



**ASPECTOS  
ANTROPOMÉTRICOS DE LA**

**POBLACIÓN  
LABORAL  
ESPAÑOLA**

**APLICADOS AL  
DISEÑO INDUSTRIAL**



MINISTERIO  
DE TRABAJO  
Y ASUNTOS SOCIALES



INSTITUTO NACIONAL  
DE SEGURIDAD E HIGIENE  
EN EL TRABAJO

# ÍNDICE GENERAL

|  | Pág. |
|--|------|
| <b>PRÓLOGO</b> .....   | 15   |
| <b>PRELIMINAR</b> .....  | 17   |
| <b>RECONOCIMIENTOS</b> .....   | 21   |
| <b>1. INTRODUCCIÓN: LA ERGONOMÍA O LA ADAPTACIÓN EFICIENTE Y SEGURA DE LAS MÁQUINAS, EQUIPOS, ÚTILES Y ENTORNOS A SUS USUARIOS</b> ..... | 23   |
| 1.1 Fundamentos de la Ergonomía .....  | 23   |
| 1.2 Principios generales de la Ergonomía. Contenido .....  | 24   |
| 1.3 Método de actuación en Ergonomía .....   | 25   |
| 1.4 Aplicación de los criterios y requisitos ergonómicos al diseño y proyecto de máquinas, equipos y puestos de trabajo .....            | 26   |
| 1.5 Política y legislación de la Unión Europea en materia de Ergonomía ...   | 29   |
| 1.5.1 Instrumentos jurídicos de la Unión Europea .....   | 30   |
| 1.5.2 Programas europeos sobre Seguridad y Salud en el Trabajo .....   | 31   |
| 1.5.3 Un nuevo enfoque de la política sobre Seguridad y Ergonomía de la Unión Europea .....  | 33   |
| 1.6 Normalización en Ergonomía .....   | 35   |
| 1.6.1 Estructuras de Normalización .....   | 36   |
| 1.6.2 Procedimiento de Normalización .....   | 37   |
| 1.6.3 Normalización internacional (ISO) sobre Ergonomía .....  | 38   |
| 1.6.4 Normalización europea (EN) en Ergonomía .....  | 40   |
| 1.6.5 Cooperación entre ISO/TC 159 "Ergonomics" y CEN/TC 122 "Ergonomics" .....  | 43   |
| 1.6.6 Normalización española (UNE) en Ergonomía .....  | 44   |
| <b>2. REQUISITOS ERGONÓMICOS DERIVADOS DE LAS DIMENSIONES DEL CUERPO HUMANO. ANTROPOMETRÍA</b> ....                                      | 47   |
| 2.1 La variabilidad del ser humano .....   | 48   |
| 2.1.1 Antropometría y sexo .....   | 49   |
| 2.2 El empleo de las dimensiones antropométricas en Ergonomía .....  | 50   |
| 2.2.1 Principios antropométricos a considerar .....  | 52   |
| 2.3 La determinación de las dimensiones antropométricas .....  | 53   |
| 2.3.1 Problemas metodológicos .....  | 53   |

|  | Pág.      |
|--|-----------|
| 2.4 Técnicas y equipo de medida .....  | 54        |
| 2.4.1 Equipos de medida directa .....  | 55        |
| 2.4.2 Sistemas electromecánicos .....  | 56        |
| 2.4.3 Sistemas fotográficos y de registro en vídeo .....   | 57        |
| 2.4.4 Técnicas de registro de imágenes antropométricas en tres dimensiones .....                     | 58        |
| 2.4.5 Medidas mediante ultrasonidos .....  | 61        |
| 2.5 Antropometría aplicada al diseño y proyecto de máquinas, equipos y puestos de trabajo .....      | 61        |
| 2.5.1 Aplicación al diseño y proyecto de máquinas .....  | 61        |
| 2.5.2 Aplicación al diseño y proyecto de puestos de trabajo .....                                    | 65        |
| 2.5.3 Equipos de Protección Individual .....   | 69        |
| 2.5.4 Herramientas manuales .....  | 72        |
| 2.5.5 Antropometría aplicada al diseño y proyecto de mobiliario .....                                | 73        |
| 2.5.6 Antropometría aplicada al diseño y proyecto de equipo escolar ..                               | 77        |
| 2.6 Fuentes de datos antropométricos .....   | 78        |
| 2.6.1 Datos generales, incluidos en tratados, manuales y monografías ..                              | 80        |
| 2.6.2 Datos de poblaciones europeas .....  | 82        |
| 2.6.3 Datos de poblaciones norteamericanas .....   | 83        |
| 2.6.4 Datos de poblaciones asiáticas .....   | 84        |
| 2.6.5 Datos de poblaciones norteafricanas .....  | 85        |
| 2.6.6 Datos antropométricos de la población española .....   | 86        |
| 2.6.7 Dimensiones incluidas en diversos estudios antropométricos ...                                 | 88        |
| 2.7 Normas técnicas específicas sobre Antropometría .....  | 94        |
| <br>   |           |
| <b>3. DIMENSIONES ANTROPOMÉTRICAS DE LA POBLACIÓN LABORAL ESPAÑOLA. ASPECTOS METODOLÓGICOS .....</b> | <b>99</b> |
| 3.1 Introducción .....   | 99        |
| 3.1.1 Análisis previo de documentación .....   | 100       |
| 3.2 Método .....   | 100       |
| 3.2.1 Medidas antropométricas .....  | 101       |
| 3.2.2 Población objeto del estudio .....   | 102       |
| 3.2.3 Definición y selección de la muestra de la población. Validez ...                              | 103       |
| 3.2.3.1 Tamaño mínimo de la muestra .....  | 104       |
| 3.2.3.2 Homogeneidad de la muestra. Estratificación .....  | 105       |
| 3.2.3.3 Causas de exclusión consideradas en la selección de individuos para la muestra .....         | 106       |
| 3.2.4 Instrumentos de medida y equipo auxiliar .....   | 107       |
| 3.2.5 Procedimiento de medida .....  | 108       |
| 3.2.6 Selección y entrenamiento del personal que ha realizado las medidas .....                      | 109       |

