablas antropométricas son el referente usado en la actualidad para resolver problemas de diseño pero presentan inconvenientes que limitan su aplicación, como la falta de datos sobre las desviaciones estándares para cada una de las medidas, y la división por grupos etáreos en rangos de 10 años. A la fecha los datos se encuentran completamente desactualizados y no coinciden con la población estudiada en 1995.

## **2.4. ERGONOMIA MILITAR EN COLOMBIA**

En cuanto a ergonomía militar actualmente INDUMIL se encuentra adelantando un estudio podológico métrico para desarrollar una línea de calzado militar acorde con nuestra tipología. El proyecto se llevó a cabo con un grupo de investigación de la Universidad de los Andes en el año 2.011, y a la fecha los resultados no han sido aún publicados porque se encuentran en la fase de análisis estadístico. Para llevar a cabo este estudio se midieron soldados del Ejército colombiano en diferentes guarniciones del país. Para agilizar la toma de medidas y garantizar la precisión de los datos obtenidos, INDUMIL compró un moderno escáner de tres dimensiones único en el país, el cual recopila de manera muy rápida y precisa todas las

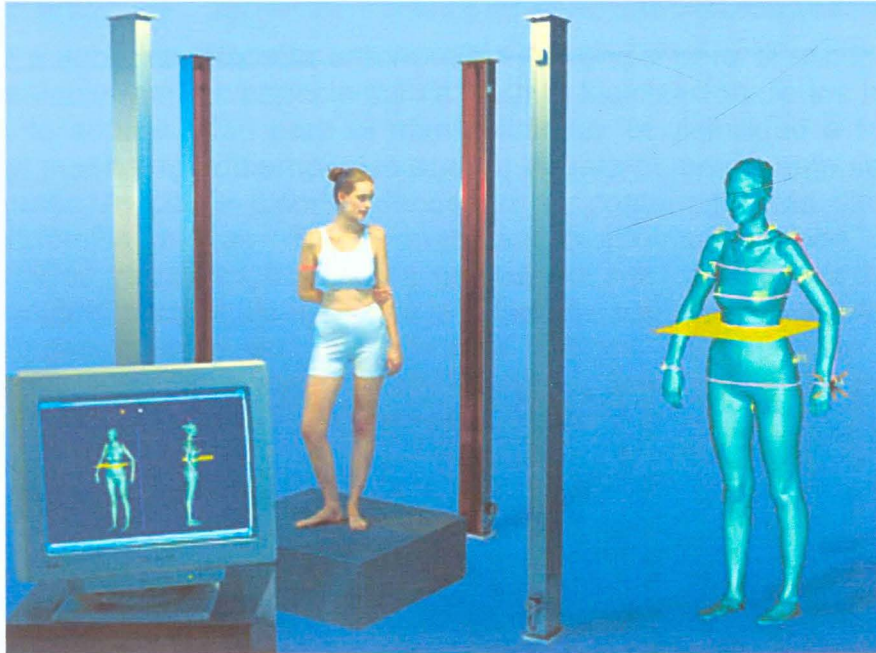
---

<sup>25</sup> MEISEL, Adolfo y VEGA, Margarita. Los Orígenes de la antropometría histórica y su estado actual. Ensayo “Cambios de estatura en Colombia durante el presente siglo”, Banco de la República 2.006. Pág. 41-42

<sup>26</sup> ESTRADA, Jairo. 3.2.1 Unidad De Estudio “Parámetros antropométricos de la Población Laboral Colombiana 1995, ACOPLA 1995”. Universidad de Antioquia.

dimensiones requeridas, esto a través de la generación de una nube de puntos tridimensionales a partir de muestras geométricas de la superficie del objeto.

Figura 3. Scanner 3D



Fuente: [http://www.google.com.co/imgres?start=85&um=1&hl=es&client=firefox-a&sa=N&rls=org.mozilla:en-US:official&biw=1280&bih=706&tbn=isch&tbnid=KviUMKQJIMU7BM:&imgrefurl=http://www.assystbullmer.co.uk/3d\\_body\\_measurements.shtml&docid=pHCHy9MztQZEJM&imgurl=http://www.assystbullmer.co.uk/images/3D-bodyscanning-image.jpg&w=400&h=306&ei=b60tUNCdFrHh0wHD24HQBA&zoom=1&iact=hc&vpx=978&vpy=229&dur=17&hovh=196&hovw=257&tx=133&ty=103&sig=100653947959978127371&page=5&tbnh=149&tbnw=194&ndsp=23&ved=1t:429,r:37,s:85,i:50](http://www.google.com.co/imgres?start=85&um=1&hl=es&client=firefox-a&sa=N&rls=org.mozilla:en-US:official&biw=1280&bih=706&tbn=isch&tbnid=KviUMKQJIMU7BM:&imgrefurl=http://www.assystbullmer.co.uk/3d_body_measurements.shtml&docid=pHCHy9MztQZEJM&imgurl=http://www.assystbullmer.co.uk/images/3D-bodyscanning-image.jpg&w=400&h=306&ei=b60tUNCdFrHh0wHD24HQBA&zoom=1&iact=hc&vpx=978&vpy=229&dur=17&hovh=196&hovw=257&tx=133&ty=103&sig=100653947959978127371&page=5&tbnh=149&tbnw=194&ndsp=23&ved=1t:429,r:37,s:85,i:50)

### 3. ANTECEDENTES DE LA ERGONOMIA NAVAL

#### 3.1. ERGONOMIA APLICADA AL DISEÑO NAVAL

De acuerdo a Jonathan Ross la ergonomía es esencial para el exitoso diseño de cualquier vehículo marino, especialmente para la localización de los instrumentos y controles, la accesibilidad para el mantenimiento, la visibilidad a través de las ventanas del puente de gobierno y las aperturas para el movimiento seguro dentro de los buques. Un pobre diseño, donde no se contemplen las situaciones de riesgo ergonómico ni las dimensiones antropométricas puede resultar en situaciones tales como los tripulantes golpeando sus cabezas en la estructura superior, dificultad para el alcance rápido y fácil de controles y válvulas, dificultad de tener contacto visual con instrumentos críticos de operación del buque, dificultad para evacuar en caso de emergencia y también tendrá incidencia en malas posturas, accidentes y hasta pérdida de vidas<sup>27</sup>.

Figura 4: Aplicación de la Ergonomía a bordo de buques



Fuente: Tomado de proyecto de investigación en “Riesgo Ergonómico” COTECMAR 2011

<sup>27</sup> ROSS, Jonathan. Human Factors for naval marine vehicle design and operation. Human Machine Interface, Ashgate England 2009. Pág. 127

### 3.2. ANTECEDENTES DE ERGONOMIA NAVAL A NIVEL MUNDIAL

Durante el desarrollo de la segunda guerra mundial se inician los primeros estudios de ergonomía aplicada a artefactos navales. Esto debido a los espacios confinados de los buques y los submarinos, los cuales deben acomodar al personal a bordo en un área mínima tratando de brindar comodidad y privacidad.

Las dos décadas siguientes al final de la Segunda Guerra mundial tuvieron investigaciones patrocinadas por el campo militar. Los laboratorios de investigación establecidos durante la guerra fueron expandidos y otros fueron creados por el Ejército, la Fuerza Aérea y la Armada americana contando con recursos del gobierno y el sector privado.<sup>28</sup>

De estos estudios se han derivado normativas específicas y entidades como ABS (American Bureau of Shipping), SNAME (Society of Naval Architects and Marine Engineers), Lloyd's Register, Bureau Veritas entre otros han hecho publicaciones con regulaciones específicas en temas ergonómicos, siempre buscando mejorar la calidad de vida y la seguridad al interior de los buques.

A la fecha hay estudios direccionados a atender temas puntuales a bordo de los buques, estudios sobre el mareo, dimensionamiento de accesos, de escalas, de mobiliario básico, seguridad acuerdo a normas establecidas, diseño de consolas, estudios sobre displays, influencia de los colores, estudios sobre ambiente físico; es decir hay suficiente información para ser evaluada e implementada en nuestros propios diseños haciendo los ajustes del caso.

Adicional a esto, existen dos conferencias bianuales que tratan este tema puntual, la primera es HPAS (Human Performance at Sea) -Desempeño humano en el mar- la cual analiza diferentes aspectos de impacto en el ser humano que conforma la tripulación de cualquier tipo de embarcación, esta conferencia se lleva a cabo en el Reino Unido y asisten los centros de investigación ergonómica naval del mundo. La segunda conferencia es organizada por la RINA (Royal Institution of Naval Architects) también en el Reino Unido y trata de los Factores Humanos en el proceso de diseño de buques. En este evento se muestran los desarrollos y estudios en temas como la retroalimentación del usuario final, supervivencia, escapes y sistemas de evacuación, diseño de sistemas y controles de navegación, desempeño seguro de la tripulación, diseño del sistema de seguridad y salud

---

<sup>28</sup> SHAVER, Eric; BRAUN, Curt What is human factors and ergonomics? [en línea] [citado 30 julio. 2012]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.benchmarkrs.com>>

ocupacional, habitabilidad y otros. En este tipo de eventos se divulgan los últimos avances en los estudios realizados en la materia.

### **3.3. ANTECEDENTES DE ERGONOMIA NAVAL A NIVEL NACIONAL**

En el año 2.000 con la creación de COTECMAR, se da inicio al desarrollo de la industria naval en nuestro país y se empiezan a realizar diseños y construcción de nuevos buques para el cumplimiento de la misión de la Armada Nacional. Paralelo al diseño del casco y la superestructura de los buques, se trabaja en todo el diseño interior de las diferentes cubiertas creando los espacios habitables. Cada vez que se desarrolla un nuevo diseño se van mejorando las condiciones y se van haciendo implementaciones a los espacios y al mobiliario en aras de ofrecer mayor confort a los tripulantes.

En el año 2.006 en la Dirección de Investigación, Desarrollo e Innovación se da inicio a un programa de investigación en Ergonomía Naval con algunos recursos y con la ayuda de estudiantes de Diseño Industrial de la Universidad Nacional de Colombia. A través de este programa se buscó hacer todo un análisis del Riesgo Ergonómico a bordo de las Patrulleras de Apoyo Fluvial Pesado (Principal producto desarrollado por COTECMAR en sus 3 diferentes generaciones) para hacer las correcciones respectivas en las próximas generaciones de buques que se construyan.

El proyecto se diseñó para ser ejecutado en cuatro etapas en las cuales se analizan diferentes aspectos de la ergonomía así:

Primera Fase Ambiente Físico:

- Iluminación
- Temperatura
- Ruido

Segunda Fase Carga Física:

- Manejo de cargas
- Posturas

Tercera Fase Carga Mental:

- Ejecución de las tareas

- Dificultad de las tareas
- Duración de la tarea

### Fase Final Recomendaciones

A la fecha se encuentran concluidas en un 100% las dos primeras fases, las fases 3 y 4 han avanzado en un gran porcentaje pero aún no han sido divulgadas ni implementadas a bordo.

El desarrollo de este programa permitió hacer una innovación a nivel Latinoamericano puesto que a pesar de haber astilleros en otros países más desarrollados en el tema naval, no maneja aun este tipo y hacer algunos valiosos aportes a la industria naval. De igual manera permitió la participación de la academia.

Adicional a este esfuerzo del grupo de investigación de COTECMAR, se reconocen todos los esfuerzos de otro personal de la Armada Nacional, que desde sus respectivas unidades han contribuido a mejorar sus espacios de trabajo y han hecho aportes al tema.

