



ACTIVIDADES DE CARÁCTER NO ECONÓMICO DEL IBV EJERCICIO 2024



GENERALITAT
VALENCIANA

IVACE+i

INSTITUTO VALENCIANO
DE COMPETITIVIDAD
E INNOVACIÓN



1. MEMORIA TÉCNICA



GENERALITAT
VALENCIANA

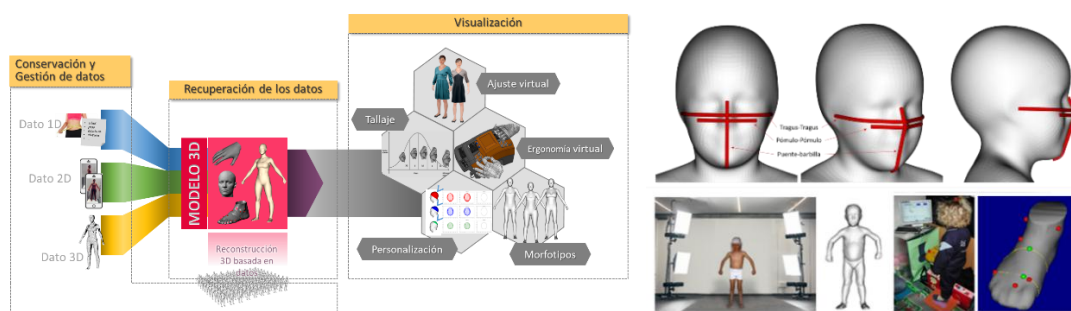
IVACE+i

INSTITUTO VALENCIANO
DE COMPETITIVIDAD
E INNOVACIÓN

Antropometría 3D (ANT)

Aplicaciones de las técnicas y metodologías de análisis de información antropométrica y morfométrica al diseño y asignación de bienes, servicios y entornos.

Antropometría 3D (ANT)



Actividad de I+D propia del IBV durante 2024 en ANT

Aplicación de la antropometría en ergonomía del entorno de trabajo

Tarea 1: Definición de requerimientos y dimensiones antropométricas relacionadas con la seguridad y ergonomía de máquinas

El objetivo de esta tarea ha consistido en definir el listado de medidas antropométricas relacionadas con la seguridad y ergonomía de máquinas. A diferencia de la antropometría aplicada a productos, en este campo de aplicación son relevantes las medidas derivadas de la postura sentada y los alcances. Para configurar este listado, se ha realizado una revisión de normativa internacional, revisión del estado del arte y entrevistas con expertos en ergonomía física aplicada a la prevención de riesgos laborales. La seguridad en el uso de maquinaria requiere en muchas ocasiones la incorporación de equipos de protección individual (EPIs). En esta revisión se han considerado también estos elementos.

POSTURA DE PIE				POSTURA DE PIE CON APOYO			
Postura	Notación	Valor europeo (mm) ^a	Explicación de la mediciones	Postura	Notación	Valor europeo (mm) ^a	Explicación de la mediciones
Altura de trabajo para tareas con requisitos visuales y/o de precisión altos	A	1 584	Altura del plano de trabajo, regulable $A_{min} = 1,3A_1(P95) + x_1$ $A_{min} = 1,3A_1(P5) - x_1$ no regulable $A = 0,8A_1(P95)$ el coeficiente A varía entre 1,1 y 1,3 según las demandas visuales ($1,1 \leq A \leq 1,3$) Altura de trabajo regulable $B_{min} = 0,8(P95) + x_1$ $B_{min} = 0,8(P5) - x_1$ no regulable $B = 0,8A_1(P95)$		A	790	Altura de trabajo $A =$ véase la postura de pie, tabla 8: A, B, C Anchura del espacio para las piernas $B = 0,71(P95) + y$ Profundidad del espacio para las piernas a la altura de las rodillas $C = 0,71(P95)$
		1 053					
		de 1 315 a 1 354					
		1 225					
		960					
Altura de trabajo para tareas con requisitos visuales o de precisión medios	B	1 195	Altura de trabajo regulable $C_{min} = 0,9A_1(P95) + x_1$ $C_{min} = 0,9A_1(P5) - x_1$ no regulable $C = 0,9A_1(P95)$ Altura del espacio para los pies $D = 0,71(P95) + x_1 = G$ (si es el caso)		B	285	Profundidad del espacio para las piernas a la altura de los tobillos $C = 0,71(P95)$
		1 105					
		867					
		1 075					
		226 + G					
Altura de trabajo que permita libertad de movimientos de los brazos y manejo de objetos pesados con requisitos visuales bajos	C	1 105	Profundidad del espacio para los pies $E = 0,7A_1(P95)$ Altura de la plataforma (regulable) cuando la altura de trabajo no es regulable $G_{min} = 0,9A_1(P95) - 0,4A_1(P5)$ $G_{min} = 0$		C	570	Profundidad del espacio para las piernas a la altura de los tobillos $D = 2C_2(P95)$
		867					
		1 075					
		226 + G					
		1 195					
Altura de trabajo que permita libertad de movimientos de los brazos y manejo de objetos pesados con requisitos visuales bajos	D	1 105	Profundidad del espacio para los pies $E = 0,7A_1(P95)$ Altura de la plataforma (regulable) cuando la altura de trabajo no es regulable $G_{min} = 0,9A_1(P95) - 0,4A_1(P5)$ $G_{min} = 0$		D	840	Altura del sillón de apoyo (regulable) $F_{min} = 0,9A_1(P95) + x_1$ $F_{min} = 0,9A_1(P5) + x_1$
		867					
		1 075					
		226 + G					
		1 195					
Altura de trabajo que permita libertad de movimientos de los brazos y manejo de objetos pesados con requisitos visuales bajos	E	1 105	Profundidad del espacio para los pies $E = 0,7A_1(P95)$ Altura de la plataforma (regulable) cuando la altura de trabajo no es regulable $G_{min} = 0,9A_1(P95) - 0,4A_1(P5)$ $G_{min} = 0$		E	630	Ángulo del asiento para asientos con forma de silla de montar $\alpha = 0^\circ \text{ a } 15^\circ$ para los demás tipos de asientos, $\alpha = 15^\circ$
		867					
		1 075					
		226 + G					
		1 195					
Altura de trabajo que permita libertad de movimientos de los brazos y manejo de objetos pesados con requisitos visuales bajos	F	1 105	Profundidad del espacio para los pies $E = 0,7A_1(P95)$ Altura de la plataforma (regulable) cuando la altura de trabajo no es regulable $G_{min} = 0,9A_1(P95) - 0,4A_1(P5)$ $G_{min} = 0$		F	840	Ángulo del asiento para asientos con forma de silla de montar $\alpha = 0^\circ \text{ a } 15^\circ$ para los demás tipos de asientos, $\alpha = 15^\circ$
		867					
		1 075					
		226 + G					
		1 195					
Altura de trabajo que permita libertad de movimientos de los brazos y manejo de objetos pesados con requisitos visuales bajos	G	1 105	Profundidad del espacio para los pies $E = 0,7A_1(P95)$ Altura de la plataforma (regulable) cuando la altura de trabajo no es regulable $G_{min} = 0,9A_1(P95) - 0,4A_1(P5)$ $G_{min} = 0$		G	630	Ángulo del asiento para asientos con forma de silla de montar $\alpha = 0^\circ \text{ a } 15^\circ$ para los demás tipos de asientos, $\alpha = 15^\circ$
		867					
		1 075					
		226 + G					
		1 195					

Para los márgenes x, y, véase el capítulo 5

Requerimientos y medidas antropométricas relacionadas con la postura de pie (izquierda) y de pie apoyado (derecha).

En relación con los criterios de diseño ergonómico también hay que considerar la variación postural que tiene que permitir el diseño de la estación de trabajo, así como la variación en postura relacionada con otras actividades que difieren de las cuatro posturas básicas.

Tarea 2: Búsqueda, recopilación y evaluación de bases de datos antropométrica de la población laboral europea.

En esta tarea se ha realizado una revisión de las bases de datos disponibles incluyendo aspectos como: las medidas antropométricas que incluyen, el año de medición, el tamaño de muestra, la metodología de medida, etc.).

- Desarrollo de una aplicación web para gestionar el repositorio de bases de datos antropométricas existentes.
- Búsqueda de bases de datos y publicaciones sobre antropometría de la población europea.

EAIBV - ANTHROPOMETRIC STUDIES REPOSITORY

Source Types

WEB

PAPER

DATABASE

PRIVATE COMPANY

BOOK

REPORT

NORMATIVE

REGULATION

Sources

Data

ID

Register Source Type

Standard code

Standard Name

ERG

ANT

STR

INC

Type

1

NORMATIVE

UNE-EN ISO 7250-1:2017

Basic human body measurements for technological design

2

NORMATIVE

ISO 11148

ISO 11148: Safety requirements for hand-held motor-operated tools.

3

NORMATIVE

EN IEC 62841

Electric motor-operated hand-held tools, transportable tools and lawn and garden machinery - Safety

4

NORMATIVE

EN 614-1:2006+A1

Ergonomics safety requirements for hand tools.

5

NORMATIVE

EN 547-1:1997+A1

Safety of machinery. Human body measurements. Part 1: Principles for determining the dimensions required for openings for whole body access into machinery.

6

NORMATIVE

ISO 8559

Size designation of clothes

7

NORMATIVE

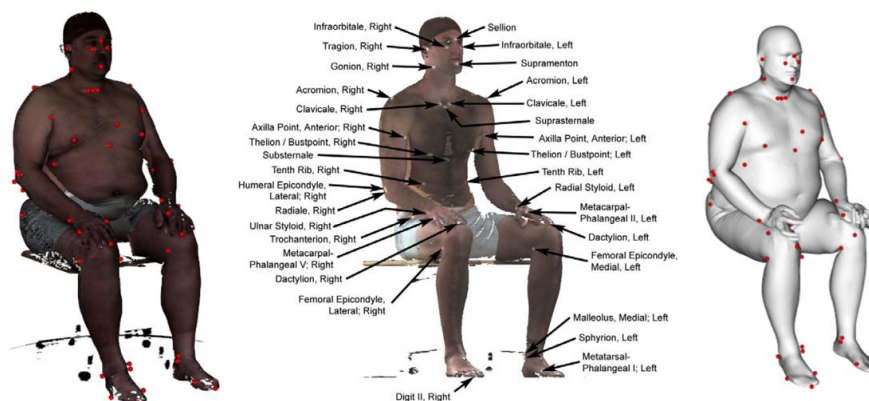
EN 547-2:1996+A1:2008

Safety for machinery. Human body measurements. Part 2: Principles for determining the dimensions required for access openings

Interfaz de la aplicación web del repositorio de bases de datos antropométricas.

Tarea 3: Avance en el procesado y valorización de información antropométrica en postura sentado y alcances.

En esta tarea se han desarrollado un primer bloque de herramientas de procesado de las bases de datos 3D en postura sentado. Se ha desarrollado un primer paquete de algoritmos que permitan procesar y extraer medidas clave de la postura sentado.



Izquierda: Escaneado en bruto de la base de datos CAESAR en postura sentado. Centro: Conjunto de landmarks requerido para el procesado automático. Derecha: Resultado del escaneado procesado con una primera versión de algoritmos.

Tarea 4: Mapa de información antropométrica europea y desviación respecto a los requerimientos.

A partir de los resultados anteriores se ha evaluado el potencial de los datos antropométricos de la población europea existentes para cubrir los requerimientos y necesidades identificados en la tarea 1 para el diseño de maquinaria.

Aunque la tarea de revisión de datos antropométricos sigue en proceso, con el avance realizado ya se pueden prever las siguientes limitaciones:

- La mayoría de los datos existentes son bastante antiguos: anteriores al año 2000.
- Los estudios más recientes se realizaron entre el 2000 y 2010.
- La información obtenida está muy fragmentada.

Avances ANT en el Humano Digital

Tarea 1. Incorporación del protocolo para el avance en el Humano Digital

En 2024 se ha trabajado en la ampliación del protocolo de antropometría para incluir una captura de escaneo corporal dinámica que permita caracterizar los tejidos blandos. Este protocolo tiene como objetivo personalizar la deformación del tejido blando en la animación de modelos digitales humanos y analizar el potencial de inferencia de la composición corporal a partir de estos datos. Respecto a la información estática, la captura 3D en A-pose se ha integrado ya como un elemento del protocolo base para todos usuarios.

Tarea 2. Nuevas medidas y protocolos

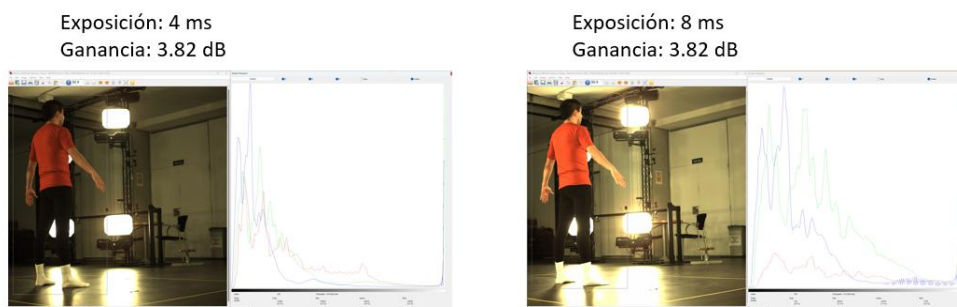
Esta tarea, al tratarse de una actividad común a las cinco AAC, se describe de manera única tras la tabla correspondiente a UX y previamente a la tabla BASE.

Laboratorios para actividades de I+D independiente en ANT

Actualización del Laboratorio HAL

Las actuaciones realizadas en 2024 para evolucionar el laboratorio son las siguientes:

- *Sincronización de 16 Cámaras RGB fijas, 8 cámaras térmicas y actualización del RACK.*
- *Instalación de módulos adicionales de escaneo 4D para mejorar capturas con oclusiones.*
- *Actuaciones en los sistemas de iluminación y set up para texturas PBR.*

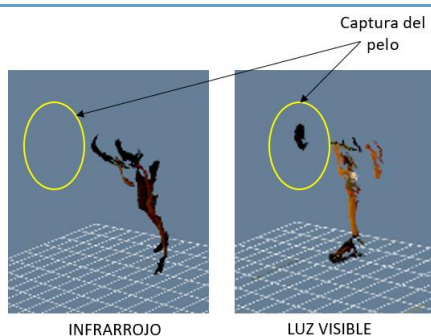


Cambios en la imagen y el histograma RGB al modificar la exposición y la ganancia.

