



**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. |
|--|------|
| PRÓLOGO | 15 |
| PRELIMINAR | 17 |
| RECONOCIMIENTOS | 21 |
| 1. INTRODUCCIÓN: LA ERGONOMÍA O LA ADAPTACIÓN EFICIENTE Y SEGURA DE LAS MÁQUINAS, EQUIPOS, ÚTILES Y ENTORNOS A SUS USUARIOS | 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 |
| 2. REQUISITOS ERGONÓMICOS DERIVADOS DE LAS DIMENSIONES DEL CUERPO HUMANO. ANTROPOMETRÍA | 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 |
| | |
| 3. DIMENSIONES ANTROPOMÉTRICAS DE LA POBLACIÓN LABORAL ESPAÑOLA. ASPECTOS METODOLÓGICOS | 99 |
| 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 |

ÍNDICE 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 |
| 4. DIMENSIONES ANTROPOMÉTRICAS DE LA POBLACIÓN LABORAL ESPAÑOLA. RESULTADOS | 117 |
| 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 |
| 5. ANÁLISIS Y APLICACIÓN DE RESULTADOS | 225 |
| 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 |
| 6. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES DE DATOS ANTROPOMÉTRICOS | 245 |
| 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 |
| 7. ESTIMACIÓN DE INTERVALOS DE CONFIANZA MEDIANTE "BOOTSTRAP" | 281 |
| 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 "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- tervalos de confianza | 286 |
| 7.3 Resultados obtenidos. Discusión | 286 |
| 7.4 Conclusiones | 288 |
| 8. CONCLUSIONES GENERALES DEL ESTUDIO Y LÍNEAS DE DESARROLLO POSTERIOR | 329 |
| 9. REFERENCIAS | 333 |
| 10. BIBLIOGRAFÍA | 341 |
| 10.1 Normas técnicas y documentos de normalización | 361 |
| APÉNDICE I Tablas de datos antropométricos de la población laboral espa- ñola | 365 |
| APÉNDICE II Normas españolas, europeas e internacionales sobre Ergonomía .. | 371 |