## 4. CONSIDERACIONES ERGONOMICAS PARA SER APLICADAS A BORDO DE LAS UNIDADES A FLOTE

### 4.1. AMBIENTE FISICO

A bordo de unidades a flote la tripulación está expuesta a situaciones de riesgo ergonómico originadas por factores entre los que se destaca el diseño de las condiciones de habitabilidad, estas situaciones afectan el confort, reduciendo el desempeño de la tripulación en las operaciones realizadas y aumentando la probabilidad de accidentes por falla humana.

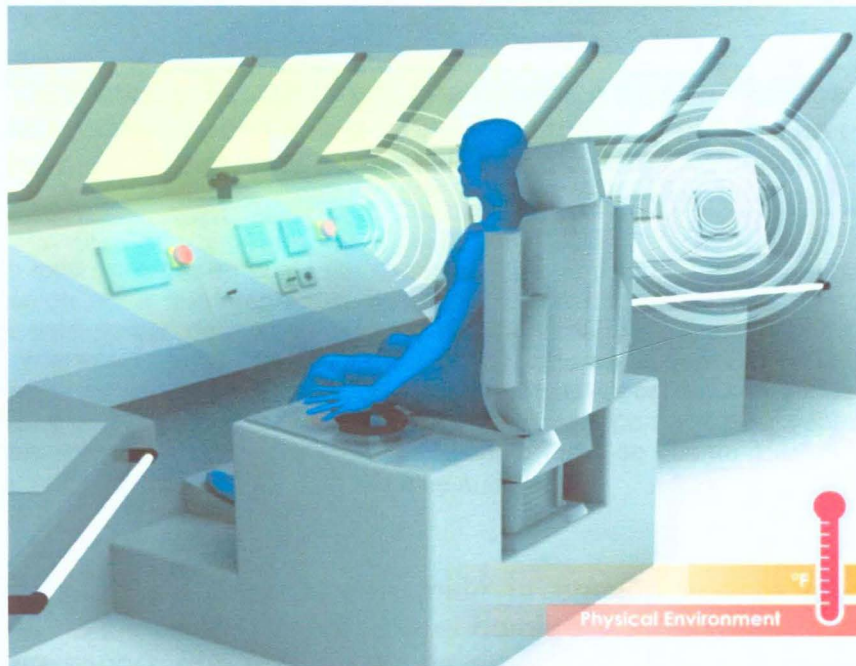
Para este trabajo de investigación se analiza el riesgo ergonómico por *Ambiente Físico* el cual está presente en factores como iluminación, ruido, temperatura y vibraciones. Para analizar estos componentes se utilizó regulación internacional actualizada para identificar, analizar y evaluar componentes del ambiente físico y su incidencia en los espacios habitables de unidades a flote. Esta información garantiza unas mejores condiciones de habitabilidad.

En el diseño de las condiciones de habitabilidad de un buque es necesario tener en cuenta además de todos los requerimientos iniciales como número de tripulantes, autonomía del buque, función, área de operación etc., tener también en cuenta cada uno de los componentes que desde el ambiente físico van a incidir directamente en el desempeño de la tripulación en las actividades que realiza el buque. Se espera que todas las condiciones que componen los espacios de alojamiento y trabajo del buque direccionen de forma positiva el desempeño de los integrantes de la tripulación y no incrementen en ningún aspecto la carga mental y física que vienen implícitas con el desarrollo de las actividades.

La investigación en este nivel se centrará en los tres tipos de ambientes del ambiente físico:

- Ambiente lumínico
- Ambiente sonoro
- Ambiente térmico

Figura 5: Ambiente físico, iluminación+Temperatura+ruído



Fuente: Tomado de proyecto de investigación en “Riesgo Ergonómico” Cotecmar 2011

**4.1.1. Ambiente Lumínico.** La iluminación es la acción y efecto de iluminar, hace referencia a alumbrar o dar luz. Se conoce como iluminación el conjunto de luces que se instalan en un determinado espacio con la intención de iluminarlo.<sup>29</sup> La iluminación es producida naturalmente por el sol y artificialmente por fuentes eléctricas. Debido a las condiciones de navegación en los que se requiere que las ventanas permanezcan cerradas al exterior, la iluminación artificial juega un papel muy importante dentro de cualquier buque de guerra debe, esto permite que en el proceso de diseño se puedan planificar aspectos del ambiente lumínico como la distribución de las luminarias, y el nivel de iluminación.

La selección de los niveles de iluminación adecuados para tareas específicas y la tripulación de los espacios es una consideración muy importante en la planificación del diseño de los sistemas de iluminación del buque.

Los efectos que un mal ambiente lumínico tiene en el confort de la tripulación son: Incremento de la dificultad de la actividad o tarea que se realiza, sobre-

<sup>29</sup> Iluminación. [en línea] [citado 06 agosto. 2012]. Disponible en Internet: <URL: <http://definicion.de/iluminacion/> >



estimulación de la vista, distracción, confusión en la percepción, dolor de cabeza y fatiga ocular por deslumbramiento.<sup>30</sup>

**4.1.2. Ambiente sonoro.** Un sonido es una vibración que se propaga en forma de ondas y que puede ser percibido por el oído humano y el ruido es un sonido desagradable que puede producir daños fisiológicos al ser humano.

El sonido está presente en cualquier espacio de alojamiento y trabajo del buque, la comunicación entre los integrantes de la tripulación en condiciones normales se hace por este medio, dentro de la interfaz hombre-máquina hay distintos tipos de señales y alarmas auditivas que estimulan el sistema auditivo, permitiendo de alguna forma mitigar la sobrecarga de señales visuales en los comandos de las máquinas; pero es importante planificar hasta que punto estas señales son apropiadas en cierto tipo de espacios del buque y tener en cuenta que no se debe saturar al tripulante con este tipo de señales auditivas.<sup>31</sup>

Para evaluar los niveles de ruido se mide la presión sonora ejercida por el ambiente y las máquinas del entorno en el hombre y su unidad de medida es el decibel (dB), se espera que los niveles de ruido producidos permitan el correcto desarrollo de todas las actividades a las cuales está destinado el buque y por ende cada uno de los tripulantes del mismo y en caso de ser necesario que se cuente con el equipo de protección auditiva correspondiente, el ruido se puede clasificar por su duración:

**Ruido continuo:** se mantiene constante en el tiempo, tiene máximos que duran muy poco tiempo. Este a su vez se subdivide en:

- *Ruido estable:* Permanece esencialmente constante
- *Ruido fluctuante:* oscila a lo largo del tiempo de forma aleatoria
- *Ruido periódico:* oscila a lo largo del tiempo de forma cíclica.<sup>32</sup>

---

<sup>30</sup> AMERICAN BUREAU OF SHIPPING. Guide for Crew Habitability on Ships, Diciembre 2.001, Pág. 47

<sup>31</sup> AMERICAN BUREAU OF SHIPPING. Guide for Crew Habitability on Ships, Diciembre 2.001, Pág. 29

<sup>32</sup> El ruido: niveles de presión sonora. [en línea] [citado 06 agosto. 2012]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.arpsura.com/higiene/articulos/394/> >

En caso contrario se presentarían síntomas negativos en la salud y el desempeño de los tripulantes, como lo pueden ser: dificultades en la comunicación entre operarios, daño permanente en la capacidad auditiva, insomnio y otros trastornos del sueño, irritabilidad, disminución del desempeño en las tareas y por ende la efectividad de las actividades, confundir las señales de advertencia, aumento en la sobrecarga mental y otros.

**4.1.3. Ambiente térmico** La temperatura expresa el grado o nivel de calor de los cuerpos o del ambiente, si estos son adecuados surge lo que se llama el confort térmico de los tripulantes.

*“La sensación de comodidad con respecto al clima es subjetiva y depende de muchos factores diferentes, como el medio ambiente y factores personales”*<sup>33</sup> y aunque es complejo plantear una normatividad estándar que regule el confort térmico de todas las personas debido a las diferencias en la sensación de comodidad, se plantean algunos estándares para que el control térmico en los sistemas de un buque direccionen eficazmente la cubierta térmica del medio ambiente dentro de parámetros aceptables que permitan que los tripulantes tengan máxima productividad a bordo.

El ambiente térmico puede ser de varios tipos:

1. De bienestar o confort
2. Permisible
3. Crítico por calor
4. Crítico por frío

Las condiciones óptimas son las de bienestar, donde la persona no está obligada a hacer ningún tipo de cambio ni en su vestimenta ni fisiológicamente para adaptarse al ambiente térmico en el que se encuentra desarrollando sus actividades; el ambiente térmico permisible aunque no genera un riesgo severo hacia la salud física y mental del tripulante lo obliga a hacer algún tipo de ajuste fisiológico o de vestimenta, equipamiento o accesorios que le permite mantenerse dentro de los límites aceptables de temperatura; los tipos críticos de ambiente térmico pueden provocar lesiones físicas o psicológicas severas o en dado caso y dependiendo de factores como el nivel de sobrecarga térmica, la vestimenta, la

---

<sup>33</sup> AMERICAN BUREAU OF SHIPPING. Guide for Crew Habitability on Ships, Diciembre 2.001, Pág. 37

actividad que se está desarrollando, y las características individuales de la persona.

Las repercusiones que puede tener un ambiente térmico crítico en el ser humano pueden clasificarse de la siguiente forma:

**Por sobrecarga de calor:** Agotamiento por calor, Calambres, vértigo, erupciones cutáneas, deshidratación, aturdimiento, sed, incremento en el ritmo cardiaco, entre otros.

**Por sobrecarga de frío:** dolor de cabeza, temblores, tensiones musculares.

Lo más importante es poder brindar un ambiente térmico estable en todo el buque, ya que los cambios de temperatura extremos pueden conllevar a síntomas negativos en la salud y por ende al inadecuado desempeño de la tripulación a bordo del buque.

## 4.2. CARGA FISICA

Figura 6: Postura estática y trabajo físico



Fuente: Tomado de proyecto de investigación en "Riesgo Ergonómico" Cotecmar 2011

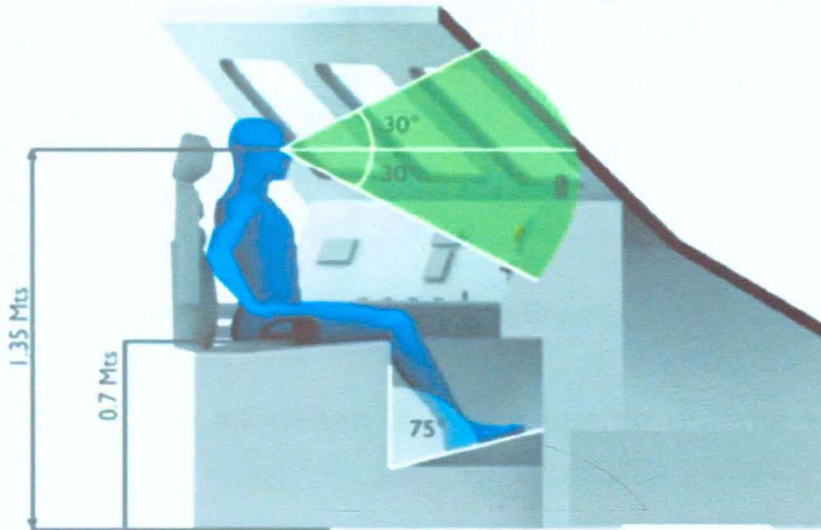
La carga física se define como el conjunto de requerimientos físicos a los que está sometido el tripulante, durante la ejecución de las tareas asignadas dentro de su jornada laboral o periodo de guardia; incluye tanto las posturas estáticas adoptadas durante el trabajo, como los movimientos realizados, la aplicación de fuerzas, la manipulación de cargas y los desplazamientos que tenga que realizar dentro del buque.