- *Incorporación de una GPU adicional y un NAAS conectado a dos máquinas de procesamiento*

Puesta a punto y adecuación de equipamiento y software

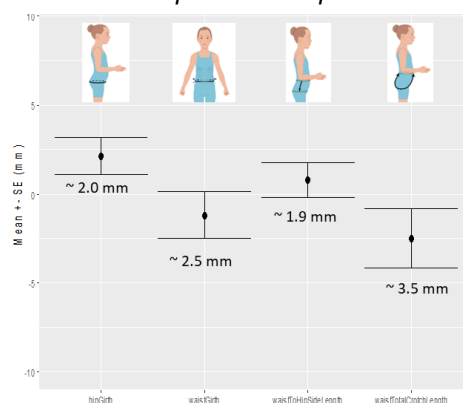
- *Escaneo 3D del pelo.*



Resultados de la captura del pelo con luz infrarroja y luz visible.

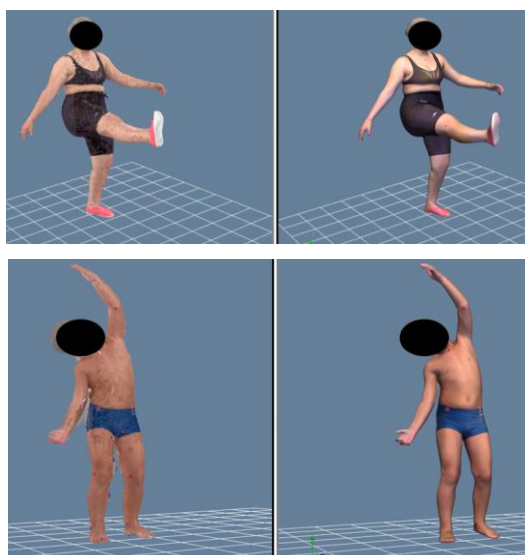
Mejora de procedimientos de laboratorio

- *Protocolos de toma de medidas en campañas antropométricas de la población infantil.*



Variabilidad de cuatro medidas antropométricas calculadas sobre la zona afectada por la ropa de escaneado.

- *Protocolos de captura 3D en movimiento.*



Validación del protocolo de escaneado dinámico de niños. Instantes de la captura en dos grupos de edad.

Gestión del conocimiento en ANT

Sesiones de discusión ANT

Tras el cierre de proyectos y la asistencia por parte del personal de antropometría a congresos, seminarios y webinarios, se organizan sesiones de discusión en la que se presentan los avances, investigaciones y líneas

estrategías más importantes presentadas en cada evento o desarrolladas en los proyectos. En 2024 se ha asistido a tres congresos:

- EUROGRAPHICS 2024, que ha permitido identificar estado del arte en la generación de avatares humanos hiperrealistas.

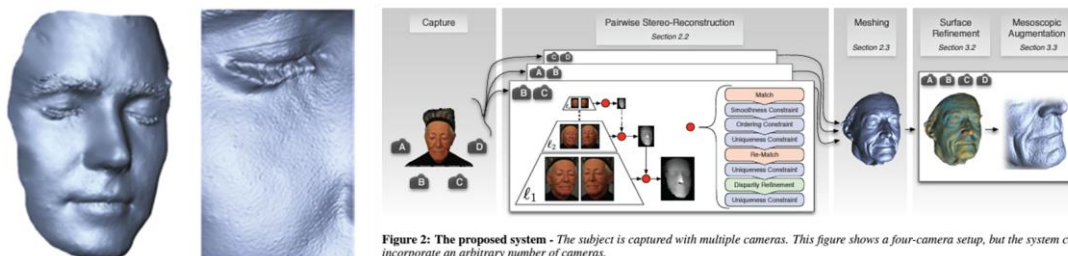


Figure 2: The proposed system - The subject is captured with multiple cameras. This figure shows a four-camera setup, but the system can incorporate an arbitrary number of cameras.

Captura y procesado 3D de la cara en aplicaciones audiovisuales con alta resolución.

- ECCV 2024 (European Conference of computer Vision): cuyo objetivo ha sido identificar las novedades en datasets y redes de predicción de características corporales fundamentales para el avance en generación de gemelos digitales humanos.
- 3DBT, foro esencial para hacer seguimiento de los avances tecnológicos en captura corporal 3D/4D y sus aplicaciones.

Mantener el posicionamiento internacional

Se han establecido líneas de colaboración con los siguientes centros:

- Escuela Superior de Arte y Tecnología (ESAT).
- Universidad de Dresden.
- Universidad de Kiel.
- Universidad Católica de Murcia (UCAM).
- Universitat Jaume I.

Documentación de los modelos de cuerpo desarrollados y consolidados en antropometría

Se ha documentado en detalle el método, ecuaciones y datos de entrenamiento utilizados en el procesamiento de escaneados dinámicos del cuerpo. Este método incluye 4 modelos.

- *Modelo corporal.*
- *Modelo de mano.*
- *Modelo de pose predominantes de cuerpo y mano.*
- *Documentación del método de ajuste de avatares de cuerpo completo.*

Generación de bases de datos 3D

Desarrollo de una metodología para la generación de una base de datos sintética de pies 3D con textura a partir de 3 imágenes. Esta base de datos se ha desarrollado en dos fases:

- *Generación de un dataset aumentado de imágenes del pie.*
- *BBDD Sintética de pies 3D con textura.*



Nueva base de datos 3D de más de 1 millón de pies creada de forma sintética.

Actualización de la hoja de ruta ANT

En 2024 se ha realizado una síntesis de aplicaciones del escaneado corporal 3D/4D en diversos sectores: factores humanos, biomecánica, animación de avatares y visión por computación. Se han identificado 15 aplicaciones que implican requerimientos específicos en las siguientes etapas de utilización de los escaneados corporales: 1) condiciones de captura; 2) procesado de 3D/4D; 3) métricas derivadas de los escaneados y 4) ficheros de intercambio.

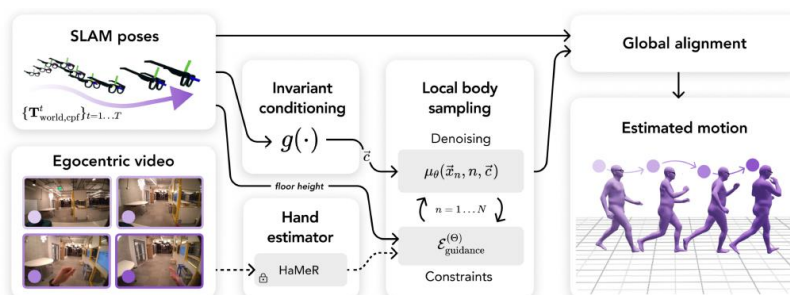
Para cada sector y aplicación se han identificado los requerimientos conseguidos en la actualidad, los que están en proceso de desarrollo y los requerimientos pendientes.

Vigilancia científico-tecnológica en ANT

Identificación de conocimiento interno existente en el IBV y revisión de conocimiento externo

Tras la participación en congresos se realizan presentaciones con los contenidos de mayor interés para el grupo. El objetivo es compartir la detección de líneas de investigación o nuevas tecnologías que puedan apartar avances al conocimiento en Antropometría. A continuación, se destacan algunas de las líneas de mayor relevancia en 2024:

- *Egocentric human motion and shape capture.*



Ejemplo de modelo para la simulación del movimiento egocéntrico.

- *Alineación de antropometría interna y externa.*



Alineación de información anatómica de la cabeza con el escaneado 3D externo.

Identificación de referentes externos al IBV de interés estratégico para realizar actividades de colaboración en ANT

En 2024 se han identificado líneas de cooperación con centros de I+D relevantes de ámbito internacional:

- *Universidad de Purdue (EEUU)*: En 2024 se han llevado a cabo varias reuniones de trabajo para compartir líneas de investigación entre IBV y el departamento de Digital Human Modeling. Como resultado, se han establecido líneas específicas de colaboración para 2025.
- *Conestoga College (Canadá)*: El objetivo de Conestoga es generar información antropométrica actualizada y avanzada (que incluya antropometría estática y dinámica basada en escaneo 3D/4D). El objetivo de la cooperación es compartir protocolos de medida que permitan en el futuro comparar las bases de datos antropométricas españolas y canadienses. Este trabajo se ha identificado y puesto en marcha en 2024 y se desarrollará en 2025.

Participación en redes de I+D

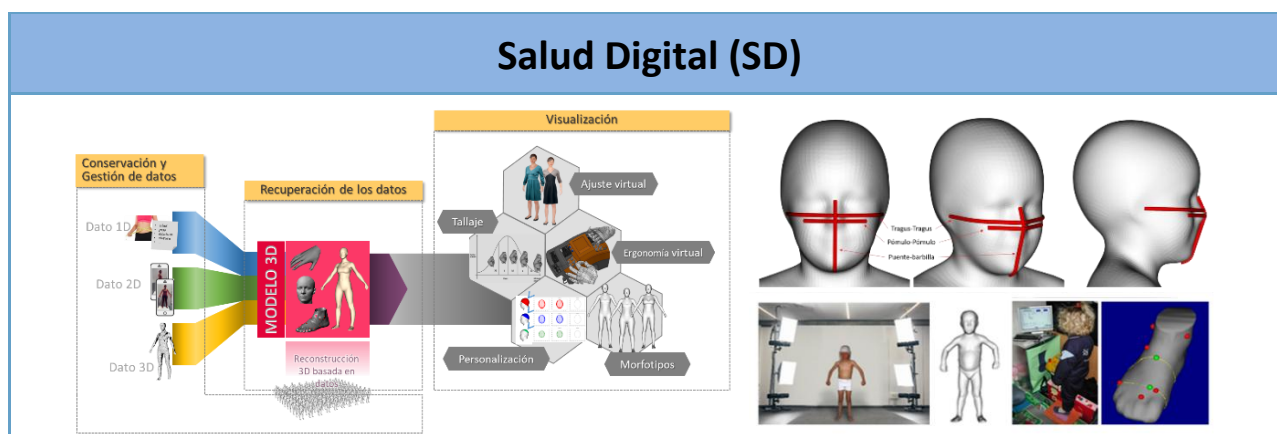
El grupo de ANT participa en varias redes de I+D, en alguna de ellas de forma bastante activa. Esta actividad, tiene como objetivo mantenerse en la investigación de vanguardia, intercambiar conocimiento y mantener vínculos con los mejores centros de investigación con los que compartir procedimientos y buenas prácticas.

En 2024 se continuará con la actividad en las siguientes redes:

- *IEEE - Industry Connections and Standards Group for 3D Body Processing (3DBP)*.
- *WEAR (World Engineering Anthropometry Resource)*.
- *International Ergonomics Association (IEA)*.

Salud Digital (SD)

El Área de Salud Digital se basa en conocimientos sobre la fisiología y la anatomía humana y en cómo diferentes factores externos influyen en los procesos corporales, en relación a los estados de salud y enfermedad. Este conocimiento es la base de las líneas de investigación del área, incluyendo el análisis y explotación de señales bioeléctricas e imagen médica, y el diseño de modelos avanzados de análisis de datos con aplicaciones en diagnóstico, evaluación o prevención. Todo ello en busca de la mejora e innovación de los procesos asistenciales y de los productos y servicios en el Sector Salud, en el marco de la medicina de vanguardia y la medicina basada en el valor.



Actividad de I+D propia del IBV durante 2024 en SD

Generación de modelos para la caracterización del estado de ansiedad de las personas

Tarea 1. Metodología para la generación de la base de datos para el desarrollo del modelo

Objetivo del estudio

Investigar las diferencias en las respuestas fisiológicas entre individuos con y sin trastornos de ansiedad, así como observar la variabilidad de dichas respuestas en situaciones de la vida cotidiana durante un período de 48 horas, utilizando herramientas de medición continuas y eventos reportados por los propios participantes.

Descripción de las técnicas utilizadas

En el estudio fisiológico de los trastornos de ansiedad, las técnicas de registro de EEG, ECG, EDA y respiración ofrecen una perspectiva detallada de las respuestas fisiológicas del cuerpo asociadas con el estado de la persona.

Fases del estudio



Cribado inicial

Todos los participantes deberán completar un conjunto de cuestionarios estandarizados, que incluirán preguntas sobre:

- Salud mental general
- Síntomas de ansiedad
- Síntomas de depresión.

Salud Digital (SD)

Registro basal inicial

Tras el cribado, los participantes deberán someterse a una fase de registro de señales fisiológicas en reposo. El registro de estas señales será de manera sincronizada para garantizar la correlación temporal de los datos.

Registro continuo durante 48h

Durante este período se registrarán las siguientes variables fisiológicas de forma continua:

- Frecuencia cardíaca.
- Variabilidad de la frecuencia cardíaca (HRV).
- Actividad electrodérmica (EDA).
- Temperatura cutánea.

Registro basal final

Una vez finalizadas las 48 horas se realiza un segundo registro basal bajo las mismas condiciones que el primer registro.

Análisis de datos

Se emplearán análisis estadísticos adecuados, además de modelos de regresión para evaluar la influencia de los eventos reportados sobre las respuestas fisiológicas.

Consideraciones éticas

Todos los participantes deberán firmar un consentimiento informado antes de participar en el estudio. El estudio se llevará a cabo respetando la protección de datos personales y confidencialidad. En todo momento se les permitirá a los participantes abandonar el estudio si así lo desean, sin ningún perjuicio.

Tarea 2. Resultados

En esta anualidad se incluyen los primeros resultados del análisis de los registros realizados, en este caso en base a los resultados de los cuestionarios empleados, los registros de ECG (HRV) y la medida de la respiración. Se pretende continuar profundizando en el análisis de los registros y aumentar la base de datos de pacientes con ansiedad en 2025.

Se ha analizado la influencia del cuestionario STAI de estado (que ofrece una medición puntual y específica de la ansiedad en el momento presente), del sexo, y del grupo (ansiedad y control). Frente al resto de cuestionarios, el STAI de estado resulta el más adecuado para capturar las fluctuaciones inmediatas de la ansiedad asociada a los parámetros fisiológicos.

Se ha observado una influencia del nivel de ansiedad de estado para las variables fisiológicas. Los participantes con ansiedad de estado “Leve” muestran, en la mayoría de los índices de HRV, valores significativamente mayores que aquellos con un nivel de ansiedad de estado “Severo”. Este hallazgo es consistente con la literatura que señala que, ante niveles más elevados de activación o preocupación, se suele producir una disminución en el HRV. Es decir, una mayor intensidad de la ansiedad a corto plazo puede repercutir en el equilibrio del sistema nervioso autónomo, reduciendo su modulación fisiológica. Este patrón, por tanto, refuerza la validez de la hipótesis según la cual un alto nivel de ansiedad (estado) suele acompañarse de una menor capacidad de adaptación o regulación cardiovascular.