INDICE DE TABLAS

|   | Pág.       |
|---|------------|
| 3.2.7 Documentos auxiliares para la toma de datos   | 110        |
| 3.2.7.1 Cuaderno de medida  | 110        |
| 3.2.7.2 Hoja de datos   | 112        |
| 3.2.7.3 Hoja informativa  | 114        |
| 3.2.8 Tratamiento informático de los datos obtenidos  | 115        |
| 3.2.9 Tratamiento estadístico de los datos obtenidos  | 115        |
| 3.2.10 Estudio preliminar para contrastar la bondad del método elaborado en su conjunto   | 116        |
| 3.2.11 Organización de las actividades desarrolladas durante el estudio   | 116        |
| <b>4. DIMENSIONES ANTROPOMÉTRICAS DE LA POBLACIÓN LABORAL ESPAÑOLA. RESULTADOS</b>  | <b>117</b> |
| 4.1 Población objeto del estudio  | 117        |
| 4.2 Muestra representativa de la población objeto del estudio. Descripción  | 117        |
| 4.2.1 Tamaño de la muestra  | 118        |
| 4.2.2 Homogeneidad de la muestra. Estratificación   | 118        |
| 4.3 Datos antropométricos   | 124        |
| 4.3.1 Definiciones  | 124        |
| 4.3.2 Hoja de datos antropométricos. Descripción  | 126        |
| 4.3.3 Datos antropométricos de la población laboral española, en su conjunto y mujeres y hombres por separado   | 127        |
| <b>5. ANÁLISIS Y APLICACIÓN DE RESULTADOS</b>   | <b>225</b> |
| 5.1 Análisis de datos   | 225        |
| 5.2 La tendencia antropométrica de la población laboral española  | 229        |
| 5.3 Datos antropométricos españoles. Análisis comparativo   | 237        |
| 5.4 Comparación antropométrica de la población laboral española con otras poblaciones occidentales  | 239        |
| 5.5 Adecuación de las características antropométricas de la población laboral española a las normas europeas e internacionales de aplicación al diseño y proyecto de máquinas, equipos y puestos de trabajo | 240        |
| <b>6. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES DE DATOS ANTROPOMÉTRICOS</b>  | <b>245</b> |
| 6.1 Método del análisis   | 246        |
| 6.2 Muestra conjunta. Pertinencia del análisis mediante componentes principales   | 249        |
| 6.2.1 Extracción de componentes principales   | 254        |
| 6.3 Muestra de mujeres  | 260        |
| 6.3.1 Extracción de componentes principales   | 260        |

|   | Pág.       |
|---|------------|
| 6.4 Muestra de hombres .....  | 266        |
| 6.4.1 Extracción de componentes principales .....   | 266        |
| 6.5 Interpretación de los componentes principales extraídos .....                                 | 272        |
| 6.6 Conclusiones .....  | 276        |
| <b>7. ESTIMACIÓN DE INTERVALOS DE CONFIANZA MEDIANTE<br/>"BOOTSTRAP" .....</b>                    | <b>281</b> |
| 7.1 Descripción del método .....  | 282        |
| 7.1.1 Determinación de intervalos de confianza "bootstrap" .....                                  | 282        |
| 7.2 Aplicación del método "bootstrap" en nuestro estudio .....                                    | 283        |
| 7.2.1 Selección de variables (poblaciones) a las que se aplicará el<br>"bootstrap" .....          | 283        |
| 7.2.2 Determinación de los intervalos de confianza para la media .....                            | 284        |
| 7.2.3 Programa informático desarrollado para el cálculo de los in-<br>tervalos de confianza ..... | 286        |
| 7.3 Resultados obtenidos. Discusión .....   | 286        |
| 7.4 Conclusiones .....  | 288        |
| <b>8. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO Y LÍNEAS DE<br/>DESARROLLO POSTERIOR .....</b>           | <b>329</b> |
| <b>9. REFERENCIAS .....</b>   | <b>333</b> |
| <b>10. BIBLIOGRAFÍA .....</b>   | <b>341</b> |
| 10.1 Normas técnicas y documentos de normalización .....  | 361        |
| APÉNDICE I Tablas de datos antropométricos de la población laboral espa-<br>ñola .....            | 365        |
| APÉNDICE II Normas españolas, europeas e internacionales sobre Ergonomía ..                       | 371        |