La evaluación de la carga física en un puesto de trabajo a bordo, servirá para determinar si el nivel de exigencias físicas impuestas por la tarea y el entorno donde esta se desarrolla, están dentro de los límites fisiológicos y biomecánicos, o por el contrario si se sobrepasan las capacidades físicas del tripulante, con el consiguiente riesgo para la salud.

La carga física se divide en dos tipos de esfuerzos

- **Esfuerzo muscular estático:** Cuando la contracción del músculo es continua y se mantiene durante cierto tiempo, cuando el cuerpo mantiene una postura o cuando una carga debe ser sostenida. Las posturas de trabajo desfavorables, no solo originan discomfort y cansancio, sino que a largo plazo son las que ocasionan lesiones y alteraciones funcionales.

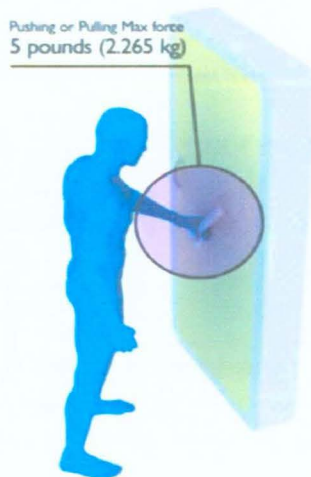
Figura 7: Carga estática en un tripulante



Fuente: Tomado de proyecto de investigación en "Riesgo Ergonómico" Cotecmar 2011

- **Esfuerzo muscular dinámico:** El trabajo es dinámico cuando hay una sucesión de tensiones y relajamiento del grupo de músculos activos en la tarea. Usualmente el trabajo de carácter dinámico conlleva al estudio de manipulación de cargas y de tareas con movimientos repetitivos.

Figura 8. Ejemplo de Carga dinámica a bordo de un buque



Fuente: Tomado de proyecto de investigación en "Riesgo Ergonómico" Cotecmar 2011

Otras consideraciones que se deben tener en cuenta durante el análisis de la carga física son:

- **FATIGA FISICA:** Disminución de la capacidad física del tripulante después de haber realizado un trabajo durante un tiempo determinado. Al haber fatiga se incrementan los errores, los movimientos corporales se hacen más lentos y hay una disminución de la capacidad de coordinación y de los reflejos.
- **TRABAJO FISICO:** El consumo energético de una persona realizando cualquier actividad depende de su masa corporal, edad y sexo, las posturas que adopte y la forma en que realiza la actividad, las fuerzas que tengan que desarrollar, el tiempo que dure la actividad, la experiencia y entrenamiento, y el ambiente en que se desarrolla la actividad.

Desde el punto de vista de la Ergonomía, el estudio de la carga física de trabajo o trabajo muscular, ya sea estático o dinámico es necesario para evaluar el impacto de las condiciones de trabajo sobre la salud de los trabajadores y así poder tomar medidas preventivas para evitar los daños derivados del trabajo.

En el caso de los buques la normativa para carga física se encuentra contenida en las normas ISO y ABS así:

- ISO 11228 Ergonomics – Manual handling – Part I: Lifting and carrying
- ISO 11226 Ergonomics – Evaluation of static working postures, 2.000
- ABS Guidance notes for the application of Ergonomics to Marine Systems, 2.003

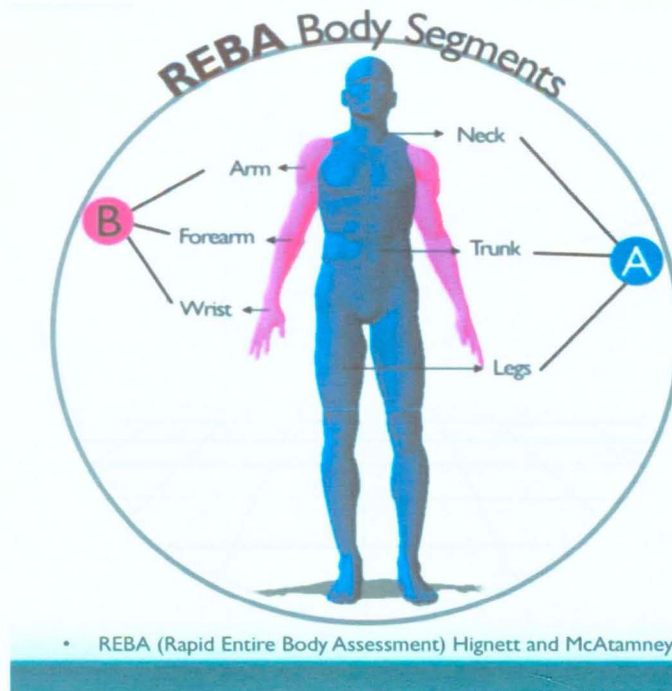
Para las evaluaciones posturales sin embargo se pueden utilizar los métodos ergonómicos existentes que aunque no son diseñados específicamente para el medio naval aplican para la descripción de la postura. Entre estos métodos están:

- METODO LEST
- METODO VIDAR
- METODO RULA
- METODO REBA
- METODO NIOSH
- METODO OWAS<sup>34</sup>

---

<sup>34</sup> HERRERA, Eduardo. Carga física del trabajo. [en línea] [citado 06 agosto. 2012]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.slideshare.net/osvaldoeltoch/carga-fisica-del-trabajo>>

Figura 9. Segmentos corporales del método REBA



Fuente: Tomado de proyecto de investigación en “Riesgo Ergonómico” Cotecmar 2011

Dentro de los estudios previos realizados por COTECMAR, se pudo establecer que las secciones corporales más afectadas son las extremidades superiores, inferiores y el tronco. En estas secciones se pueden generar las siguientes enfermedades profesionales:

A nivel de extremidades superiores

- Síndrome del Túnel carpiano
- Epicondilitis
- Lesión del manguito rotador

A nivel de extremidades inferiores

- Venas varices



A nivel del tronco

- Lumbalgias
- Dorsalgia
- Cervicalgia
- Hernias discales

Las anteriores son enfermedades que se presentan por problemas posturales, prolongación de las tareas, repetitividad etc., A estas molestias se suman otras enfermedades ocasionadas por un mal ambiente físico, donde las condiciones del espacio no son las adecuadas y se tienen repercusiones en la salud de los miembros de la tripulación. Igualmente dentro de la ergonomía a bordo de los buques es importante considerar el tema de carga mental, el cual también tiene una implicación en los niveles de desempeño y concentración de los tripulantes. Dadas las condiciones de encierro, alejamiento de sus seres queridos y el estrés de la guerra se pueden derivar enfermedades como:

- Esquizofrenia
- Depresiones severas
- Intento de suicidio

#### **4.3. ANTROPOMETRIA DE LA POBLACION NAVAL**

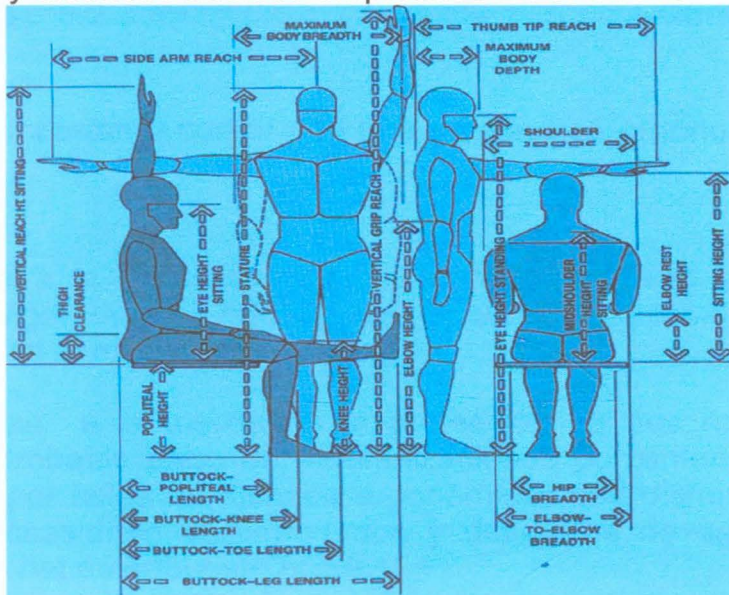
Al diseñar un artefacto naval se debe incluir lo siguiente (Booher 2003):

- Características de la población de usuarios y operadores, personal embarcado y personal de mantenimiento. Se debe tener siempre en cuenta que las características del personal naval militar son muy diferentes al de las poblaciones civiles.

- Dimensiones relevantes del cuerpo tales como alcances, alturas y pesos.
- Porcentaje de población a bordo

En la práctica el personal más grande debe ser capaz de acomodarse en espacios pequeños y el personal más pequeño debe alcanzar lugares más allá de su zona de confort.<sup>35</sup>

Figura 10. Alturas y alcances básicos empleados en el diseño



Fuente: Las dimensiones humanas en los espacios interiores. [Panero Julius - Zelnik Martin](#)

<sup>35</sup> ROSS, Jonathan. Human Factors for naval marine vehicle design and operation. Human Machine Interface, Ashgate England 2009. Pág. 127

## 5. APLICACIÓN DEL ELEMENTO ERGONÓMICO EN LAS UNIDADES A FLOTE DE LA ARMADA NACIONAL DE COLOMBIA.

### 5.1. AMBITO DE APLICACIÓN

Como se ha expresado a lo largo de este documento, los buques de la Armada Nacional deben considerar dentro de su diseño y concepción el factor ergonómico el cual se pretende establecer como una doctrina que pueda ser aplicada por los diferentes entes institucionales que contribuyen a la creación y operación de los artefactos navales.

Para la ARC es importante contar con una doctrina en ergonomía naval toda vez que:

1. Le permite a la Institución cumplir con las políticas y reglamentaciones oficiales vigentes en materia de salud ocupacional, clima laboral, y seguridad en el mar.
2. Le garantiza a la Institución la protección de sus recursos evitando el posterior probable pago de indemnizaciones por enfermedades laborales, causadas por fallas en diseños ergonómicos que disminuyan la capacidad laboral y ocasionen enfermedades y deterioros de salud, lo cual va en detrimento del presupuesto público.
3. Le garantiza a la Armada Nacional a través de sus tripulaciones, el éxito operacional, toda vez que la asignación de los elementos correctos permiten el óptimo desempeño durante la ejecución de las tareas específicas durante periodos prolongados, en los cuales la ergonomía es fundamental para evitar cansancios prematuros, fatiga y estrés laboral propio de la actividad naval especialmente en periodos de tensión como son acciones de interdicción marítima prolongada, zafarrancho de combate, crucero de combate, búsqueda y rescate y en general la defensa de la Nación. Esto incluye dotaciones, mobiliario y habitabilidad entre otros.
4. Mejora las condiciones de bienestar del personal, haciendo más confortable, agradable y saludable el desarrollo de sus actividades navales tanto en mar como en puerto, disminuyendo la probabilidad de enfermedades, situaciones de estrés y mejorando el rendimiento y productividad laboral.