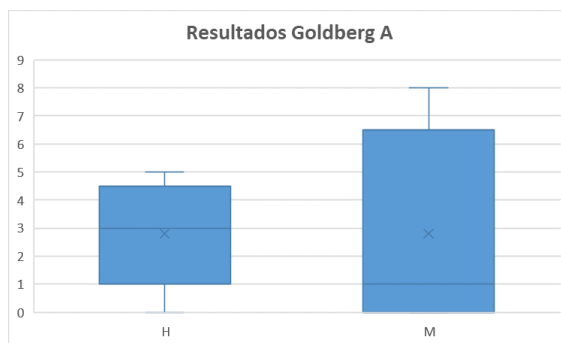
Avances SD en el Humano Digital

Tarea 1. Análisis de los datos obtenidos en el piloto realizado en 2023

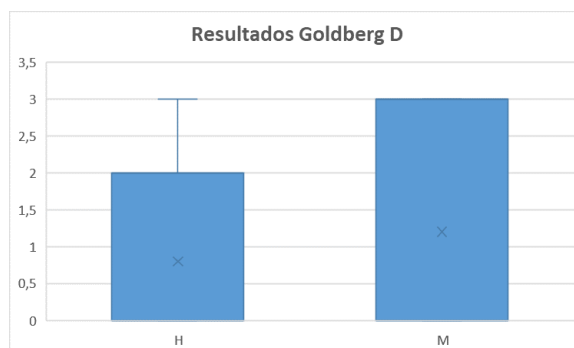
A continuación, se incluye para la muestra de 10 personas evaluadas en el marco del proyecto, los resultados relativos a la escala de ansiedad y depresión de Goldberg y del cuestionario PSS, y los

Salud Digital (SD)

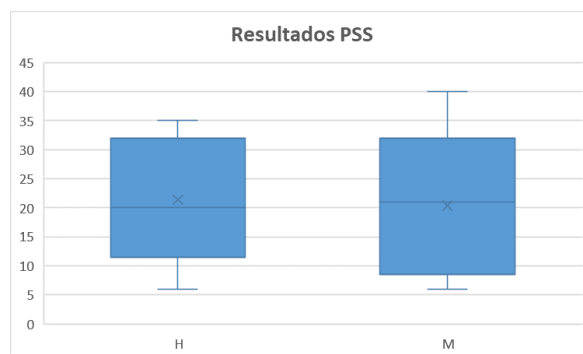
relacionados con los cambios en la tensión arterial en respuesta a la exposición a un estímulo estresor concreto (en este caso un estresor de tipo físico: el Cold Pressor Test).



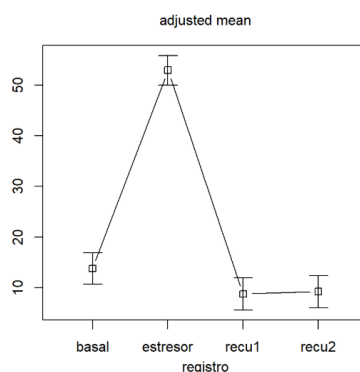
Resultados de escala de cribado de Goldberg A en hombres (H) y mujeres (M).



Resultados de escala de cribado de Goldberg D en hombres (H) y mujeres (M).



Resultados de la escala PSS en hombres (H) y mujeres (M)



Estrés percibido de 0 a 100 en basal, durante la exposición a un estresor físico, a los 5 minutos (recu1) y a los 20 minutos (recu2).

Salud Digital (SD)

Tarea 2. Nuevas medidas y protocolos

Esta tarea, al tratarse de una actividad común a las cinco AAC, se describe de manera única tras la tabla correspondiente a UX y previamente a la tabla BASE.

Laboratorios para actividades de I+D independiente en SD

Mantenimiento y gestión de los equipos de SD

Se ha adquirido un equipo de electroencefalografía Equipo EEG Diadem de 12 canales de la casa BitBrain. Frente al equipo de EEG de 32 canales adquirido en 2023, este nuevo equipo presenta varias ventajas:

- Facilidad de uso y configuración.
- Portabilidad.
- Adecuado para aplicaciones específicas como la monitorización de estados emocionales o la realización de tareas cognitivas.
- Menor intrusividad.

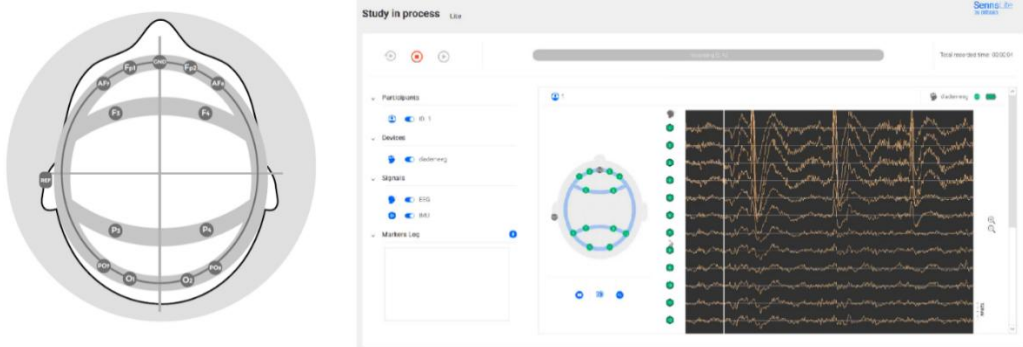


Equipo Diadem de 12 canales de Bitbrain.

Puesta a punto de nuevos equipos

Equipo EEG Diadem de 12 canales de la casa BitBrain

Para verificar el correcto funcionamiento del equipo, se ejecutó una prueba completa, siguiendo los pasos indicados en la guía de uso: encendido, colocación, adquisición de señal y retirada del equipo. Se comprobó que la adquisición y visualización de las señales captadas en los diferentes canales era correcta.



*A la izquierda sensores de tierra (GND) y referencia (REF) del sistema y sus posiciones según el estándar internacional EEG 10/10.
A la derecha comprobación de adquisición de señal en todos los canales.*

Ecógrafo portátil ECO 1 de Chicon, sonda lineal 5.3-10 MHz

El equipo adquirido en el IBV permitirá trabajar tanto en la visualización y medida de estructuras musculoesqueléticas o vasculares, como en la comprobación de la ecogenicidad de determinados materiales al entrar en contacto con tejidos blandos similares a los del cuerpo humano.

Salud Digital (SD)



Ecógrafo portátil ECO 1 de Chison.

Para su puesta a punto, se ha comprobado el correcto funcionamiento de los diferentes componentes y modalidades de visualización. Para ello, se ha revisado el manual de usuario, y se ha organizado un taller de uso del ecógrafo, realizándose varias tandas de medida.

Sistema de electromiografía de alta densidad de TMSi, modelo SAGA 32+



Imagen tomada durante el ensayo piloto de puesta a punto (izquierda) y parte del equipo (derecha)

Sensor radar de detección de la FC y FR MR60BHA1, del fabricante Seeed Studio

Se ha evaluado la tecnología radar de onda continua modulada en frecuencia (FMCW) para detectar frecuencia cardíaca (FC) y respiratoria (FR).



Sensor MR60BHA1 de Seeed Studio.

Mantenimiento y actualización de software de análisis de imagen médica

Materialise mimics V. 25 Materialise 3-Matic V.17

En esta anualidad se exploró la utilidad de la herramienta Mimics Viewer de Materialise, diseñada para compartir modelos 3D de forma interactiva y visualizarlos en línea o en dispositivos locales, facilitando la colaboración entre equipos médicos, ingenieros, y otros profesionales. Para ello, se realizaron pruebas de visualización a partir de archivos tipo DICOM con imagen médica de estructuras anatómicas, destacando la visualización de aneurismas cerebrales.

Unity PRO

El área de SD también cuenta con este motor de desarrollo de videojuegos y aplicaciones de realidad extendida (XR), que permite desarrollar aplicaciones que pueden ejecutarse en una amplia variedad de

Salud Digital (SD)

plataformas, incluyendo Windows, macOS, Android, iOS, consolas de videojuegos, y dispositivos de VR/AR. Ofrece soporte nativo y herramientas especializadas para desarrollar aplicaciones de VR, AR y MR. Esto incluye integraciones con dispositivos como Oculus Rift, HTC Vive, HoloLens, y más.

Se realizó una comparativa entre este motor de desarrollo y otras plataformas. Se considera que Unity es la opción más adecuada para las actividades del área SD, por lo que se decide mantener este motor como referente para las actividades de I+D con realidad extendida.

Gestión del conocimiento en SD

Mejorar la gestión y la organización de recursos internos SD

Desde SD se ha trabajado durante 2024 en la estandarización y armonización del registro, nomenclatura y clasificación de variables que habitualmente se obtienen en nuestros proyectos de I+D. En este sentido, en primer lugar, se han identificado y recopilado diversas variables específicas relacionadas con la salud de las personas y las señales fisiológicas, las cuales se registran y analizan mediante diferentes métodos. Para la nomenclatura de estas variables, se ha utilizado el formato "lowerCamelCase", donde la primera letra de la primera palabra está en minúscula, mientras que las iniciales de las palabras subsecuentes están en mayúscula. Además, los nombres de las variables se han establecido en inglés.

Aumentar conocimiento en relación a gestión y usos de datos relacionados con la salud de las personas, así como sobre las metodologías de perfilado en salud

Aspectos éticos

- Principios éticos fundamentales. El manejo de datos clínicos debe alinearse con los principios bioéticos de autonomía, beneficencia, no maleficencia y justicia. Estos principios guían las decisiones sobre recolección, almacenamiento y uso de datos, con el objetivo de proteger a los pacientes y evitar daños potenciales.
- Confidencialidad y privacidad. La confidencialidad es esencial para preservar la relación médico-paciente. El acceso no autorizado o el uso indebido de datos pueden comprometer la confianza en los sistemas de salud. Esto se agudiza con la introducción de tecnologías avanzadas que facilitan el análisis masivo de información sensible.
- Consentimiento informado. El consentimiento informado debe ser específico, explícito y renovable. Esto es particularmente relevante para el uso de datos secundarios, como en investigaciones científicas o desarrollo de algoritmos de IA.
- Equidad y acceso. El diseño de sistemas debe garantizar que los beneficios del uso de datos clínicos sean accesibles a toda la población, evitando desigualdades basadas en factores socioeconómicos, étnicos o geográficos.
- Ética del uso de IA. Las aplicaciones de IA en salud exigen transparencia y explicabilidad en sus modelos. Además, deben minimizar sesgos que puedan amplificar desigualdades existentes en la atención médica.

Aspectos legales

En la Unión Europea, el GDPR regula el tratamiento de datos personales, incluidos los de salud, estableciendo:

- Principios básicos: Minimización, limitación de finalidad, transparencia y seguridad.
- Derechos de los pacientes: Acceso, rectificación, portabilidad y eliminación de datos.
- Bases legales: El tratamiento de datos de salud se permite solo bajo consentimiento explícito o justificación por interés público, investigación científica o protección vital.

Salud Digital (SD)

Cada país tiene normativas específicas que complementan estas directrices globales. Por ejemplo, en España, la Ley Orgánica de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales (LOPDGDD) adapta el GDPR al contexto local.

La legislación limita el acceso a datos clínicos exclusivamente a personal autorizado y con una justificación válida, salvo que los pacientes hayan otorgado consentimiento para usos adicionales.

Aspectos de interoperabilidad

La interoperabilidad permite que diferentes sistemas y plataformas compartan datos de forma eficiente y segura. Es crucial para garantizar la continuidad asistencial, especialmente en contextos transfronterizos o de colaboración interdisciplinaria.

Principales estándares de interoperabilidad:

- HL7 (Health Level Seven): Define protocolos para intercambiar datos clínicos entre sistemas. Incluye el estándar FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resources), diseñado para integrar datos de manera ágil y modular.
- SNOMED CT (Systematized Nomenclature of Medicine - Clinical Terms): Un estándar global para la codificación de conceptos médicos. Facilita la representación uniforme de diagnósticos, procedimientos y eventos clínicos en diferentes lenguajes y sistemas.
- LOINC (Logical Observation Identifiers Names and Codes): Estándar para identificar y compartir resultados de pruebas de laboratorio y observaciones clínicas.
- DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine): Normativa para la gestión e intercambio de imágenes médicas, como radiografías, tomografías y resonancias magnéticas.
- ICD ((International Classification of Diseases) O CIE (Clasificación Internacional de Enfermedades): Clasificación de enfermedades promovida por la OMS. Utilizada ampliamente para estadísticas, facturación y estudios epidemiológicos.

Adicionalmente, se ha elaborado un documento con el objetivo de definir metodologías para la medida de la salud global de las personas.



Dominios de salud según la OMS. A considerar en la medida del estado de salud global de las personas. Tomado de https://uwahr.utah.edu/wp-content/uploads/2020/05/7-domains-of-health-graphic-explainer_04.jpg

Salud Digital (SD)

- Radiofrecuencia y colágeno inyectable.
- Infiltraciones perineales en dolor pélvico crónico.

Seguimiento de actividad de ICHOM

Durante 2024 también se ha seguido de cerca la actividad del grupo ICHOM. El Consorcio Internacional para la Medición de Resultados de Salud (ICHOM, por sus siglas en inglés) es una organización sin ánimo de lucro dedicada a promover la atención sanitaria basada en el valor a nivel mundial. Su misión es desarrollar conjuntos de medidas centradas en el paciente que permitan evaluar los resultados de salud de manera estandarizada, facilitando así la comparación y mejora de la calidad asistencial.

Otras actividades

- XII Jornadas sobre tecnología al servicio de la salud.
- IX Jornada de la Asociación de Salud Digital: La Revolución de la IA en la salud.
- Primer Encuentro del Capítulo Español de EUCAIM (EUropean Federation for CANcer IMages).
- II Jornada sobre el uso de la tecnología en la atención sanitaria. Consejo General de Médicos.
- Asistencia y participación en la International Conference on Digital Health and Telemedicine” en Milan. Presentación en formato online del trabajo “Telemedicine and Telerehabilitation in Chronic Disease and Population at Risk of Frailty: Contributions from the Biomechanics Institute of Valencia in Different Projects”
- Visita a instalaciones y caracterización de diferentes procesos asistenciales, incluyendo la Unidad de Recuperación Postanestesia (URPA) del Hospital General de Valencia, la Unidad de evaluación morfofuncional del Hospital Clínico de Valencia, el Quirófano Híbrido del hospital La Fe (Servicio de Cirugía Vascular) o la visita a las instalaciones del grupo Biomédico ASCIRES especializado en el diagnóstico avanzado por Imagen.

Vigilancia de tendencias en SD



Vigilancia tecnológica

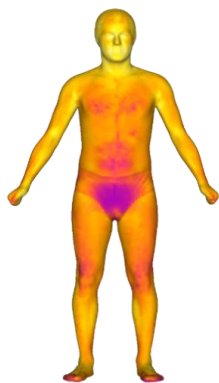
Empresas de telemedicina y tecnologías de seguimiento en remoto

Se continuado con la actividad de benchmarking relativa a empresas y tecnología de seguimiento de indicadores de salud en domicilio y telemedicina en general.

Factores Humanos (FH)

Aplicaciones de conocimientos sobre ergonomía, ingeniería emocional, ingeniería cognitiva, ingeniería sensorial, etc., al diseño de interfaces en vehículos, electrodomésticos, bienes de consumo, entornos de trabajo, etc.

Factores Humanos (FH)



Actividad de I+D propia del IBV durante 2024 en FH

Estudio del rendimiento de la interacción usuario – producto

Tarea 1. Desarrollo de un equipo basado en acelerometría para valorar la capacidad de amortiguación de impactos de calzado

Durante la marcha se producen impactos localizados en la región del talón que son transmitidos al sistema músculo-esquelético en forma de vibraciones. Los impactos repetitivos elevados y su transmisión tienen una estrecha relación con el rendimiento de deportistas, fatiga muscular y en muchos casos, con algunas patologías como dolor de rodilla y espalda, degeneración articular, deterioro del cartílago, etc.

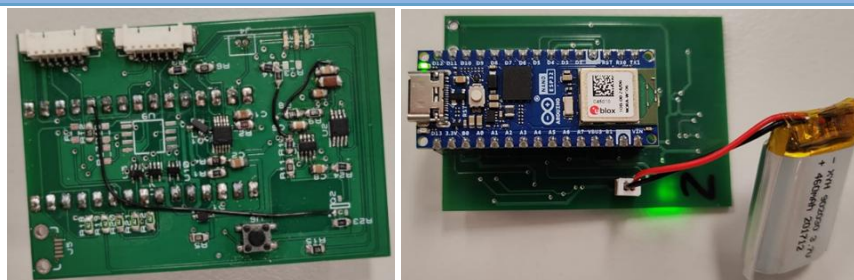
Para evaluar el grado de transmisión de dichas vibraciones con el uso de un determinado calzado se ha desarrollado una medida de acelerometría mediante telemetría. Esta técnica emplea simultáneamente dos acelerómetros firmemente sujetos a la tibia y cabeza del sujeto a ensayar. Esta disposición permite obtener la vibración transmitida a la tibia y a la cabeza debida al impacto del talón. La señal proveniente de los acelerómetros se transmite a la placa base del ordenador mediante un sistema telemétrico.

El nuevo equipo de acelerometría está compuesto por dos acelerómetros y un equipo de transmisión de datos.



(Izq) Arduino ESP32 con BLE integrado. (Der) Acelerómetro triaxial

Factores Humanos (FH)

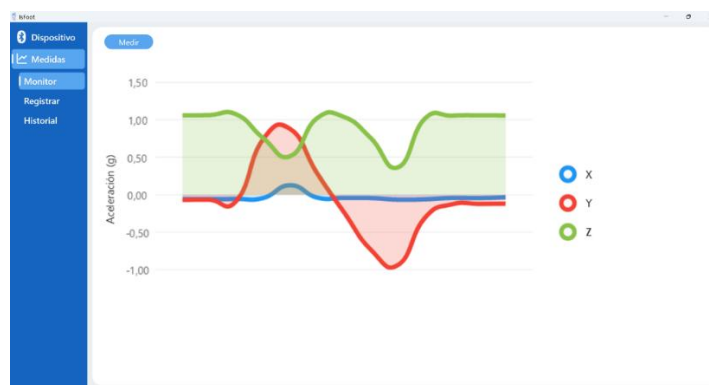


Placa electrónica diseñada por el IBV.

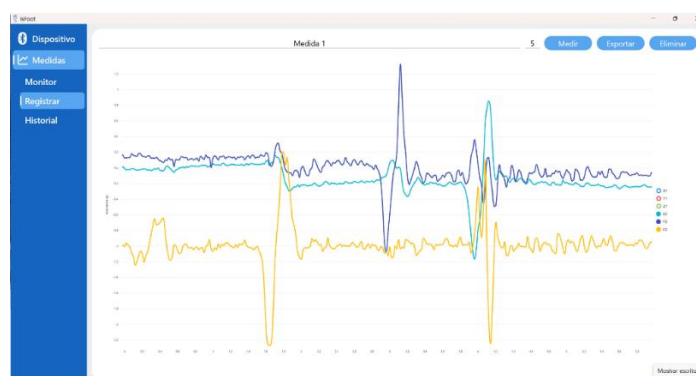


(Izq) Carcasa acelerómetro. (Der) Carcasa equipo de transmisión.

Para poder realizar registros con el nuevo equipo de acelerometría, el IBV ha desarrollado un Firmware específico, que controla los diferentes componentes electrónicos y exporta en el PC las señales registradas por los acelerómetros. El software de control y registro ha sido generado con Labview.



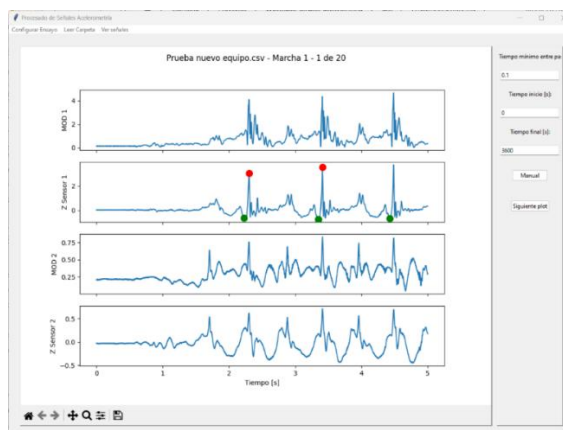
Monitorización en tiempo real de las señales de los acelerómetros en sus 3 ejes.



Ejemplo de señal registrada (3 ejes de uno de los 2 acelerómetros).

Factores Humanos (FH)

Para poder valorar la capacidad de amortiguación de impactos en calzado se han programado unos algoritmos específicos que permiten calcular los parámetros deseados. Los algoritmos han sido generados con el software de programación *Python* y se separan en 4 bloques funcionales: 1) configuración del tratamiento, 2) lectura de las señales, 3) análisis temporal de las señales, y 4) análisis en frecuencia.



Selección de pasos a tratar para cada señal.

Para finalizar con el proceso de desarrollo del equipo de acelerometría, se ha realizado una validación del equipo incluyendo todo el proceso, desde la experimentación con usuario, el registro de datos y el tratamiento de las señales. Para la experimentación se ha colocado uno de los acelerómetros en la tibia y el otro en la cabeza. Se han registrado dos zapatos de distinta capacidad de amortiguación de impactos: un calzado rígido de vestir de caballero, y una zapatilla deportiva.

Tarea 2. Diseño y puesta a punto de un procedimiento de evaluación de bases elásticas (shockpads) para superficies deportivas de césped artificial

En la línea de la absorción de impactos para mejora del rendimiento, se ha diseñado y puesto a punto una batería de procedimientos para la evaluación de bases elásticas utilizadas en los sistemas deportivos de césped artificial, teniendo en cuenta la normativa UNE-EN 15330-4.

Los procedimientos que se han desarrollado son los siguientes:

- Absorción de impactos y deformación vertical a diferentes condiciones de temperatura ambiental y antes y después de someter a la base elástica a un proceso de estrés térmico.
- Determinación de los cambios de espesor tras pruebas de carga remanente.
- Determinación de propiedades físicas: densidad, masa por superficie y espesor nominal.
- Drenaje horizontal para la determinación de la capacidad de evacuación del agua de la base elástica cuando se instala en superficies deportivas con sistema de drenaje por diferencia de pendientes.

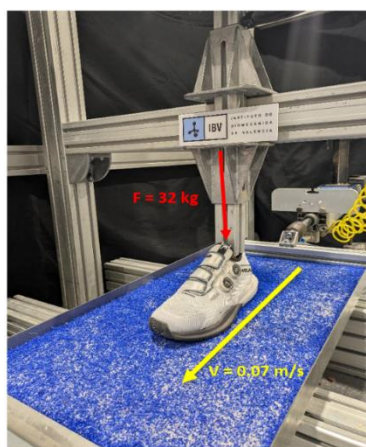
Factores Humanos (FH)



Ejemplo de los estudios desarrollados.

Diseño y puesta a punto de un procedimiento para la evaluación del desgaste en condiciones de juego

Otra de las actividades relacionadas con el rendimiento, por su efecto en el gesto deportivo, es el desarrollo de un procedimiento para la obtención de parámetros de desgaste. El objetivo de la metodología desarrollada es la evaluación del desgaste de las fibras que constituyen un sistema deportivo de césped artificial para pádel, simulando en un dispositivo un proceso de desgaste en condiciones representativas de uso real durante el juego.



Dispositivo de diseño para simulación del desgaste.

Avances FH en el Humano Digital

Tarea 1. Análisis de los datos obtenidos en el piloto realizado en 2023

T1.1. Análisis de la respuesta termorreguladora del individuo

El objetivo del análisis de los datos recopilados fue el diseño del protocolo de procesamiento de datos experimentales de laboratorio para generar una base de datos que incluya la temperatura en puntos clave del cuerpo, junto con parámetros subjetivos como el confort térmico, para poder modelar el proceso de

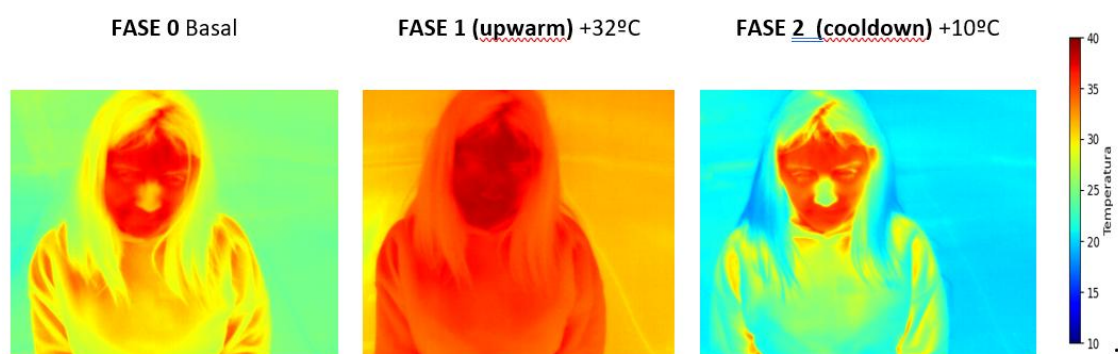
Factores Humanos (FH)

estrés y/o confort térmico para detección de estados e incluso predicción antes de que ocurra una situación de shock térmico.



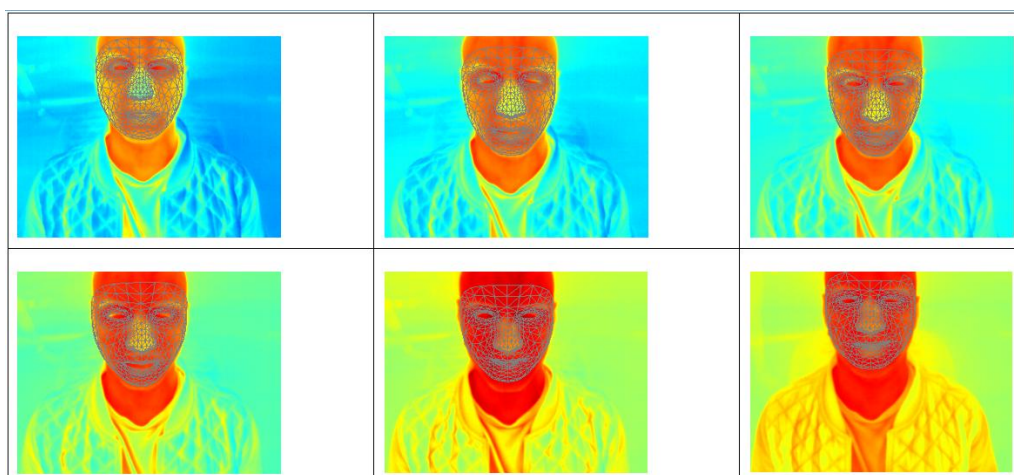
Imagen de un ensayo en cámara climática. Cámara FLIR A35.

Las imágenes térmicas utilizadas para el diseño del protocolo de procesamiento corresponden a 10 usuarios, en las fases de calentamiento y enfriamiento, tomadas en la cámara climática. Para cada usuario se dispone de una media de 700 imágenes térmicas en la fase de calentamiento (FASE 1) y 800 en la de enfriamiento (FASE 2). Esta colección permite aplicar técnicas de autoaprendizaje o *machine learning*, y algoritmos de *deep learning* para utilizar en el procesado.



Ejemplo de termografías en condiciones neutras, de calor y de frío. Usuario 1, mujer.

El algoritmo desarrollado se compone de varias funciones para visualizar datos y registrar los resultados, así como el análisis estadístico de puntos seleccionados.



Ejemplos de termografías con el modelo Facemesh de Mediapipe. Urs 2. Imagen térmica y malla facial (detección automática)

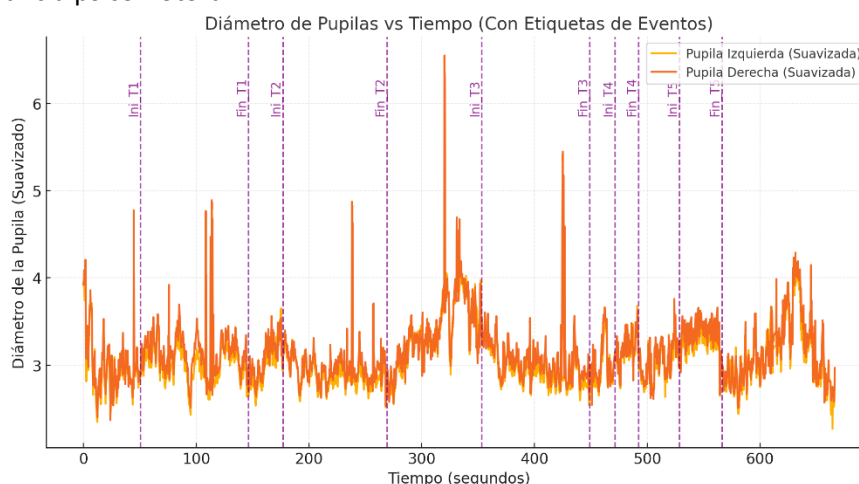
Factores Humanos (FH)

Como conclusión del trabajo realizado se valida el protocolo de preprocesado para la generación de un modelo de datos cuyo análisis permitirá la generación de modelos del comportamiento regulatorio del cuerpo, detectando que los mecanismos del cuerpo para enfriar o para calentarse, generan diferencias en la temperatura de la piel directamente relacionados con el confort del usuario y estrés térmico. A su vez, el registro con medidas del cuerpo completo permitirá detectar asimetrías térmicas en tiempo real, permitirá ajustar de forma automática sistemas de climatización por ejemplo en vehículos o mejorar la eficiencia energética, personalizando en función del individuo sus necesidades climáticas basado en modelos de datos.