5. Permite generar con visión de futuro, la cultura y la conciencia de planear, programar y adquirir elementos que se encuentren estandarizados bajo una norma técnica de ergonomía que permita una acertada compra y adquisición para todas las unidades de la Institución, lo cual además de generar economías de escala, evita la diferencia de criterios y de elementos según el comando

## 5.2. LINEAMIENTOS ESTRATÉGICOS

Clasificación de los espacios a bordo. Para dar inicio a un análisis ergonómico a bordo de cualquier unidad a flote, es necesario clasificar los espacios interiores y exteriores y determinar el tipo de actividades a ejecutar, para poder aplicar la norma existente conforme a cada espacio

Dentro de los buques de la Armada Nacional y tomando como ejemplo la norma ABS, "GUIDE FOR CREW HABITABILITY" (la cual está diseñada para buques de pasajeros) se determinan los siguientes espacios teniendo en cuenta que por ser unidades de guerra se requiere hacer algunas adaptaciones, según la siguiente distribución general:

- Espacios de almacenamiento (Bodegas, pañoles y almacenes)
- Espacios de descanso (Alojamientos, gimnasios y salas de estar)
- Áreas administrativas (Oficinas, salas de reunión)
- Servicios básicos (Baños y cocina)
- Servicios generales (Servicio médico y lavandería)
- Espacios comunes (Ranchos, pasillos y comedores)
- Espacios de navegación y comunicaciones (Puente de gobierno, alerones, cuarto de cartas, cuarto de radio y cuarto de sensores de navegación))
- Espacios de Comando, Control y Armamento (CIC<sup>36</sup>, Cuarto de sonar, estaciones de control de tiro, estaciones de seguimiento de sensores y guerra electrónica, santabárbaras y cuartos de listos))

---

<sup>36</sup> Centro de Información y Combate.

- Espacios de Control de averías (Grupos de reparación, estaciones de control, estaciones de graficación)
- Estaciones de ingeniería (Consolas principal y secundarias, cuartos de máquinas, estaciones alternas de control, servomotor)

Figura 11. Imagen de distribución de actividades a bordo de Unidad Naval



Fuente: Tomado de proyecto de investigación en "Riesgo Ergonómico" Cotecmar 2011

Esta clasificación es importante para determinar los niveles máximos y mínimos durante la revisión del ambiente físico.

Posterior a esta clasificación se deben tener en cuenta las condiciones del ambiente y el tipo de misión que cumplen los diferentes tipos de unidades a flote. Las unidades fluviales presentan situaciones diferentes a las Unidades marítimas de tipo costeras u oceánicas, las cuales van ligadas a las condiciones del medio

acuático en el que se desplazan, el cual influye de manera directa en el comportamiento del sistema en general.

Otro interesante punto a ponderar, es el caso de las Unidades de reacción rápida (URR) del cuerpo de Guardacostas. Dadas las condiciones de velocidad, de mar y acciones de interdicción, los tripulantes de este tipo de unidades se ven expuestos a duros golpes de choque repetido que causan graves lesiones de columna y sangrados del sistema urinario, entre otras lesiones inmediatas y posteriores. Caso similar a los botes de los elementos de combate fluvial.

### 5.2.1 Garantizar las condiciones del ambiente físico a bordo de las unidades a flote

#### 1. Ambiente Sonoro

Garantizar que se cumplan a bordo la emisión de los decibeles aceptados por **Resolución A. 468 IMO: niveles de ruido**, conforme a la tabla anexa para los diferentes compartimentos.

Tabla 1. Niveles de Ruido acuerdo a IMO 468

TIPO DE ESPACIO		Máximo (dB)
Trabajo	Espacios de máquinas (con dotación permanente)	90
	Espacios de máquinas (sin dotación permanente)	110
	Cámaras de mando de máquinas	75
	Talleres	85
	Espacios de trabajo no especificado	90
Gobierno	Puente de navegación y cuartos de derrota	65
	Puestos de escucha incluidos alerones y ventanas	70
	Cuartos de radio (con el equipo radioeléctrico en funcionamiento, pero sin emitir señales)	60

	Cuartos de radar	65
Alojamiento	Camarotes y enfermerías	60
	Comedores	65
	Salas de descanso	65
	Zonas de recreo al aire libre	75
	Oficinas	65
Servicio	Cocinas, con el equipo sin funcionar	75
	Oficios	75
	Baños	75
	Lavandería	75

Fuente: IMO

## 2. Ambiente Lumínico

Garantizar que se cumplan a bordo los decibeles aceptados por **ABS Guía para habitabilidad de la tripulación en barcos, Sección 6 -Tabla 1. ABS “Guide for crew habitability on ships”**, conforme a la tabla anexa para los diferentes compartimentos.

Tabla 2. Niveles de iluminación

CRITERIOS DE ILUMINACIÓN		Nivel de iluminación (lux)
<b>Alojamiento</b>	Pasillos interiores, escaleras y accesos	110 (250)
	Escritorios (lectura)	540
	Comedor	300
	Tratamiento médico y dental-consultorio	810(1075)
	Sanitario y vestier	150
	Salas y Camarotes	300
<b>Servicios</b>	Duchas	325
	Preparación de la comida	540
	Lavandería	540
<b>Navegación y controladores</b>	Almacenamiento de comida	100
	Oficinas	540
	Trabajo en PC	300
	Radar	200
	Radio	540
<b>Mantenimiento</b>	Cuarto de máquinas	150

Fuente: ABS Guide for Crew Habitability.

### 3. Ambiente Térmico

Garantizar que se cumplan a bordo las condiciones de temperatura conforme a **ABS guía para habitabilidad de la tripulación en barcos, Sección 5 Clima Interno:**



**Temperatura del aire:** calefacción, ventilación y aire acondicionado (Sistema HVAC) debe ser capaz de proveer un determinado rango de retorno de la temperatura del aire de 22°. Esta temperatura debe ser mantenida por un controlador de temperatura. Cada zona debe tener un termostato para propósitos de regulación y humidificación.

**Humedad relativa:** el sistema HVAC debe ser capaz de proveer y mantener una humedad relativa dentro de un rango de 30% como mínimo y 70% como máximo.

**Velocidad del aire:** las velocidades del aire no deben exceder 30 metros por minuto o 100 pies por minuto (0.5 m/s o 1.7 p/s) en la posición de medida en el espacio.

La manera correcta de hacer estas mediciones está contenida dentro de la norma ABS "Guide for crew habitability for Ships" 2.001.

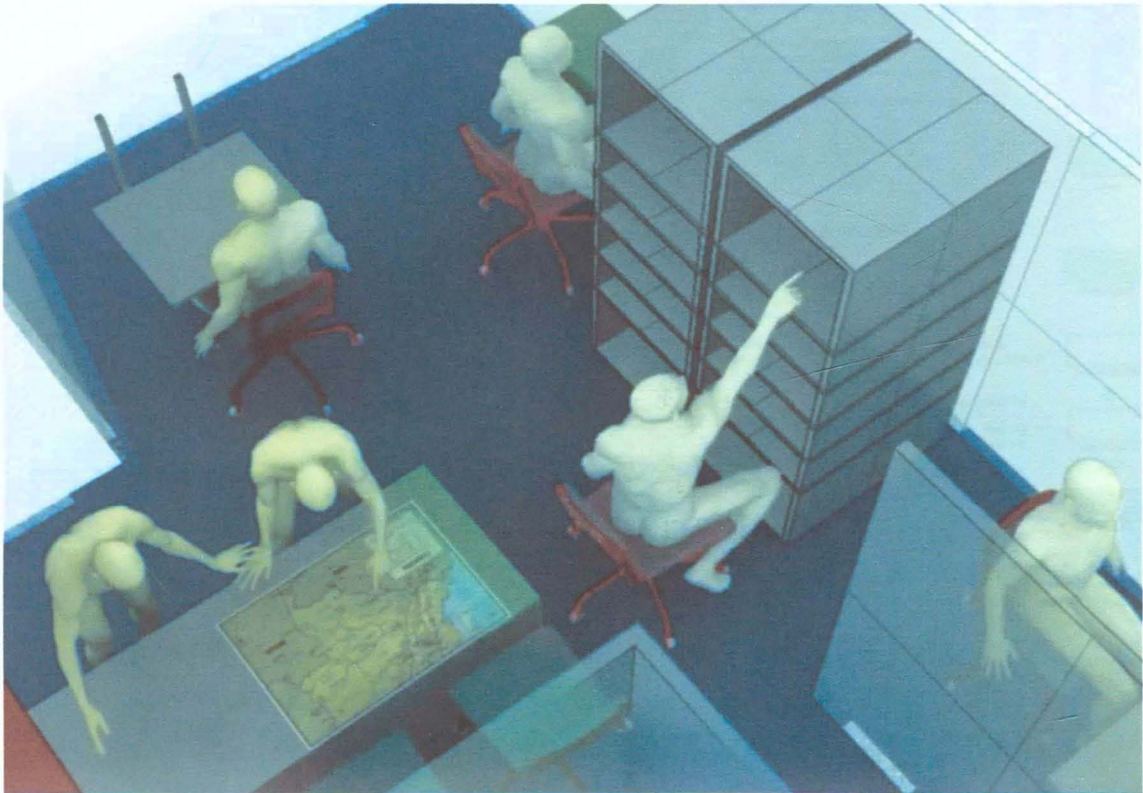
**5.2.2. Revisión y análisis de la carga física y postural de los tripulantes.** Una vez evaluadas las condiciones del ambiente físico, se da inicio a la revisión de la carga física a bordo. En primera instancia se analizará la carga física dinámica, revisando las actividades a bordo relacionadas con movimientos, manejo de cargas y esfuerzos físicos requeridos, pero especialmente la periodicidad con la que se efectúen estos. Posteriormente se evalúa la carga estática representada por las diferentes posturas que los tripulantes adoptan en cumplimiento de sus tareas. Los puntos críticos a bordo son definidos por la cantidad de tiempo que un tripulante debe pasar en la misma posición o en un mismo puesto de trabajo.