T1.2. Análisis de las tareas de coordinación oculomotora con las gafas de eyetracking

Se ha analizado los datos provenientes de las gafas de eyetracking, obteniendo desde mapas de atención hasta información más cuantitativa como el diámetro de la pupila para la evaluación de la carga cognitiva y fatiga. Se realizaron 5 tareas:

1. Test de Sincronización UPDA-SHIF.
2. El test de coordinación HECOR.
3. Test de atención dividida.
4. Test de pulsado.
5. Test de vigilancia psicomotora.

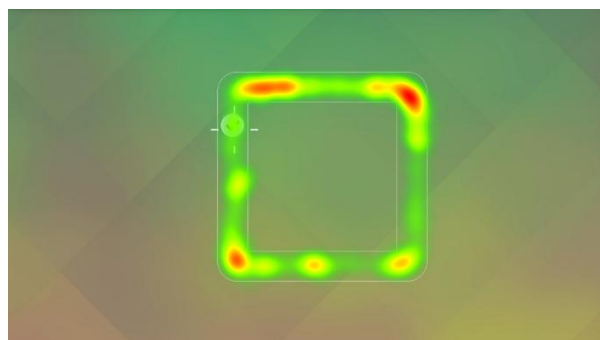


Diámetro pupilar por tramo

Coordinación óculo-motora en el proceso de atención

Tras el análisis realizado del Test de Sincronización UPDA-SHIF, se observa que en los usuarios con mejores puntuaciones en el test UPDA-SHIF la mirada se centra en la bola a lo largo del recorrido y prácticamente la totalidad de las fijaciones se encuentran en el recorrido, con un mayor número de fijaciones en las esquinas (giros) del recorrido. Por tanto, la eficiencia en la coordinación oculomotora viene determinada por la precisión del punto de mirada en el trazado previsto con una especial vigilancia en las zonas de los cambios de dirección.

Factores Humanos (FH)



Mapa de atención del Test de Sincronización UPDA-SHIF.

Tarea 2. Nuevas medidas y protocolos

Esta tarea, al tratarse de una actividad común a las cinco AAC, se describe de manera única tras la tabla correspondiente a UX y previamente a la tabla BASE.

Laboratorios para actividades de I+D independiente en FH

Actualización HAV (simulador de conducción dinámica)

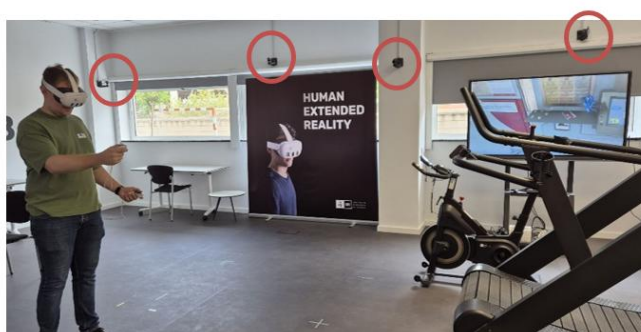
La actualización del HAV (simulador de conducción dinámica) en 2024 tiene como objetivo mejorar las capacidades actuales y ampliar su versatilidad para simular una mayor variedad de vehículos, lo que permite no solo la simulación de turismos, sino también otros tipos de vehículos como autobuses, camiones, carretillas, e incluso aeronaves.

En esta anualidad se han actualizado el software de simulación CARLA a la versión 0.9.15 que permite acceder a un mayor número de mapas, escenarios y parámetros de salida. Además, se han generado scripts que permiten la modificación del entorno, características de los vehículos, y la extracción de métricas que evalúan la calidad de la conducción de forma más robusta.

Actualización HER (Laboratorio de realidad extendida)

Durante 2024 la actualización del HER se ha centrado en la incorporación de la medida de movimiento sin marcadores basado en cámara integrado en el flujo del laboratorio. El objetivo es poder evaluar de manera simultánea el movimiento del usuario mientras se realiza una interacción virtual con el producto/entorno evaluado.

La incorporación de la medida del movimiento ha requerido de un diseño del laboratorio para distribución de equipamiento del laboratorio y definir zonas de ensayo de medida optimizadas. Además, se ha puesto a punto un proceso de calibración adaptado a la geometría y condiciones del laboratorio. En la figura se muestra el sistema de cámara instalado en el laboratorio mientras se realiza una evaluación virtual.



Laboratorio HER con sistema registro de movimiento.

Factores Humanos (FH)

Actualización del Laboratorio de Confort Térmico

Durante 2024 se ha incorporado la tecnología de cuerpos negros al proceso de calibración del laboratorio tanto de las cámaras termográficas como otro equipamiento térmico maniquíes sensores y fuentes radiantes.

Este proceso de calibrado permite unificar la medida de todos los equipos en un sistema de referencia común válido para diferentes condiciones ambientales de medida como las que proporciona la cámara climática.



Cuerpo negro junto con cámara termográfica en la cámara climática.

Gestión del conocimiento en FH

Gestión del conocimiento en variables de interacción en RX

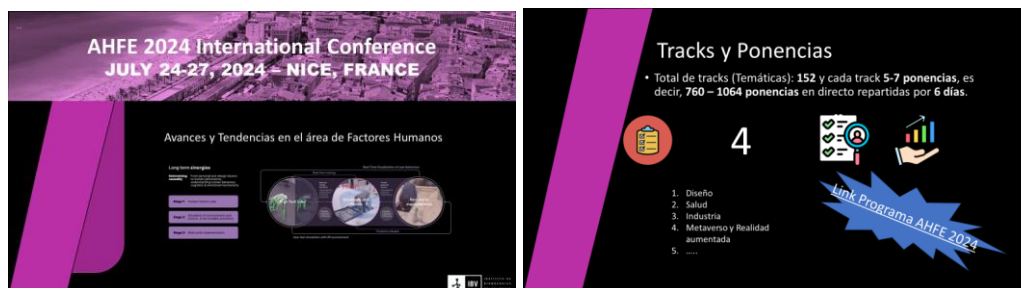
Durante 2024 se realizó una organización y centralización de la gestión conocimiento asociado al equipamiento de realidad extendida en laboratorio. Esta actividad ha permitido realizar un análisis comparativo de los activos disponibles, de las prestaciones de cada uno de los equipos y su compatibilidad.

En la instrumentación de VR es de especial interés la gestión del conocimiento asociado a las variables de interacción usuario que se pueden recoger del propio dispositivo. Por ello se ha trabajado para gestionar el conocimiento relativo los sistemas de tracking rotacionales y posicionales incorporados en mandos o gafas, así como sistemas de seguimiento de la mirada que permite conocer el área en la que se está enfocando el usuario y el detalle de la interacción visual. El registro de estas variables para la caracterización de la interacción física y cognitiva en entornos virtuales pueden ser utilizadas para obtener las métricas valoración de productos o entornos.

Sesiones de discusión en FH

El conocimiento generado en FH se puso en común en diferentes sesiones internas del IBV. En estas sesiones los investigadores del área compartían el conocimiento asociado a la participación en congresos o al desarrollo de proyectos de I+D.

Cabe destacar la sesión interna asociada a la participación del IBV en el congreso AHFE 2024, en el cual se ha organizado una sesión sobre Human Factors and Medical Devices.



Sesión interna del congreso AHFE 2024

Factores Humanos (FH)

Actualización de la hoja de ruta en Factores Humanos

Durante 2024 se ha trabajado en la hoja de ruta de las líneas de I+D en factores humanos que deberían guiar el avance en los próximos años de esta área de aplicación del conocimiento. Para realizar esta actualización se ha llevado a cabo una serie de reuniones programadas para hacer confluir las actividades de I+D que es necesario evolucionar en los diferentes sectores de ampliación con líneas aplicaciones comunes y sinérgicas. El resultado de este análisis es una hoja de ruta estructurada en tres pilares fundamentales que se muestran a continuación:

Captura de datos de la interacción. Del laboratorio al mundo real.

Generación de criterios de FH y modelos basados en datos

Integración de los FH en los procesos de innovación

Vigilancia científico-tecnológica en FH

Vigilancia tecnológica de software de desarrollo de aplicaciones de RE

Desde el IBV, se ha apostado por el desarrollo de la tecnología de la realidad extendida (RE) que engloba Realidad Virtual, Aumentada y Mixta en tanto en laboratorios como en proyectos de I+D. Durante 2024 se ha realizado una vigilancia tecnológica de software de desarrollo de aplicaciones de RE. La vigilancia se ha organizado en base a diferentes factores clave en la elección del software:

- a) Curva de aprendizaje.
- b) Comunidad open.
- c) Marco de trabajo configurable y versátil.
- d) Disponibilidad de add-ons y plugins.

Como resultado de la vigilancia realizada han identificado los softwares actuales más relevantes, Unity, Unreal Engine, NVIDIA Omniverse y Godot, así como las principales características de cada uno de ellos.

Participación en redes y plataformas

- Red REDIT MOBILITY, de la que IBV es coordinador en este momento. Se movilizó y coordinó el stand de dicha organización en el evento eMobility Expo & World Congress de 2024.
- Coordinador de la red CERVERA MEDUSA red tecnológica de ingeniería aplicada al desarrollo de soluciones inteligentes para conducción autónoma centrada en la persona.
- Plataforma nacional M2F, de la que IBV es co-líder del Grupo de Trabajo 4 (Espacio Interior).
- CCAM (European Partnership on Connected Cooperative and Automated Mobility).
- European Road Transport Research Advisory Council (ERTRAC).

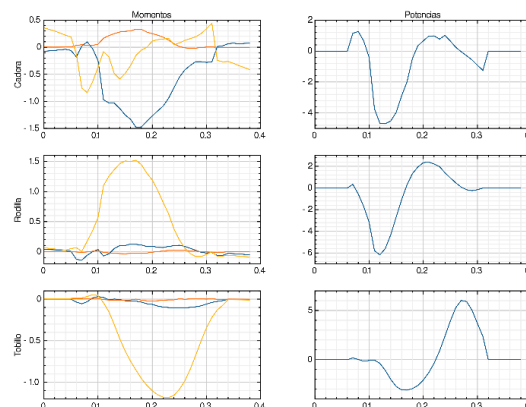
En otros ámbitos se ha participado o seguido la actividad de las siguientes plataformas:

- European Platform for Sport Innovation (EPSI)
- International Association for Sports Surface Sciences (ISSS)
- European Apparel and Textile Confederation (EURATEX)
- Clúster catalán de la industria del deporte (INDESCAT)
- European Factories of the Future Research Association (EFFRA)

Ingeniería Biomédica (IB)

Aplicaciones de las técnicas y metodologías de registro y análisis biomecánico de las actividades y movimientos humanos a la evaluación funcional y al diseño de productos sanitarios y de uso humano.

Ingeniería Biomédica (IB)



Actividad de I+D propia del IBV durante 2024 en IB

Investigación en métodos de registro de movimientos humanos para animación

Tarea 1: Definir las características de cada tecnología en relación a las aplicaciones de animación

En este apartado se ha realizado una revisión de las características de cada una de las tecnologías de captura de movimiento en 3D (Move4D, fotogrametría, IMUs, markerless) para su aplicación en la animación.

Tarea 2: Definir un protocolo experimental para probar las tecnologías

Con el fin de evaluar las diferentes posibilidades, se definió un protocolo con un total de 243 gestos deportivos para su animación.

Tarea 3: Realizar un estudio piloto de registro de movimientos humanos

Sistemas inerciales

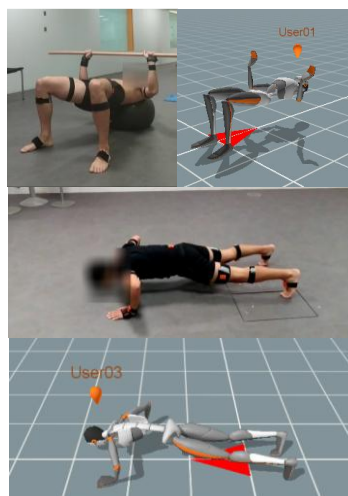
Para las medidas con los IMUS se optó por emplear el modelo completo de XSens.



Vista frontal y trasera de un sujeto instrumentado con los 17 sensores inerciales correspondientes al modelo completo.

Tras calibrar los IMUS, se realizaron los gestos deportivos:

Ingeniería Biomédica (IB)



Dos sujetos realizando un press de banca (arriba) y una flexión (abajo) instrumentados con los sensores inerciales con sus respectivas visualizaciones en el software XSens.

Move4D

Para la grabación con el sistema Move4D únicamente es necesario conocer el sexo, la edad, la altura y el peso del sujeto que se quiere medir. En cuanto a la indumentaria, al ser un escáner es necesario portar ropa ajustada que no produzca arrugas, como es el caso de mallas, tops o camisetas interiores, calcetines blancos y un gorro en la cabeza.

A partir de la malla capturada se puede hacer un post-procesado obteniendo el siguiente resultado:

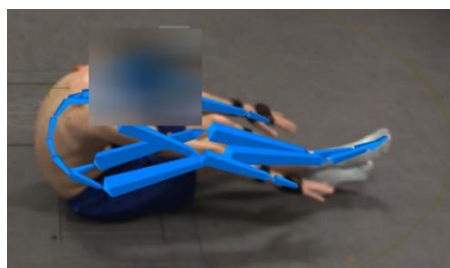


Malla procesada del gesto press pallof dinámico medido previamente.

Markerless

Para este estudio se utilizó la aplicación Captury. Para la grabación con el sistema markerless únicamente es necesario realizar una asignación del modelo al usuario que se quiera medir.

Tras esa asignación, se puede empezar a grabar los gestos deportivos:



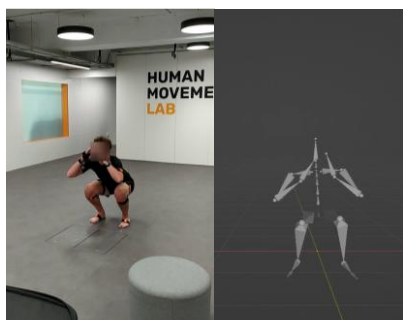
Captura de una de las cámaras RGB del sistema Captury realizando un sit up.

Ingeniería Biomédica (IB)

Tarea 4: Verificar los resultados utilizando un programa de renderizado

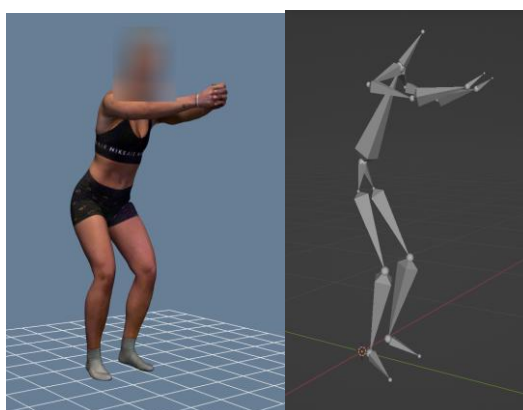
Para la verificación de los resultados se decidió utilizar el software Blender. A continuación, se muestran los esqueletos correspondientes a las medidas obtenidas con cada una de las tecnologías.