No todas las posturas son analizadas, se escogen las que se consideran críticas y potencialmente nocivas para la salud. Los criterios para escoger estas posturas son:

- Posturas que son repetidas frecuentemente
- Posturas que se mantienen por largos periodos de tiempo
- Posturas que necesitan la mayor actividad muscular o el mayor esfuerzo
- Posturas que causan algún nivel de incomodidad

- Extrañas posiciones adoptadas por el personal

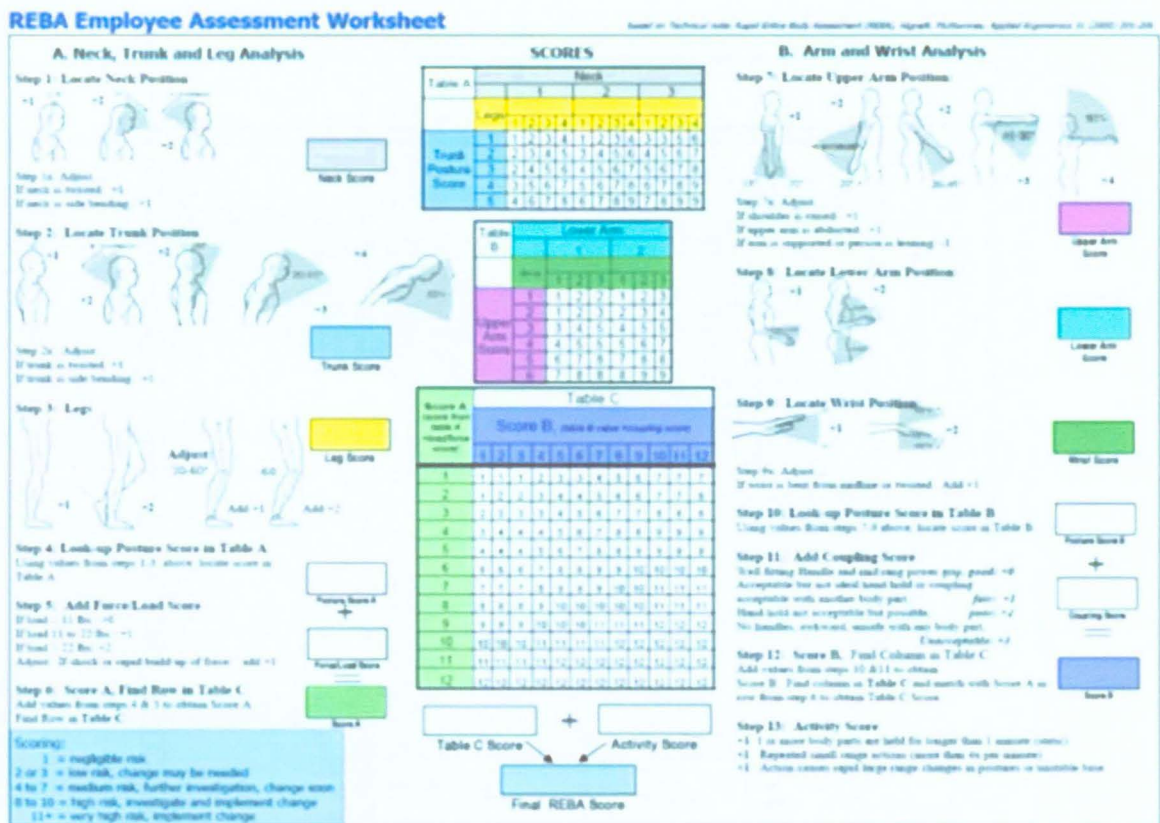
Figura 12. Análisis de uso y posturas en cuarto de navegación



Fuente: De elaboración propia

Como se enunció anteriormente, el análisis de posturas se puede llevar a cabo con los diferentes métodos de evaluación existentes. Se recomienda el método REBA porque analiza los tres segmentos corporales más afectados mientras se está a bordo (cabeza, tronco y extremidades). Siguiendo el procedimiento para la elaboración del registro fotográfico contenido en la norma XXXX se toman fotos de las posturas a evaluar. Posterior a esto se marcan los grados de movimiento y se lleva la información a la tabla de evaluación como se muestra en el ejemplo:

Figura 13. Imagen de ficha método REBA

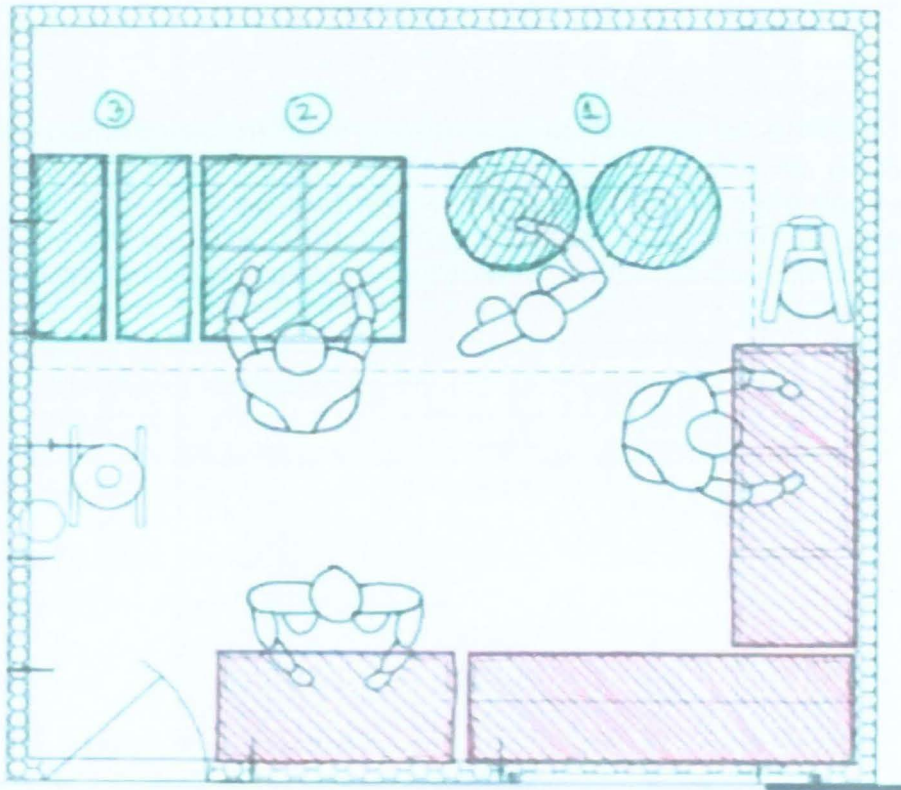


Fuente: Proyecto de investigación en "Riesgo Ergonómico" Cotecmar 2011

Con este tipo de métodos se determinan los niveles de riesgo de la tarea para hacer las correcciones y ajustes del caso.

Una vez analizada la información postural se hacen las revisiones correspondientes a la ejecución de la tarea en los diferentes espacios y de forma secuencial. Este ejercicio es importante porque permite analizar si el espacio es suficiente y si se encuentra bien diseñado conforme a la actividad que en este se realiza.

Figura 15: Revisión de actividades en la cocina



Fuente: De elaboración propia

Una vez realizada la descomposición de actividades se pueden determinar las posibles mejoras a los espacios evitando las circulaciones cruzadas y los movimientos innecesarios que puedan causar cansancio y fatiga al tripulante.

Dentro del análisis de las tareas es importante considerar no solo los trabajos de diario o cotidianos sino también los trabajos periódicos de los diversos mantenimientos que deben efectuarse a bordo. Es aquí donde se hace indispensable el tema de dimensionamiento de escotillas, puertas de inspección, acceso a válvulas, facilidad de realizar trabajos adicionales sobre cabeza etc. En muchas ocasiones no se consideran este tipo de factores por considerarse trabajos eventuales. Sin embargo y en aras de mantener las unidades navales en óptimas condiciones de habitabilidad y mantenimiento se recomienda manejar el tema de forma puntual haciendo todos los análisis del caso de tal forma que se determinen unas directrices de obligatorio cumplimiento las cuales deben garantizar la seguridad del personal que ejecutara este tipo de labores. Dentro de

este aspecto se deben incluir los dimensionamientos de pasillos externos, pasamanos, escaleras de gato fijos y toda la normativa para los elementos de protección personal.

**5.2.3. Otras consideraciones ergonómicas aplicables al ámbito naval.** De acuerdo a lo revisado durante el desarrollo de este proyecto se visualizan todas las posibles situaciones a ser analizadas desde el punto de vista de la ergonomía. A continuación se enuncia otras consideraciones que ameritan una a una un estudio detallado para dar solución a bordo a un problema específico.

- Antropometría de la población naval Colombiana
- Estudio de los altos impactos y la mitigación de estos en unidades de reacción rápida
- Evacuación y seguridad a bordo
- Estudio de sillas y estaciones de trabajo
- Campo visual y ángulos de visión
- Manejo del color
- Manejo de instrumentos y controles (alcances-agarres-interacción)
- Mantenimiento

## 6. CONCLUSIONES

Las ideas planteadas en el presente trabajo, constituyen un primer acercamiento a aquellos lineamientos, que en materia de aplicación de ergonomía en las unidades a flote, van a permitir a la Armada Nacional de Colombia la consolidación de su primera Doctrina en este campo.

El desarrollar esta disciplina en el campo naval nacional, en primera instancia cubrirá con las necesidades ergonómicas de las estaciones de trabajo, comando y control que ocupan los tripulantes con el fin de evitar lesiones físicas posteriores. Efectos, que si son analizados a profundidad, conllevan a circunstancias más álgidas al interior de la Institución; asumir costosos tratamientos médicos para corregir las fatigas ortopédicas de los Oficiales, y conexo a esto, la misma ausencia del personal en las unidades a flote por su necesidad de cubrir sus necesidades de salud. Adicionalmente, si se parte del hecho de que la ergonomía naval también busca hacer de las áreas de descanso espacios ajustados a las necesidades de los navegantes, los niveles de recuperación se optimizarán.

De forma concatenada, y en donde radica la mayor relevancia de esta aplicación de procedimientos, es en la dimensión operacional. De manera vinculante, si los operarios navales de los diversos sistemas y mecanismos de las unidades a flote cuentan con estaciones de control que les ofrecen alcance permanente y accesible a todos sus elementos, y sumado a esto, su desgaste físico no es mayor debido a que se eliminó el factor de esfuerzo, el rendimiento y los niveles de reacción de los mismos se incrementa de manera significativa para responde a las demandas y estrés de un eventual teatro de enfrentamiento.

La ergonomía naval no es un elemento que dejen al azar en diversos cuerpos de marina a lo largo del mundo. Sin importar el nivel de tecnología con el que pueda llegar a contar una unidad a flote, es indudable que sigue siendo el factor humano el que hace posible que dicha tecnología y avance pueda aprovecharse de manera estratégica y en beneficio de los intereses de la Nación. Cabría cuestionarse entonces, cuál sería el desempeño de un Destructor si sus Oficiales de artillería no pudieran desempeñar eficientemente su labor porque su estación de trabajo no se lo permite. O bien, en dónde quedaría el valor de un sumergible si el encargado del *sonar* no es capaz de ofrecer información certera a su Oficial al Mando debido al estrés del mal descanso.

En la Armada Nacional de Colombia, COTECMAR ha venido a llenar ese vacío tecnológico y de desarrollo científico que describe, desafortunadamente, a las

Fuerzas Militares. Mediante la construcción y evolución de este bastión de ciencia aplicada, la Nación ya ha comenzado a mostrar al mundo una capacidad clara para el autoabastecimiento de unidades a flote en materia militar naval. En este sentido, es imperante que estos esfuerzos que viene desarrollando la ARC se vinculen de manera determinante a unos procedimientos claros de aplicación de ergonomía naval a sus futuros proyectos.

## 7. RECOMENDACIONES

Una vez recibida esta primera aproximación y en aras de generar la doctrina de Ergonomía Naval, se recomienda crear un grupo multidisciplinario conformado por profesionales ingenieros y arquitectos navales, arquitectos diseñadores de espacios interiores, diseñadores industriales, estadísticos y ergónomos, así como oficiales y suboficiales con amplia experiencia a bordo de unidades, para desarrollar los diversos tópicos aquí planteados. Se recomienda que este proceso sea liderado por la Dirección de Doctrina Naval.

Se recomienda de forma urgente desarrollar una base de datos con la información de las dimensiones corporales de las tripulaciones. Conociendo estas estadísticas el proceso de estandarización será más fácil y todos los productos que se adquirieran serán ajustados a nuestra raza y biotipo.

Se sugiere dar continuidad a la socialización del tema en el mundo académico para contar con los aportes de las diferentes facultades relacionadas con el tema y generar un interés a nivel nacional en la materia. De igual manera a nivel internacional se recomienda seguir mostrando los logros obtenidos en los tópicos aquí planteados para que nuestro país sea reconocido dentro del mundo científico como pionero en temas de Ergonomía Naval.

*Se recomienda dentro de las tareas iniciales, crear un comité evaluador que verifique dentro de las diversas unidades a flote de la ARC las condiciones actuales de desempeño de las tripulaciones, resaltando las falencias más representativas y los impactos que estas generan. De este modo se puede desarrollar un plan de mejora basado en las necesidades más importantes y por orden de prioridades.*



## BIBLIOGRAFIA

AMERICAN BUREAU OF SHIPPING. Guide for Crew Habitability on Ships, diciembre 2.001, págs. 29, 37, 47

BUSTAMANTE, Antonio. Anuario de Psicología 2004, Ergonomía, Antropometría e Indeterminación. Volumen 35 Nro. 4. Facultad de Psicología, Universidad de Barcelona 2004. Pag 4.

CRUZ G, J. Alberto, GARNICA G, Andrés. Principios de Ergonomía. 2da Edición. Universidad Jorge Tadeo Lozano 2.001, Pág. 26-27

Cuadro cronológico de los avances de la Ergonomía. [en línea] [citado 01 agosto. 2012]. Disponible en Internet: <URL: [http:// www.scribd.com/doc/69791762](http://www.scribd.com/doc/69791762)>

Decreto 1295 de 1994, la fecha de elaboración de esta propuesta doctrinal

Decreto 1772 de 1994, la fecha de elaboración de esta propuesta doctrinal

Decreto 1832 de 1994, la fecha de elaboración de esta propuesta doctrinal

Decreto 614 de 1.984, para la fecha de elaboración de esta propuesta doctrinal

El ruido: niveles de presión sonora. [en línea] [citado 06 agosto. 2012]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.arpsura.com/higiene/articulos/394/> >

ESTRADA, Jairo. 3.2.1 Unidad De Estudio "Parámetros antropométricos de la Población Laboral Colombiana 1995, ACOPLA 1995". Universidad de Antioquia.

Factores de Riesgo Ergonómico, [en línea] [citado 13 agosto. 2012]. Disponible en Internet: <URL:[http://descarga.besign.com.ve/ergonomia\\_2/26\\_06\\_06/riesgo-ergonomico.pdf](http://descarga.besign.com.ve/ergonomia_2/26_06_06/riesgo-ergonomico.pdf)>

HERRERA, Eduardo. Carga física del trabajo. [en línea] [citado 06 agosto. 2012]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.slideshare.net/osvaldoeltoch/carga-fisica-del-trabajo>>

Hombre de VITRUVIO, [en línea] [citado 18 abril. 2012]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.arqweb.com/vitrum/hombre.asp>>

Iluminación. [en línea] [citado 06 agosto. 2012]. Disponible en Internet: <URL: <http://definicion.de/iluminacion/> >

KEVIN, Norton, OLDS, Tim. ANTHROPOMETRICA, University of New South Wales Press, Sidney 1996, pág. 6

Le Corbusier EL MODULOR, [en línea] [citado 18 abril. 2012]. Disponible en Internet: <URL: <http://arquitectura-h.com.ar/articulos/le-corbusier-modulor/art286.aspx>>

Ley 9a., de 1979, para la fecha de elaboración de esta propuesta doctrinal

MEISEL, Adolfo y VEGA, Margarita. Los Orígenes de la antropometría histórica y su estado actual. Ensayo "Cambios de estatura en Colombia durante el presente siglo", Banco de la República 2.006. Pág. 41-42

MELO, José Luis. Historia de la Ergonomía [en línea] [citado 23 abril. 2012]. Disponible en Internet: <URL: [//www.estrucplan.com.ar/producciones](http://www.estrucplan.com.ar/producciones)>

Online encyclopedia, [en línea] [citado 15 julio. 2012]. Disponible en Internet: <URL:<http://www.diclib.com/habitabilidad/show/en/moliner/H/1933/0/0/1/42203>>

PANERO Julius, ZELNIK Martin. Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores, Whitney Library of Design, 1979. Pág. 23

Principios ergonómicos para proyectar sistemas de trabajo. [en línea] [citado 14 julio. 2012]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.audita.com.ar/ergo/iso%206385.html>>

Proyecto de investigación en "Riesgo Ergonómico" Cotecmar 2011

Resolución 1016 de 1989, para la fecha de elaboración de esta propuesta doctrinal

Resolución 2013 de 1986, para la fecha de elaboración de esta propuesta doctrinal

Resolución 2400 de 1979, para la fecha de elaboración de esta propuesta doctrinal

ROSS, Jonathan. Human Factors for naval marine vehicle design and operation. Human Machine Interface, Ashgate England 2009. Pág. 127

Salud Ocupacional maco legal. [en línea] [citado 18 marzo. 2012]. Disponible en Internet: <URL: [//www.comunidadcoomeva.com](http://www.comunidadcoomeva.com), >

SHAVER, Eric; BRAUN, Curt What is human factors and ergonomics? [en línea] [citado 30 julio. 2012]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.benchmarkrs.com>>

# ANEXOS

## ANEXO A. PAPER LOSSA

### ESCUELA SUPERIOR DE GUERRA



### ESDEGUE-SIIA-CEESEDEN

## ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

### PROPUESTA DOCTRINAL EN ERGONOMIA NAVAL

Ángela Liliana Lossa Ch. [angela.lossa@esdegue.edu.co](mailto:angela.lossa@esdegue.edu.co)

#### Resumen

Este artículo presenta la propuesta para el desarrollo de un manual doctrinal en Ergonomía Naval el cual permitirá hacer importantes mejoras a los espacios habitables y de trabajo de las Unidades a flote de la Armada Nacional de Colombia. La información contenida en este documento servirá de guía para futuros proyectos en donde la ergonomía será el elemento que garantizara la seguridad y el buen desempeño de las tripulaciones.

Palabras Clave: Doctrina, ergonomía, espacios habitables, antropometría, estandarización, carga física, ambiente físico, posturas, desempeño.

#### Introducción

A bordo de los buques y otras unidades de la Armada Nacional, diseñados y construidos en Colombia, los tripulantes pueden estar expuestos a situaciones de riesgo ergonómico que a futuro derivaran en enfermedades de salud ocupacional, causadas por el diseño de las condiciones de habitabilidad, del mobiliario y de las tareas mismas afectando el desempeño de los miembros de la tripulación y del personal en general.

En la actualidad la Armada Nacional se enfrenta al reto de diseñar y construir las unidades de guerra que remplazarán la flota existente dentro del marco del proyecto PES (Plataforma Estratégica de Superficie), por esta razón se plantea la

necesidad de contar con información ergonómica y antropométrica que se ajuste a las demandas de nuevos productos, para garantizar el confort de las tripulaciones y por tanto el desempeño y la seguridad del personal y de las maquinas de guerra.

Dentro del desarrollo de este proyecto de investigación, se definieron los conceptos ergonómicos básicos y los principales temas y consideraciones para ser implementados en las unidades a flote de la ARC para garantizar el confort del personal embarcado. De igual forma se definieron unas directrices que se aplicaran basadas en la normativa existente y acuerdo a clasificación de los diferentes espacios para que las condiciones habitables de los compartimentos del buque sean óptimas.

Con este proyecto se tendrá un primer compendio con información importante sobre Ergonomía Naval, la cual será de valiosa ayuda no solo para los diseñadores de buques y artefactos navales, sino para toda una industria de proveedores que incluye mobiliario, dotaciones, y armamento entre otros, contribuyendo a la seguridad de los combatientes y al progreso del país.

## **1. Desarrollo teórico**

En la actualidad se presentan problemas en el diseño de los compartimentos internos de los buques y otras zonas de permanencia externa, por el desconocimiento del usuario final y la interacción de este con los sistemas de trabajo de las embarcaciones diseñadas y construidas para la Armada Nacional. A lo largo de los años se han estado empleando normas extranjeras con datos de poblaciones, razas y biotipos que no corresponden a nuestra realidad y por este motivo se ve afectado el desempeño del personal a bordo. Cuando los elementos no se ajustan de manera adecuada a la morfología del tripulante comienzan a presentarse problemas a todos los niveles que incluyen dificultad en las salidas de emergencia y puntos de evacuación, problemas de alcance visual, dificultad en la accesibilidad, dificultad en los alcances y agarres de los elementos. Al haber esfuerzos adicionales a la carga postural se comienza a reducir el desempeño del tripulante y a largo plazo se comienzan a generar problemas de salud ocupacional.

Las enfermedades profesionales generan extra costos al sistema de salud de las Fuerzas Militares por la atención de demandas, indemnizaciones, cirugías, fisioterapias, tratamientos especiales y medicamentos. De otro lado generan un impacto en la parte laboral al no tener el personal al 100% de su capacidad y en alistamiento permanente para enfrentar el conflicto armado que vive nuestro país por incapacidad laboral (ausentismo) y reubicación laboral.

En el medio laboral naval las mayores dolencias se presentan a nivel de extremidades inferiores, espalda y extremidades superiores conforme a lo reportado en un estudio previo sobre carga física a bordo de las Patrulleras de Apoyo Fluvial, realizado por el grupo de investigación ergonómico de COTECMAR.

Otro elemento de suma importancia en estos días es la presencia de mujeres tripulantes a bordo de las unidades a flote de la Armada Nacional. Esta connotación exige que se tengan en cuenta los percentiles más pequeños de la población femenina, cubriendo así un amplio grupo de usuarios. A la fecha no se posee esta información dificultando la toma de decisiones en los procesos de adquisiciones de elementos a bordo.

Cuando se desconocen las dimensiones corporales de los miembros de la tripulación se comienzan a presentar problemas que ponen en riesgo la seguridad de la Unidad y de la tripulación en general. Si los elementos son diseñados para una población de mayores dimensiones que es usualmente el caso en nuestro país, se presentarán problemas como la dificultad en acceder válvulas, problemas para alcanzar pedales desde posiciones sedentes, limitaciones en las visuales desde el puente de gobierno, problemas para alcanzar comandos en las consolas, dificultad para operar armamento. Si por el contrario se diseña para poblaciones más pequeñas se presentarán problemas en el tema de los escapes y el dimensionamiento de los espacios y el mobiliario.

Se presenta la oportunidad de dar un salto importante en el tema del Diseño y de la Ergonomía, brindando la opción de tener productos ajustados y diseñados para nuestro propio personal garantizando así seguridad y confort a bordo.

## 6.2.MARCO JURIDICO EN SALUD OCUPACIONAL

“La **Ley 100 de 1993** estableció la estructura de la **Seguridad Social** en el país. En el caso específico del Sistema de Riesgos Profesionales, existe un conjunto de normas y procedimientos destinados a prevenir, proteger y atender a los trabajadores de los efectos de las enfermedades profesionales y los accidentes que puedan ocurrirles con ocasión o como consecuencia del trabajo que desarrollan, además de mantener la vigilancia para el estricto cumplimiento de la normatividad en Salud Ocupacional.

El pilar de esta Legislación es el Decreto Ley 1295 de 1994, cuyos objetivos buscan establecer las actividades de promoción y prevención tendientes a mejorar las condiciones de trabajo y salud de los trabajadores, fijar las prestaciones de atención en salud y las prestaciones económicas derivadas de las contingencias de los accidentes de trabajo y enfermedad profesional, vigilar el cumplimiento de cada una de las normas de la Legislación en Salud Ocupacional y el esquema de administración de Salud Ocupacional a través de las ARP.