Sensores inerciales



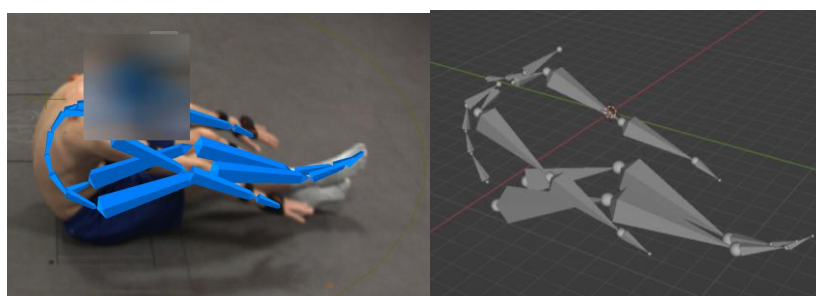
Sujeto realizando un squat grabado con sensores inerciales (izquierda) y el esqueleto resultante (derecha).

Move4D



Sujeto realizando un press pallof dinámico grabado con el Move4D (izquierda) y el esqueleto resultante (derecha).

Markerless



Sujeto realizando un sit up grabado con una cámara RGB del Capture (izquierda) y el esqueleto resultante (derecha).

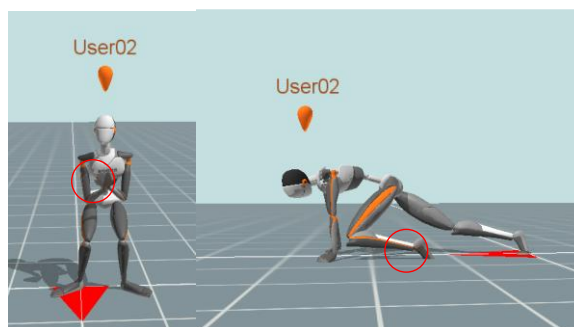
Tarea 5: Identificar las limitaciones de cada tecnología y las posibles condiciones de uso

Fotogrametría

Dada las ocultaciones presentes en muchos de los gestos deportivos, es la tecnología que presenta mayores limitaciones de las cuatro estudiadas.

Sensores inerciales

Esta tecnología presente bastantes limitaciones con aquellos gestos donde se crucen brazos o piernas o que requieren hacerlos tumbados en el suelo.



Errores en el contacto entre las manos o entre el pie y el suelo.

Move4D

El Move4D sufre limitaciones similares a las que se encuentra con fotogrametría. Al emplear escáneres, en muchos gestos está sujeto a ocultaciones que provocan que la malla resultante esté incompleta. Estas ocultaciones pueden provocarse tanto con objetos como con el propio cuerpo contra el suelo.



Visión lateral de un abdominal con el Move4D donde la malla está incompleta.

Markerless

La tecnología markerless es la que menos errores presenta de las cuatro tecnologías analizadas. Una vez ha asignado el esqueleto correspondiente al sujeto, es capaz de capturar todos los gestos deportivos, incluyendo aquellos con iteración con el suelo que tantos problemas dan con el resto de tecnologías.

Las principales limitaciones en la captura de los gestos son aquellas que son inherentes a las cámaras RGB, como son la necesidad de un espacio en el que poder realizar las medidas en un espacio delimitado o si el cuerpo se encuentra oculto de las cámaras. Además, el esqueleto interno proporcionado por el sistema no es un estándar del campo de la animación, lo que requiere tiempo de procesado adicional en la fase de rigging.

Avances IB en el Humano Digital

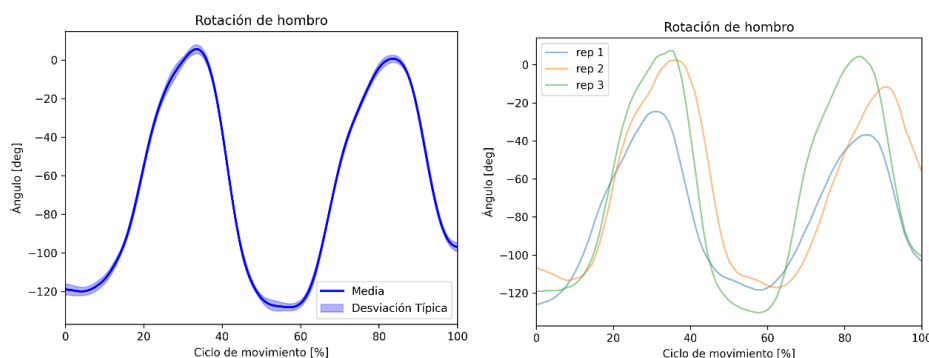
Tarea 1. Análisis de los datos obtenidos en el piloto realizado en 2023

Con el fin de contribuir al desarrollo de este Humano Digital, en 2023 se había realizado un estudio piloto para comparar la precisión del sistema Move4D en la medición de ángulos articulares no principales.

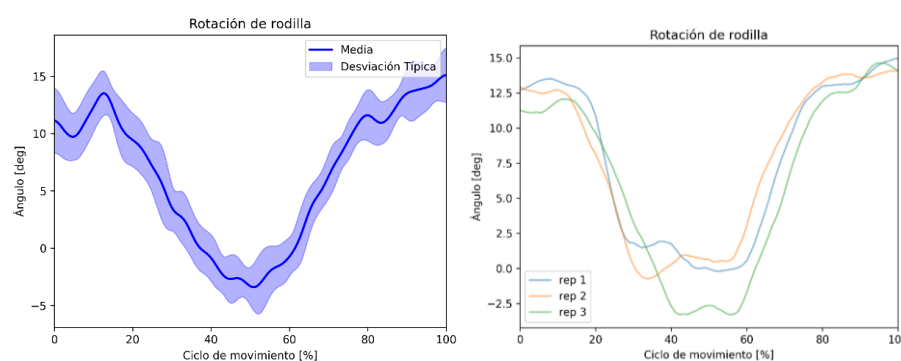
El estudio piloto se había centrado en la medición de rangos de movimiento controlados, particularmente aquellos que se consideran “no principales” y podrían estar sujetos a mayor error o artefactos. Se planteó verificar la capacidad de Move4D para capturar con exactitud la rotación de rodilla, la rotación de hombro y la pronosupinación de muñeca.

Ingeniería Biomédica (IB)

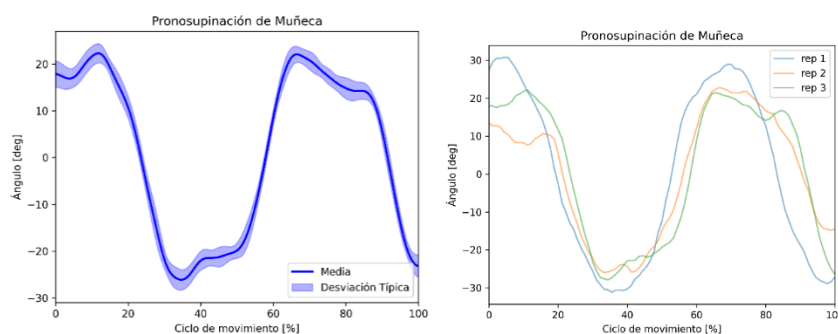
De cada uno de estos gestos se ha obtenido un rango de movimiento definido y reproducible para cada caso. De cada sujeto se midieron tres repeticiones de los gestos seleccionados para el estudio.



Rotación del hombro obtenida mediante el esqueleto interno: la rotación media de todos los sujetos con su desviación típica (izquierda) y un caso representativo (derecha).



Rotación de la rodilla obtenida mediante el esqueleto interno: la rotación media de todos los sujetos con su desviación típica (izquierda) y un caso representativo (derecha).



Pronosupinación de la muñeca obtenida mediante el esqueleto interno: la pronosupinación media de todos los sujetos con su desviación típica (izquierda) y un caso representativo (derecha).

Tarea 2. Nuevas medidas y protocolos

Esta tarea, al tratarse de una actividad común a las cinco AAC, se describe de manera única tras la tabla correspondiente a UX y previamente a la tabla BASE.

Laboratorios para actividades de I+D independiente en IB

Mantenimiento y evolución del Laboratorio de Estudio de Funciones y Actividades Humanas

Incremento de la capacidad de almacenamiento

Se ha puesto en marcha un sistema de almacenamiento en red (NAS) con una capacidad total de 80 TB full flash, junto con el cambio del cableado directo entre el laboratorio y la sala de servidores, para

Ingeniería Biomédica (IB)

optimizar la velocidad de conexión. Esta mejora permite ampliar la capacidad, conseguir un almacenamiento más seguro y centralizado de los proyectos y actividades realizadas con el sistema informático del escáner 4D, aumentar la velocidad de conexonado para el procesamiento y análisis de información, así como facilitar la creación de copias de seguridad para prevenir la pérdida de datos.

Mejora de la calidad del registro con el cambio de iluminación del escáner 4D

Se ha realizado un cambio en el sistema de iluminación del escáner 4D mediante la sustitución de los paneles actuales por focos LED de 75W, lo que ha permitido un mejor ajuste de las condiciones de iluminación con el sistema de escaneado para la mejora de calidad y la resolución de las capturas realizadas.

Reemplazo del sistema de cámaras de fotogrametría

El sistema de cámaras de fotogrametría ha sido actualizado con la adquisición de 12 cámaras Prime X13 y 2 Prime Color. El nuevo sistema de cámaras permite una mejor precisión en la captura de los movimientos de estudio, e incorpora la capacidad del registro de color para la mejora de la interpretación de los estudios, a su vez el nuevo sistema mejora las condiciones de iluminación Infrarroja y reduce el consumo con respecto al sistema anterior.

Auditoría Técnica del equipamiento empleado en los protocolos de valoración

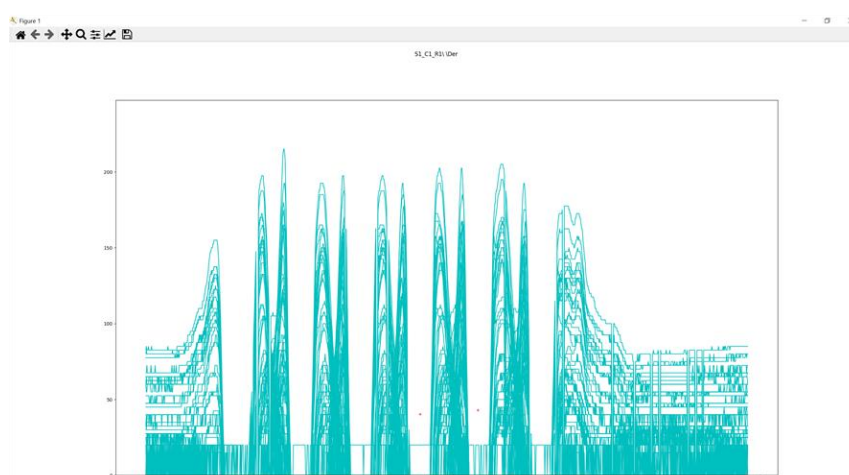
Como parte de las actividades de mejora continua que se realizan en el laboratorio, durante el mes de octubre se llevó a cabo una auditoría técnica de las técnicas de registro, accesorios y software instalados en los laboratorios de valoración biomecánica.

Diseño y desarrollo de una nueva plataforma dinamométrica

Durante el año 2023, se inicia el desarrollo de una nueva plataforma dinamométrica para el registro y posterior análisis de las fuerzas de reacción y movimientos realizados por el sujeto sobre el suelo durante cualquier tipo de actividad humana. (deambulación, saltos, giros, bipedestación, carrera, etc.). La parte más importante del trabajo se aborda en 2024, donde se han llevado a cabo actividades relacionadas con el diseño mecánico y electrónico, así como en pruebas, verificaciones y cumplimiento normativo.

Puesta a punto de algoritmos para procesamiento de presiones plantares y evaluación de calzado

Se ha trabajado en el desarrollo de unos algoritmos y una aplicación que facilita el tratamiento de datos registrados con las plantillas de medida de las presiones plantares.

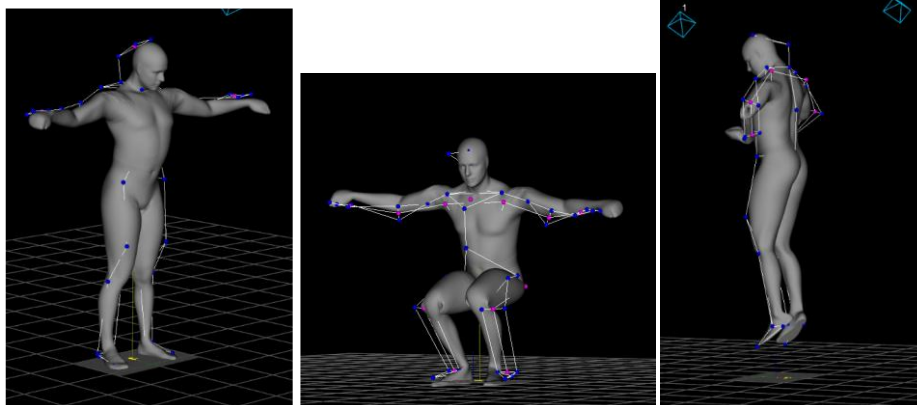


Representación de las presiones de todos los sensores correspondientes a un fichero. Se dibujan dos puntos para indicar la región de interés que comprende un paso.

Ingeniería Biomédica (IB)

Mejoras funcionales y de usabilidad en aplicaciones de registro

Del trabajo iniciado en 2024, se ha concluido la integración de un avatar 3D para la visualización de movimientos humanos.



Una vez implementados los algoritmos, se verificó el correcto ajuste del avatar, que se conserva de forma bastante satisfactoria incluso a lo largo de movimientos de ejecución rápida.

Gestión del conocimiento en IB

Estandarización y actualización de bases de datos de movimientos y funciones humanas

Se ha continuado con el proceso estandarizado de implementación de las bases de datos del IBV procedentes de registros de movimiento y funciones humanas. Esta actividad tiene como objetivo mejorar la eficiencia en la gestión del conocimiento para desarrollos posteriores relacionados con la valoración de las funciones humanas.

Mantenimiento de base de datos documental y actualización de procedimientos de gestión de calidad y diseño y desarrollo de producto sanitario de acuerdo con la ISO13485

Este año hemos dado un paso significativo en el mantenimiento de nuestra base de datos documental y en la actualización de los procedimientos de gestión de calidad y diseño y desarrollo de productos sanitarios, en cumplimiento con la norma ISO 13485. A lo largo del año, hemos realizado una serie de acciones clave que nos han permitido no solo mantener la integridad de nuestra documentación, sino también adaptarla y optimizarla según las exigencias de la norma.