En la Resolución 001016 de 1989 en el Artículo 4 y Parágrafo 1, se obliga a los empleadores a contar con un programa de Salud Ocupacional, específico y particular, de conformidad con sus riesgos potenciales y reales y el número de los trabajadores.<sup>37</sup>

### 6.3.HISTORIA DE LA ERGONOMIA EN EL MUNDO

Diversas investigaciones han establecido que la ergonomía es tan antigua como el hombre mismo, los hombres primitivos debieron diseñar sus propias herramientas para poder cazar animales y para defenderse de otras especies, en este desarrollo se dieron cuenta de la importancia del agarre y de la facilidad de manipulación de los elementos y empezaron a moldear estas herramientas conforme al tamaño de sus manos y a los diferentes largos exigidos para cada actividad. Esta evolución concluyo con el hacha y la lanza los cuales son considerados elementos ergonómicamente apropiados.<sup>38</sup>

Los implementos de caza, agricultura y vivienda marcan una evolución cultural desde los australopitecos, hasta los homo sapiens que cada día fabrican sus herramientas con mayor sofisticación. Esta evolución abarca tres etapas definidas: domestica, artesanal e industrial.<sup>39</sup>

Hoy en día gracias al auge que ha tomado esta disciplina, se han implementado medidas en los espacios de trabajo que han permitido que la productividad aumente, las lesiones disminuyan y que los espacios sean más cómodos y aceptables para las largas jornadas diarias, no solo hablando en términos de oficinas sino en fabricas, industrias e inclusive en el desarrollo de tareas

---

<sup>37</sup> Salud Ocupacional maco legal. [en línea] [citado 18 marzo. 2012]. Disponible en Internet: <URL://www.comunidadcoomeva.com, >

<sup>38</sup> CRUZ G, J. Alberto, GARNICA G, Andrés. Principios de Ergonomía. 2da Edición. Universidad Jorge Tadeo Lozano 2.001, Pág. 26

<sup>39</sup> Ibid., Pág. 27



domesticas a nivel de hogar. De igual manera ha habido una tendencia a nivel mundial de diseñar objetos ergonómicos que hacen más fácil la manipulación y el uso de los elementos ayudando al confort de los usuarios.

#### **6.4.HISTORIA DE LA ERGONOMIA MILITAR EN EL MUNDO**

Continuando dentro del desarrollo de esta disciplina se encuentran los problemas de índole militar en la interacción hombre-máquina, que se presentaron en las dos guerras mundiales y que produjeron un avance en este tema, en relación al espacio que ocupaba el hombre dentro de los artefactos de guerra y su interface con los comandos, los controles y la operación en sí de los elementos de combate. Las tablas antropométricas realizadas en esta época a los soldados reunieron suficiente información para obtener datos confiables de diversa índole.<sup>40</sup>

La Ergonomía tiene sus orígenes durante la revolución Industrial, pero el auge de esta ciencia se ha logrado gracias a sus aplicaciones en el campo militar. El objetivo de esta disciplina en la segunda guerra mundial consistió en ofrecer comodidad a los soldados en la manipulación de las máquinas de guerra y evitar los sucesos de la primera guerra mundial donde una gran cantidad de militares murieron, no precisamente por acción del enemigo, sino por el mal diseño de sus dotaciones que provocaron fatigas crónicas, enfermedades y accidentes.

Los datos antropométricos han sido usados por varios años para proveer información del tamaño del cuerpo de los soldados y combatientes militares. El conocimiento del tamaño, y las proporciones del cuerpo humano ha sido esencial para el desarrollo, diseño y dimensionamiento de diversos elementos tales como los uniformes y prendas militares, equipos de protección personal pero aun mas importante es el hecho de que los datos antropométricos son un importante dato de entrada en el diseño de equipos militares y de transporte como aviones, vehículos, tanques de guerra, submarinos, buques y además de armas y sistemas de armamento. Esta información permite que haya compatibilidad entre el combatiente y los equipos y por tanto se pueda garantizar la seguridad de todo el personal.

#### **6.5.EVOLUCION DE LA ERGONOMIA EN COLOMBIA**

---

<sup>40</sup> BUSTAMANTE, Antonio. Anuario de Psicología 2004, Ergonomía, Antropometría e Indeterminación. Volumen 35 Nro. 4. Facultad de Psicología, Universidad de Barcelona 2004.Pag 4.

En Colombia ni la Ergonomía ni la Antropometría han sido disciplinas que se hayan desarrollado en forma permanente ni en forma continua, esto debido a que en el pasado no se desarrollaban diseños propios sino que se importaban todo tipo de elementos. Con el paso del tiempo y el desarrollo industrial que ha tenido el país se han empezado a requerir los datos del usuario final y gracias a la legislación en salud ocupacional donde se enmarco el tema dentro de una normativa vigente partiendo de la Constitución Política de 1.991 se incrementa la importancia de la intervención de la ergonomía en el país.<sup>41</sup>

A partir de 1.994 con la entrada en vigencia del Sistema General de Riesgos Profesionales (Ley 100), se vio la necesidad de profundizar en el tema y de empezar a desarrollar espacios de trabajo que redujeran los impactos en la salud de los trabajadores. Es en este momento donde se descubre que del último siglo no se poseían registros de las características morfológicas de la población Colombiana. En esta década es cuando surge el interés que motivó a varios grupos de forma independiente a recolectar información de las características morfológicas de nuestra población en el área social, laboral e infantil pero hasta la fecha no se ha hecho para la población militar. Para 1995 se publican las tablas antropométricas de mayor difusión a la fecha en nuestro país, estas fueron el resultado de un proyecto que se conoce como las tablas de ACOPLA 1995, fueron desarrolladas por la Universidad de Antioquia, en cabeza de Jairo Estrada Muñoz.

## **6.6. ERGONOMIA APLICADA AL DISEÑO NAVAL**

De acuerdo a Jonathan Ross la ergonomía es esencial para el exitoso diseño de cualquier vehículo marino, especialmente para la localización de los instrumentos y controles, la accesibilidad para el mantenimiento, la visibilidad a través de las ventanas del puente de gobierno y las aperturas para el movimiento seguro dentro de los buques. Un pobre diseño, donde no se contemplen las situaciones de riesgo ergonómico ni las dimensiones antropométricas puede resultar en situaciones tales como los tripulantes golpeando sus cabezas en la estructura superior, dificultad para el alcance rápido y fácil de controles y válvulas, dificultad de tener contacto visual con instrumentos críticos de operación del buque, dificultad para evacuar en caso de emergencia y también tendrá incidencia en malas posturas, accidentes y hasta pérdida de vidas<sup>42</sup>.

---

<sup>41</sup> Cuadro cronológico de los avances de la Ergonomía. [en línea] [citado 01 agosto. 2012]. Disponible en Internet: <URL: [http:// www.scribd.com/doc/69791762](http://www.scribd.com/doc/69791762)>

<sup>42</sup> ROSS, Jonathan. Human Factors for naval marine vehicle design and operation. Human Machine Interface, Ashgate England 2009. Pág. 127

## 6.7. ANTECEDENTES DE ERGONOMIA NAVAL A NIVEL NACIONAL

En el año 2.000 con la creación de COTECMAR, se da inicio al desarrollo de la industria naval en nuestro país y se empiezan a realizar diseños y construcción de nuevos buques para el cumplimiento de la misión de la Armada Nacional. Paralelo al diseño del casco y la superestructura de los buques, se trabaja en todo el diseño interior de las diferentes cubiertas creando los espacios habitables. Cada vez que se desarrolla un nuevo diseño se van mejorando las condiciones y se van haciendo implementaciones a los espacios y al mobiliario en aras de ofrecer mayor confort a los tripulantes.

En el año 2.006 en la Dirección de Investigación, Desarrollo e Innovación se da inicio a un programa de investigación en Ergonomía Naval con algunos recursos y con la ayuda de estudiantes de Diseño Industrial de la Universidad Nacional de Colombia. A través de este programa se busco hacer todo un análisis del Riesgo Ergonómico a bordo de las Patrulleras de Apoyo Fluvial Pesado (Principal producto desarrollado por COTECMAR en sus 3 diferentes generaciones) para hacer las correcciones respectivas en las próximas generaciones de buques que se construyan. El proyecto se diseño para ser ejecutado en cuatro etapas en las cuales se analizan diferentes aspectos de la ergonomía como el ambiente físico que rodea a los tripulantes, la carga física y mental y la aplicación y mejora de los espacios existentes.

## 7. CONSIDERACIONES ERGONOMICAS PARA SER APLICADAS A BORDO DE LAS UNIDADES A FLOTE

### 7.2. AMBIENTE FISICO

**7.2.2. Ambiente Lumínico.** La iluminación es la acción y efecto de iluminar, Se conoce como iluminación el conjunto de luces que se instalan en un determinado espacio con la intención de iluminarlo.<sup>43</sup> Debido a las condiciones de navegación en los que se requiere que las ventanas permanezcan cerradas al exterior o en donde simplemente dentro del casco no existen aperturas, la iluminación artificial juega un papel muy importante dentro de cualquier buque de guerra, por lo tanto en el proceso de diseño se deben planificar aspectos del ambiente lumínico como la distribución de las luminarias, y el nivel de iluminación.

<sup>43</sup> Iluminación. [en línea] [citado 06 agosto. 2012]. Disponible en Internet: <URL: <http://definicion.de/iluminacion/> >

Los efectos que un mal ambiente lumínico tiene en el confort de la tripulación son: Incremento de la dificultad de la actividad o tarea que se realiza, sobreestimulación de la vista, distracción, confusión en la percepción, dolor de cabeza y fatiga ocular por deslumbramiento.<sup>44</sup>

**7.2.3. Ambiente sonoro.** Un sonido es una vibración que se propaga en forma de ondas y que puede ser percibido por el oído humano y el ruido es un sonido desagradable que puede producir daños fisiológicos al ser humano.

Para evaluar los niveles de ruido se mide la presión sonora ejercida por el ambiente y las maquinas del entorno en el hombre. La unidad de medida es el decibel (dB), se espera que los niveles de ruido producidos permitan el correcto desarrollo de todas las actividades a las cuales está destinado el buque y por ende cada uno de los tripulantes.

Cuando los niveles de ruido no son los adecuados, se presentaran síntomas negativos en la salud y el desempeño de los tripulantes como dificultades en la comunicación entre operarios, daño permanente en la capacidad auditiva, insomnio y otros trastornos del sueño, irritabilidad, disminución del desempeño en las tareas y por ende la efectividad de las actividades, confundir las señales de advertencia, aumento en la sobrecarga mental y otros.

**7.2.4. Ambiente Térmico** La temperatura expresa el grado o nivel de calor de los cuerpos o del ambiente, si estos son adecuados surge lo que se llama el confort térmico de los tripulantes.

Las repercusiones que puede tener un ambiente térmico crítico en el ser humano cuando hace mucho calor son el agotamiento, calambres, vértigo, erupciones cutáneas, deshidratación, aturdimiento, sed, e incremento del ritmo cardiaco. Por el contrario si la temperatura está muy fría se presentaran dolores de cabeza, temblores y tensiones musculares.

Lo más importante es poder brindar un ambiente térmico estable en todo el buque, ya que los cambios de temperatura extremos pueden conllevar a síntomas

---

<sup>44</sup> AMERICAN BUREAU OF SHIPPING. Guide for Crew Habitability on Ships, Diciembre 2.001, Pág. 47

negativos en la salud y por ende al inadecuado desempeño de la tripulación a bordo del buque.

### **7.3.CARGA FISICA**

La carga física se define como el conjunto de requerimientos físicos a los que está sometido el tripulante, durante la ejecución de las tareas asignadas dentro de su jornada laboral o periodo de guardia; incluye tanto las posturas estáticas adoptadas durante el trabajo, como los movimientos realizados, la aplicación de fuerzas, la manipulación de cargas y los desplazamientos que tenga que realizar dentro del buque.

La evaluación de la carga física en un puesto de trabajo a bordo, servirá para determinar si el nivel de exigencias físicas impuestas por la tarea y el entorno donde esta se desarrolla, están dentro de los límites fisiológicos y biomecánicos, o por el contrario si se sobrepasan las capacidades físicas del tripulante, con el consiguiente riesgo para la salud.

### **7.4.ANTROPOMETRIA DE LA POBLACION NAVAL**

Al diseñar un artefacto naval se debe incluir lo siguiente (Booher 2003):

- Características de la población de usuarios y operadores, personal embarcado y personal de mantenimiento. Se debe tener siempre en cuenta que las características del personal naval militar son muy diferentes al de las poblaciones civiles.
- Dimensiones relevantes del cuerpo tales como alcances, alturas y pesos.
- Porcentaje de población a bordo

En la práctica el personal más grande debe ser capaz de acomodarse en espacios pequeños y el personal más pequeño debe alcanzar lugares más allá de su zona de confort.<sup>45</sup>

---

<sup>45</sup> ROSS, Jonathan. Human Factors for naval marine vehicle design and operation. Human Machine Interface, Ashgate England 2009. Pág. 127

## **8. APLICACIÓN DEL ELEMENTO ERGONÓMICO EN LAS UNIDADES A FLOTE DE LA ARMADA NACIONAL DE COLOMBIA.**

### **8.2.AMBITO DE APLICACIÓN**

Como se ha expresado a lo largo de este documento, los buques de la Armada Nacional deben considerar dentro de su diseño y concepción el factor ergonómico el cual se pretende establecer como una doctrina que pueda ser aplicada por los diferentes entes institucionales que contribuyen a la creación y operación de los artefactos navales. Para la ARC es importante contar con una doctrina en ergonomía naval toda vez que:

- 6 Le permite a la Institución cumplir con las políticas y reglamentaciones oficiales vigentes en materia de salud ocupacional y seguridad en el mar.
- 7 Le garantiza a la Institución la protección de sus recursos evitando el posterior pago de indemnizaciones por enfermedades laborales lo cual va en detrimento del presupuesto público.
- 8 Le garantiza a la Armada Nacional a través de sus tripulaciones, el éxito operacional, con la asignación de los elementos correctos que permiten el óptimo desempeño durante la ejecución de las tareas específicas durante periodos prolongados, en los cuales la ergonomía es fundamental para la actividad naval.
- 9 Mejora las condiciones de bienestar del personal, haciendo más confortable, agradable y saludable el desarrollo de sus actividades navales tanto en mar como en puerto, disminuyendo la probabilidad de enfermedades, situaciones de estrés y mejorando el rendimiento y productividad laboral.
- 10 Permite generar con visión de futuro, la cultura y la conciencia de planear, programar y adquirir elementos que se encuentren estandarizados bajo una norma técnica de ergonomía que permita una acertada compra y adquisición para todas las unidades de la Institución.

#### **8.2.2. Otras consideraciones ergonómicas aplicables al ámbito naval.**

De acuerdo a lo revisado durante el desarrollo de este proyecto se visualizan todas las posibles situaciones a ser analizadas desde el punto de vista de la ergonomía. A continuación se enuncia otras consideraciones que ameritan una a una un estudio detallado para dar solución a bordo a un problema específico.

Antropometría de la población naval colombiana, estudio de impactos fuertes y la mitigación de estos en unidades de reacción rápida, evacuación y seguridad a bordo, estudio de sillas y estaciones de trabajo, campo visual y ángulos de visión, manejo del color, manejo de instrumentos y controles (alcances, agarres e interacción), mantenimiento en general.

## **9. CONCLUSIONES**

Las ideas planteadas en el presente trabajo, constituyen un primer acercamiento a aquellos lineamientos, que en materia de aplicación de ergonomía en las unidades a flote, van a permitir a la Armada Nacional de Colombia la consolidación de su primera Doctrina en esta campo.

El desarrollar esta disciplina en el campo naval nacional, en primera instancia cubrirá con las necesidades ergonómicas de las estaciones de trabajo, comando y control que ocupan los tripulantes con el fin de evitar lesiones físicas posteriores. Efectos, que si son analizados a profundidad, conllevan a circunstancias más álgidas al interior de la Institución; asumir costosos tratamientos médicos para corregir las fatigas ortopédicas de los Oficiales, y conexo a esto, la misma ausencia del personal en las unidades a flote por su necesidad de cubrir sus necesidades de salud. Adicionalmente, si se parte del hecho de que la ergonomía naval también busca hacer de las áreas de descanso espacios ajustados a las necesidades de los navegantes, los niveles de recuperación se optimizarán.

De forma concatenada, y en donde radica la mayor relevancia de esta aplicación de procedimientos, es en la dimensión operacional. De manera vinculante, si los operarios navales de los diversos sistemas y mecanismos de las unidades a flote cuentan con estaciones de control que les ofrecen alcance permanente y accesible a todos sus elementos, y sumado a esto, su desgaste físico no es mayor debido a que se eliminó el factor de esfuerzo, el rendimiento y los niveles de reacción de los mismos se incrementa de manera significativa para responde a las demandas y estrés de un eventual teatro de enfrentamiento.

La ergonomía naval no es un elemento que dejen al azar en diversos cuerpos de marina a lo largo del mundo. Sin importar el nivel de tecnología con el que pueda llegar a contar una unidad a flote, es indudable que sigue siendo el factor humano el que hace posible que dicha tecnología y avance pueda aprovecharse de manera estratégica y en beneficio de los intereses de la Nación. Cabría cuestionarse entonces, cuál sería el desempeño de un Destructor si sus Oficiales de artillería no pudieran desempeñar eficientemente su labor porque su estación de trabajo no se lo permite. O bien, en dónde quedaría el valor de un sumergible si el encargado del *sonar* no es capaz de ofrecer información certera a su Oficial al Mando debido al estrés del mal descanso.

En la Armada Nacional de Colombia, COTECMAR ha venido a llenar ese vacío tecnológico y de desarrollo científico que describe, desafortunadamente, a las Fuerzas Militares. Mediante la construcción y evolución de este bastión de ciencia aplicada, la Nación ya ha comenzado a mostrar al mundo una capacidad clara para el autoabastecimiento de unidades a flote en materia militar naval. En este sentido, es imperante que estos esfuerzos que viene desarrollando la ARC se vinculen de manera determinante a unos procedimientos claros de aplicación de ergonomía naval a sus futuros proyectos.

## BIBLIOGRAFIA

AMERICAN BUREAU OF SHIPPING. Guide for Crew Habitability on Ships, diciembre 2.001, págs. 29, 37, 47

BUSTAMANTE, Antonio. Anuario de Psicología 2004, Ergonomía, Antropometría e Indeterminación. Volumen 35 Nro. 4. Facultad de Psicología, Universidad de Barcelona 2004. Pag 4.

CRUZ G, J. Alberto, GARNICA G, Andrés. Principios de Ergonomía. 2da Edición. Universidad Jorge Tadeo Lozano 2.001, Pág. 26-27

Cuadro cronológico de los avances de la Ergonomía. [en línea] [citado 01 agosto. 2012]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.scribd.com/doc/69791762>>

Decreto 1295 de 1994, la fecha de elaboración de esta propuesta doctrinal

Decreto 1772 de 1994, la fecha de elaboración de esta propuesta doctrinal

Decreto 1832 de 1994, la fecha de elaboración de esta propuesta doctrinal



Decreto 614 de 1.984, para la fecha de elaboración de esta propuesta doctrinal

El ruido: niveles de presión sonora. [en línea] [citado 06 agosto. 2012]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.arpsura.com/higiene/articulos/394/> >

ESTRADA, Jairo. 3.2.1 Unidad De Estudio “Parámetros antropométricos de la Población Laboral Colombiana 1995, ACOPLA 1995”. Universidad de Antioquia.

Factores de Riesgo Ergonómico, [en línea] [citado 13 agosto. 2012]. Disponible en Internet: <URL:[http://descarga.besign.com.ve/ergonomia\\_2/26\\_06\\_06/riesgo-ergonomico.pdf](http://descarga.besign.com.ve/ergonomia_2/26_06_06/riesgo-ergonomico.pdf)>

HERRERA, Eduardo. Carga física del trabajo. [en línea] [citado 06 agosto. 2012]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.slideshare.net/osvaldoeltoch/carga-fisica-del-trabajo>>

Hombre de VITRUVIO, [en línea] [citado 18 abril. 2012]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.arqweb.com/vitrum/hombre.asp>>

Iluminación. [en línea] [citado 06 agosto. 2012]. Disponible en Internet: <URL: <http://definicion.de/iluminacion/> >

KEVIN, Norton, OLDS, Tim. ANTHROPOMETRICA, University of New South Wales Press, Sidney 1996, pág. 6

Le Corbusier EL MODULOR, [en línea] [citado 18 abril. 2012]. Disponible en Internet: <URL: <http://arquitectura-h.com.ar/articulos/le-corbusier-modulor/art286.aspx>>

Ley 9a., de 1979, para la fecha de elaboración de esta propuesta doctrinal

MEISEL, Adolfo y VEGA, Margarita. Los Orígenes de la antropometría histórica y su estado actual. Ensayo “Cambios de estatura en Colombia durante el presente siglo”, Banco de la República 2.006. Pág. 41-42

MELO, José Luis. Historia de la Ergonomía [en línea] [citado 23 abril. 2012]. Disponible en Internet: <URL: [//www.estrucplan.com.ar/producciones](http://www.estrucplan.com.ar/producciones)>

Online encyclopedia, [en línea] [citado 15 julio. 2012]. Disponible en Internet: <URL:<http://www.diclib.com/habitabilidad/show/en/moliner/H/1933/0/0/1/42203>>

PANERO Julius, ZELNIK Martin. Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores, Whitney Library of Design, 1979. Pág. 23

Principios ergonómicos para proyectar sistemas de trabajo. [en línea] [citado 14 julio. 2012]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.audita.com.ar/ergo/iso%206385.html>>

Proyecto de investigación en “Riesgo Ergonómico” Cotecmar 2011

Resolución 1016 de 1989, para la fecha de elaboración de esta propuesta doctrinal

Resolución 2013 de 1986, para la fecha de elaboración de esta propuesta doctrinal

Resolución 2400 de 1979, para la fecha de elaboración de esta propuesta doctrinal.

ROSS, Jonathan. Human Factors for naval marine vehicle design and operation. Human Machine Interface, Ashgate England 2009. Pág. 127

Salud Ocupacional maco legal. [en línea] [citado 18 marzo. 2012]. Disponible en Internet: <URL: [//www.comunidadcoomeva.com](http://www.comunidadcoomeva.com), >

SHAVER, Eric; BRAUN, Curt What is human factors and ergonomics? [en línea] [citado 30 julio. 2012]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.benchmarkrs.com>>

BIBLIOTECA CENTRAL DE LAS FF. MM.

"TOMAS RUEDA VARGAS"



054727