Gracias a estos esfuerzos, hemos obtenido la certificación de nuestro Sistema de Gestión de Calidad en base a la ISO 13485, para el alcance "Diseño de software, equipos electromédicos y sistemas implantables para terceras partes", lo que valida nuestro compromiso con la calidad y la mejora continua en el desarrollo de productos sanitarios.

Sesiones de discusión IB

Además, se han realizado sesiones de presentación al centro de proyectos finalizados y de foros y congresos a los que ha atendido personal de IB. El objetivo de estas sesiones es compartir nuevos conocimiento y lecciones aprendidas que puedan ser de utilidad a otros departamentos del instituto.

Actualización de la hoja de ruta IB

Tecnologías de registro de funciones humanas

Se basa en tres actividades principales:

- Desarrollo y puesta a punto de tecnologías de registro de movimientos y fuerzas
- Técnicas de registro fuera de laboratorio

Ingeniería Biomédica (IB)

- Evolución de productos y aplicaciones IBV

Análisis y valoración biomecánica

Se basa en tres actividades principales:

- Procedimientos de medida y bases de datos
- Definición de modelos y algoritmos de cálculo
- Análisis de datos e interpretación de resultados

Diseño de producto sanitario

Se basa en tres actividades principales:

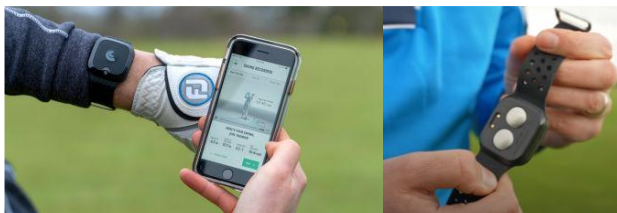
- Diseño de producto sanitario
- Verificación y validación clínica
- Certificación y asesoramiento en PS

Vigilancia científico-tecnológica en IB

Revisión de conocimiento científico-técnico

Revisión sobre tecnologías para valoración del swing en el golf

En el marco de la colaboración con empresas del ámbito del deporte y, en relación al interés mostrado por éstas, se ha realizado una revisión de métodos, dispositivos y aplicaciones destinadas al análisis autónomo del swing de golf por parte del jugador en condiciones reales.



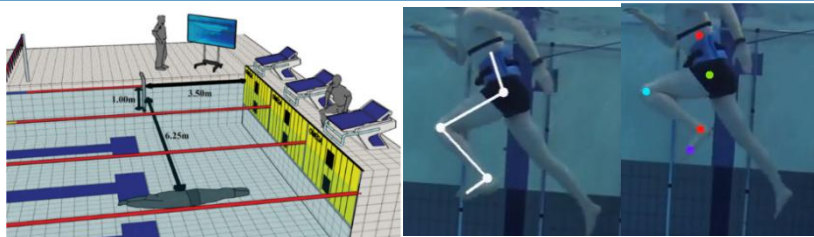
deWiz Training Aid

- **Zepp Golf Swing Analyzer y *Zepp Golf 2:** guante instrumentado que registra la velocidad del palo, el plano de movimiento, el tempo y la posición de retroceso.
- **Hackmotion:** evalúa las extensiones relativas mediante sensores colocados en el guante y la muñeca.
- **Blast Golf Swing Analyser:** equipa el palo con un sensor que analiza el recorrido, el tempo, la velocidad y el ángulo de ataque desde el extremo proximal del palo.
- **Arccos Caddie Smart Sensors:** sensor para instrumentar el palo y calcular las distancias recorridas y se ofrecen sugerencias estratégicas.
- **BioMech Putt Sensor y SkyPro:** palo instrumentado registra detalles del golpeo y fases del swing con alta precisión.

Análisis 2D natación

Se ha realizado una revisión de los estudios que emplean tecnología 2D para analizar el movimiento del ciclo en los distintos estilos de natación. A la hora de realizar un análisis cinemático, existen ciertos factores que van a influenciar a la toma de medidas y otros que se verán afectados por los mismos, como el índice de refracción y la distorsión que se produce en la imagen, la complejidad de la calibración de las cámaras, la iluminación del medio, el movimiento producido en el agua, la calidad de la imagen y la interferencia electromagnética que se produce.

Ingeniería Biomédica (IB)



Posicionamiento de cámara y detección de marcadores mediante el uso de DeepLabCut

Vigilancia de actualización en regulatoria de productos sanitario a nivel estatal y europeo.

Este año hemos reforzado nuestra estrategia de vigilancia y actualización regulatoria de productos sanitarios a nivel estatal y europeo, llevando a cabo una revisión exhaustiva de las normativas y guías relevantes para garantizar el cumplimiento continuo con las exigencias legales y reglamentarias. Para ello, hemos realizado un análisis detallado de diversas normas y regulaciones clave, incluyendo las normas UNE-EN e ISO aplicables a nuestros productos, las guías emitidas por el MDCG (Medical Device Coordination Group) y el AI Act publicado recientemente.

Identificación de referentes de conocimiento externo

En 2024 se ha potenciado el contacto con grupos clínicos para colaborar en la exploración de aplicaciones de la valoración biomecánica en diferentes disciplinas médicas (p. ej. neurorrehabilitación o traumatología). Esta labor se ha basado en información obtenida en congresos y ferias relevantes (como MEDICA, SERMEF, ESMAC, SETLA), publicaciones científicas destacadas, boletines informativos, redes de I+D (EIT-Health, foros H2020) y redes sociales profesionales.

Participación en redes de I+D

Red BOHNES (Interuniversity Centre of Bioengineering of the Human Neuromusculoskeletal System)

Su objetivo es coordinar actividades de investigación, fomentar la colaboración y desarrollar tecnologías digitales avanzadas para mejorar el conocimiento y el uso práctico del sistema locomotor humano en diversas disciplinas y profesiones.

Participación en Comités Técnicos de normalización de UNE, ISO y ASTM relacionados con diversas áreas de productos sanitarios.

Fruto de la participación en los Comités Técnicos de normalización de UNE, ISO y ASTM relacionados con diseño y desarrollo de productos sanitarios se ha mantenido un listado actualizado de normativa relacionada con las actividades propias del centro.

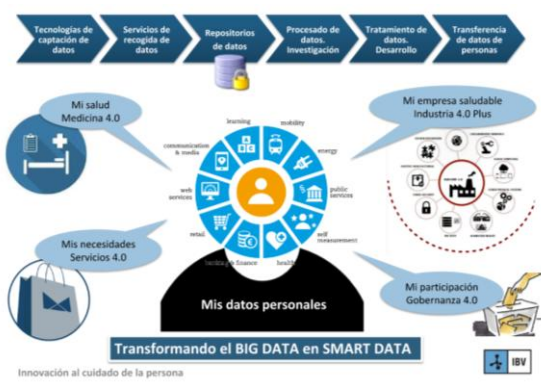
Algunos de los principales nodos de colaboración en 2024 han sido:

- Centro de Investigación Biomédica en Red en el área temática de Bioingeniería, Biomateriales y Nanomedicina (CIBER-BBN)
- Inntransfer
- Innosalud
- Fenin
- Distrito digital
- Bioval

User Experience (UX)

Aplicaciones de conocimientos sobre las personas (condición física, descanso, alimentación, desarrollo personal, ocio, consumo, accesibilidad, autonomía personal, envejecimiento, etc.), al diseño de productos y servicios orientados a la promoción y cuidado de la salud y el bienestar.

User Experience (UX)




Actividad de I+D propia del IBV durante 2024 en UX

Metodologías innovadoras para evaluación y diseño de entornos laborales

Tarea 1. Desarrollo de tecnologías para evaluación de riesgos ergonómicos con métodos actuales

A continuación, se presentan los resultados del desarrollo de una tecnología que integra métodos ergonómicos actuales y herramientas de Inteligencia Artificial (IA).

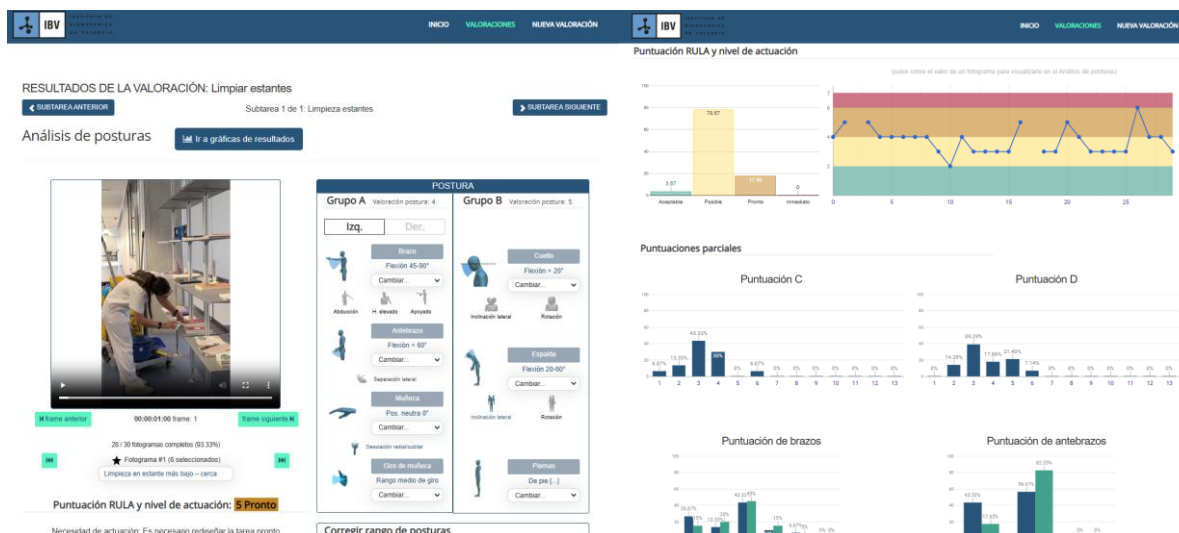
(1) Revisión de normativa y metodologías. Se realizó una revisión de la normativa vigente y la literatura especializada en evaluación de riesgos ergonómicos. Entre las metodologías analizadas, los métodos de valoración postural, como REBA (Rapid Entire Body Assessment), RULA (Rapid Upper Limb Assessment) y OWAS, destacaron por su capacidad para evaluar diferentes zonas corporales, considerando factores como la actividad y la carga aplicada.

(2) Selección de un método específico. De los métodos revisados, se seleccionó el método RULA debido a su adecuación para identificar riesgos posturales en los miembros superiores y su aplicabilidad en entornos automatizados.

(3) Desarrollo de una herramienta informática. Con base en el método RULA, se diseñó y desarrolló una herramienta informática que facilita su aplicación de manera ágil y eficiente, empleando para ello algoritmos de Inteligencia Artificial.

(4) Validación de la herramienta. Tras el desarrollo de la herramienta, se llevó a cabo una validación de experto. Cada tarea se evaluó dos veces: usando la operativa manual (mediante observación) y realizando el análisis mediante la herramienta automatizada. Existe una mejora en la eficiencia y precisión de la evaluación ergonómica usando la herramienta al integrar IA para analizar las posturas, reduciéndose los sesgos basados en la observación. Se reduce el tiempo de análisis al evitar la codificación manual de las posturas.

User Experience (UX)



Tarea 2. Avance en el desarrollo de metodología de evaluación ergonómica holística y de diseño ergonómico de puestos de trabajo

Se plantea la elaboración de un procedimiento global que permita realizar una valoración holística del puesto de trabajo teniendo en cuenta las características de la persona que lo ocupa, las diferentes condiciones de trabajo (físicas y psicosociales) y los factores del entorno organizativo más relevantes.

(1) Revisión de estudios y metodologías. La primera fase consistió en una revisión de estudios e investigaciones previas relacionadas con la evaluación de riesgos ergonómicos desde una perspectiva holística. Esta revisión ha permitido:

- Recopilar las variables principales que se tienen en cuenta a la hora de diagnosticar la salud laboral: variables personales, factores de carga física y determinantes de riesgo psicosocial, así como las relaciones encontradas entre ellas.
- Identificar los principales métodos y técnicas empleados tanto para evaluar la carga física como los factores psicosociales.

(2) Selección de variables. En una segunda etapa, se ha procedido a la selección de variables clave que permitan capturar la información relevante tanto de la persona trabajadora como del puesto de trabajo.

(3) Selección de métodos de registro. Se han seleccionado y adaptado diferentes técnicas validadas de análisis de la carga física y psicosocial:

- Técnicas cualitativas:
 - Checklist de identificación de las demandas / carga de trabajo (ISO 12295).
 - Test de valoración de factores individuales:
 - GPAQ - Global Physical Activity Questionnaire (WHO)
 - NMQ - Standardized Nordic Musculoskeletal Questionnaire
 - WAI – Work Ability Index
 - Métodos autoadministrados de valoración de la carga mental y los factores psicosociales:
 - PSS - Perceived Stress Scale

User Experience (UX)

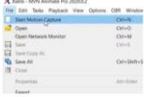
- COPSOQ – Evaluación de Riesgos Psicosociales
- HEROCheck - Herramienta de diagnóstico psicosocial
- Métodos de codificación de los factores de riesgo ergonómico basados en la observación / análisis de vídeo:
 - REBA – Rapid Entire Body Assessment
 - RULA – Rapid Upper Limb Assessment
- Técnicas cuantitativas:
 - Valoración funcional de la fuerza de agarre (handgrip strength) mediante dinamómetros digitales.
 - Caracterización de posturas y movimientos mediante sensores inerciales. Sensores inerciales Xsens Awinda. Sistema de captura del movimiento con 17 sensores inalámbricos colocados sobre la ropa de trabajo. El sistema funciona en tiempo real y permite observar, registrar y analizar los movimientos a partir de gráficos de ángulos articulares y de la velocidad y duración de los movimientos.
 - Análisis de postura y fuerzas mediante el uso de plantillas instrumentadas. Plantillas instrumentadas Walk With Path. Cada plantilla consta de 9 sensores de presión con resistencia de detección de fuerza situados en puntos de carga clave bajo el pie, 3 sensores de temperatura y un sensor inercial de 6 ejes (giroscopio y acelerómetro).

(4) Elaboración de un protocolo de recogida de datos. Usando los métodos y técnicas seleccionados y adaptados en la fase anterior se propone un protocolo de recogida de datos.

Instrumentación (1) – Preparación

1X.- Comprobar que el pendrive esté conectado y abrir el software Xsens MVN

2X.- New File (File> Start Motion Capture)



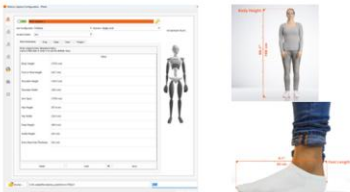
Instrumentación (2) – Instrumentar al usuario

3X.- Poner el nombre del usuario (codificación que corresponda) en el campo naranja. Poner en los siguientes campos:

- Suit Configuration: Full Body
- Scenario: Single Level
- Accept System: Any

Introducir las siguientes dimensiones:

- Body Height: altura de la persona con calzado
- Foot or Shoe length: longitud del pie
- Extra Shoe Sole Thickness: altura de la persona con calzado – altura de la persona sin calzado. (Si todos los trabajadores utilizan el mismo calzado, se calculará solo para uno de ellos).



4X.- Hacer click en Save e introducir la ruta en la que se va a guardar el perfil del usuario.

5X.- Hacer click en Browse e introducir la ruta en la que se van a guardar las distintas mediciones que se van a hacer de dicho usuario.

NOTA: La ruta del paso 4X y la del paso 5X pueden ser la misma.

6X.- Colocar todos los sensores. De manera general, estos se van a colocar en la parte "plana" del segmento corporal y/o en el punto intermedio del segmento corporal.



De manera general, en aquellos segmentos en los que se coloque el sensor en la cincha (velcro), si es posible, este se adherirá en la primera vuelta, y se cubrirá con una segunda.



Doble vuelta de la cincha, quedando el sensor cubierto.

Segment	Attachment	General position
Foot	FOOT	Middle of bridge of foot
Lower leg	LEG	Flat on the shin bone (medial surface of the tibia)
Upper leg	LEG	Lateral side above knee
Pelvis	PELV	Flat on sacrum
Sternum	STERN	Flat, in the middle of the chest
Shoulder	SHOU	Scapula (shoulder blades)
Upper arm	UARM	Lateral side above elbow
Fore arm	FArm	Lateral and flat side of the wrist
Hand	HAND	Backside of hand
Head	HEAD	Any comfortable position

Protocolo de recogida de datos

Tarea 3. Análisis de viabilidad de desarrollo de una metodología de adaptación de puestos de trabajo a personas con limitación en capacidades físicas

Esta tarea ha tenido como fin llevar a cabo un análisis exploratorio de las necesidades y problemas de las empresas en relación a la reincorporación de personas trabajadoras con bajas ocasionadas por TME que les hayan producido limitaciones en sus capacidades físicas, con el objetivo de elaborar y validar de

User Experience (UX)

manera conceptual un protocolo adaptado a la realidad de las empresas que les facilite la adaptación de los puestos de trabajo, teniendo en cuenta las limitaciones de las capacidades físicas de la persona trabajadora a reincorporar tras una baja.

Se han realizado las siguientes actividades:

(1) Revisión Bibliográfica. La primera fase consistió en una identificación y revisión de protocolos nacionales e internacionales relacionados con la reincorporación de trabajadores tras bajas por TME.

(2) Grupo de discusión: Se llevó a cabo un grupo de discusión con stakeholders clave para debatir problemas y soluciones en relación a la reincorporación de trabajadores y los procedimientos que aplican. Para ello, se contó con empresas, servicios de prevención, administración, entre otros.

(3) Encuesta: Tras el grupo de discusión, se elaboró un cuestionario el cual se aplicó a 178 profesionales, incluyendo técnicos de prevención, médicos y representantes empresariales.

(4) Análisis de datos. Durante esta fase, se analizó la información obtenida, y se llevó a cabo una evaluación de fortalezas, debilidades/barreras y oportunidades en relación a los procedimientos actuales de reincorporación.

(5) Propuesta de mejora. Esta última fase ha consistido en identificar los aspectos clave para la reincorporación de trabajadores tras TME para adaptarse a las necesidades identificadas. La reincorporación tras bajas prolongadas por TME requiere protocolos adaptados y coordinación efectiva entre todos los actores involucrados. La personalización, el apoyo psicológico, las adaptaciones físicas y la formación son claves para garantizar el éxito de estos procesos.

Avances UX en el Humano Digital

Tarea 1. Análisis de los datos obtenidos en el piloto realizado en 2023

En esta tarea ha llevado a cabo el análisis y explotación de los datos para caracterizar al usuario recopilados en el estudio piloto del Humano Digital realizado en 2023, con el objetivo de alcanzar resultados de interés para el avance de conocimientos en UX.

La recopilación se encuentra integrada en la plataforma de gestión de los datos personal del IBV que es VLC.DATA (<https://valenciadata.ibv.org/home>).

La Comunidad Valencia Data en la actualidad.

Análisis evolución caracterización 2022-2023

TOTAL MUESTRA CONSIDERADA
EN TRATAMIENTO DATOS

N=1.052 personas

"comunidad
activa" en
Valencia Data
16%

Enfermedades y otros
aspectos de salud

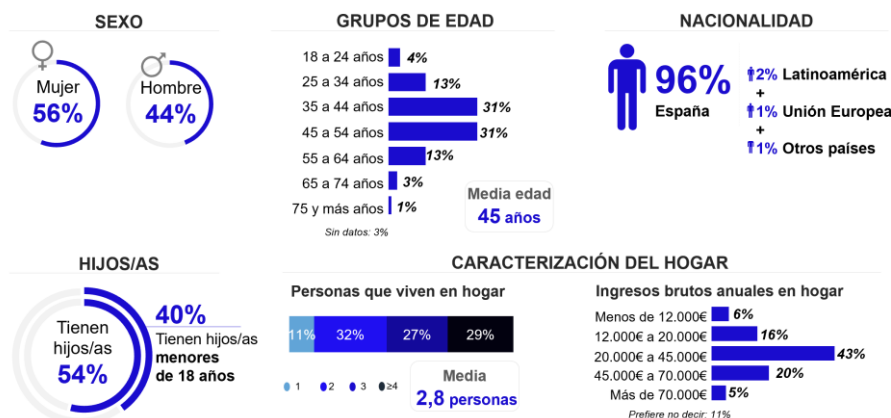
Unidad: Porcentajes
Base: Total muestra. Comunidad activa participantes cuestion encuesta (n=1.052)

Tasa de participantes de la "comunidad activa"
que responden las esferas temáticas

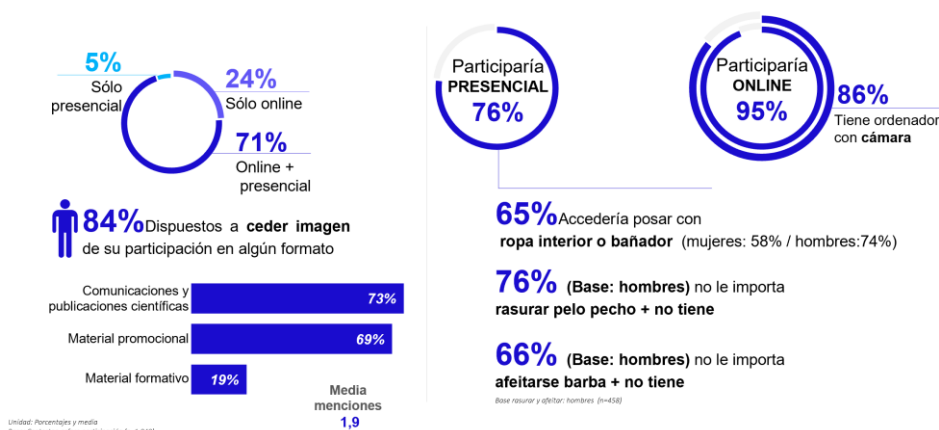


User Experience (UX)

La Comunidad **Valencia Data** en la actualidad.
La "comunidad activa": perfil sociodemográfico de la muestra n=1.052



La Comunidad **Valencia Data** en la actualidad.
La "comunidad activa": disponibilidad para participar en estudios I



Caracterización de los usuarios de VLC.DATA

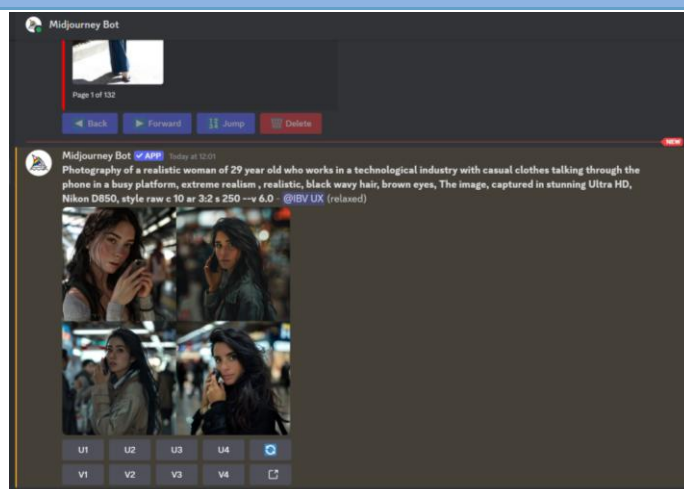
Tarea 2. Nuevas medidas y protocolos

Esta tarea, al tratarse de una actividad común a las cinco AAC, se describe de manera única tras la tabla correspondiente a UX y previamente a la tabla BASE.

Laboratorios para actividades de I+D independiente en UX

En el marco del laboratorio de co-creación, se ha continuado la actividad de la anualidad anterior relacionada con la introducción de la **IA generativa y LLM (Large Language Model) para mejorar y agilizar los procesos de innovación orientada al usuario (UX)**. Cabe destacar el desarrollo de *prompts* que permiten obtener imágenes optimizadas al objetivo de la investigación, lo más precisas y realistas posibles, haciendo uso de herramientas como el Midjourney. Esta actividad ha permitido agilizar la generación de materiales usados para la sensibilización en las fases de ideación y co-creación (proto-personas, nuevos conceptos de productos, etc.). Aunque estas herramientas de IA no pueden sustituir nunca a la opinión humana, sí pueden acelerar, dinamizar, enriquecer y agilizar los procesos de innovación en el área de conocimiento.

User Experience (UX)

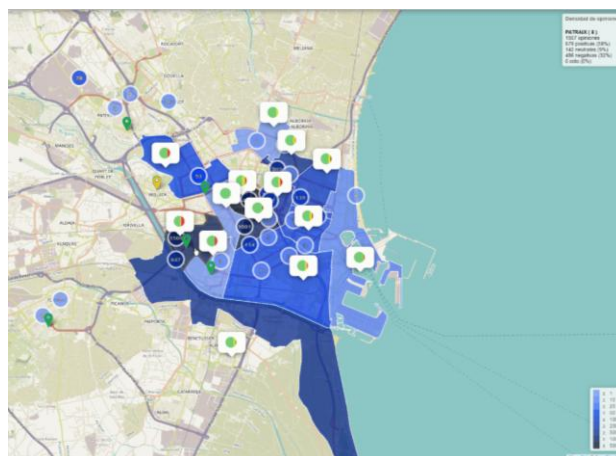


Ejemplo de prompt para creación de una proto-persona

Por otro lado, se ha llevado a cabo el **mantenimiento del laboratorio móvil (Moving Data) y el mantenimiento y mejora de la BBDD de usuarios propia del IBV (VLC.DATA)**. Durante la anualidad anterior se ampliaron las preguntas del perfil que rellena el usuario y dentro de esta anualidad se ha desarrollado la **interfaz del gestor para poder realizar el filtrado y seleccionar a los participantes** para cada estudio en función de las necesidades específicas de cada estudio de investigación.

Se ha desarrollado e implementado la **configuración de consentimientos** en VALENCIA DATA; configura el consentimiento de acuerdo a las características del estudio y al tratamiento de los datos a realizar.

Por otro lado, se ha continuado la actividad de desarrollo de **algoritmos para el análisis y visualización de Big Data** relacionada con necesidades, preferencias y expectativas de los usuarios, **principalmente proveniente de estudios de netnografía**. En concreto, se han implementado algoritmos de procesado de lenguaje natural y de geolocalización que permiten visualizar las menciones en mapas. Estos algoritmos, junto con los ya implementados la anualidad anterior, permiten mostrar de manera ágil y visual las opiniones extraídas en redes sociales (social data).



Ejemplo de visualización de opiniones de usuarios

Gestión del conocimiento en UX

Gestión de datos

Necesidades para la mejora de la **experiencia en entorno urbano**, en concreto, en relación al uso de los **servicios logísticos**. Para ello, se han registrado y analizado opiniones de la ciudadanía sobre dichos

User Experience (UX)

servicios aplicándose netnografía (análisis de más de 10.000 opiniones en redes sociales), así como se ha recopilado la información de agentes clave (principalmente gerentes de logística) mediante una encuesta online (650 participantes aproximadamente). Algunos datos relevantes recogidos ha sido el tiempo medio de entrega o el número de entregas en cada parada, el peso medio de las cargas entregadas, así como el medio de transporte usado para la entrega, siendo el coche y la furgoneta los transportes más frecuentes.

Sesiones de discusión UX

El conocimiento generado en el AAC se puso en común en diferentes sesiones internas del IBV. En estas sesiones los investigadores del área compartían el conocimiento aprendido ya sea mediante el desarrollo de proyectos, como de asistencia a cursos o por tareas de vigilancia científico-tecnológica (consulta de centros de referencia, newsletters, podcasts, asistencia a webinars, congresos...).

Por ejemplo, durante 2024 se han realizado sesiones de discusión relacionadas con la participación en congresos como *LEAN ORP - Innovación en SST en la Era Digital* o *La @ de I+A*, y con proyectos relacionados con la actividad del IBV en prevención de riesgos laborales en la Comunidad Valenciana.



Actualización de la hoja de ruta UX

Como en anualidades previas, se ha actualizado la hoja de ruta consensuada con personal técnico y de mercado, en la que se han identificado los principales hitos de I+D a corto, medio plazo y largo plazo, en el campo de la Experiencia de Usuario, tanto en entorno social como laboral. Para ello, se ha realizado escucha activa con empresas para conocer nuevas necesidades, se han revisado actuales soluciones consultando la actividad de centros referentes, así como se ha llevado a cabo un trabajo reflexivo de los investigadores del área, tanto de manera individual como mediante sesiones de co-creación.

Se han identificado las siguientes líneas de I+D que permitan cumplir el propósito del área:

1. Innovación Social
2. Promoción para el envejecimiento activo y saludable
3. Prevención de riesgos ergonómicos

Se ha elaborado un mapa de tecnología y conocimientos requeridos para llevar a cabo las líneas de I+D definidas.

Vigilancia científico-tecnológica en UX

Revisión de conocimiento científico-técnico e identificación de centros referentes

En el campo de la **experiencia de usuario e innovación social** se han revisado publicaciones de centros referentes, como los de Esomar, Stanford Social Innovation, UX Collective, Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence, Market Research Institute International-University of Georgia, Interaction Design Foundation, entre otros, y portales de ciencia ciudadana y datos abiertos como Datos.gob.es. Cabe

User Experience (UX)

destacar la participación como ponentes en el 16th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics (AHFE 205).

En relación a eventos relacionados con la movilidad sostenible, cabe destacar la asistencia al eMobility Expo World Congress y a las conferencias la 7th Conference on Sustainable Mobility (CSum) y Transport Research Arena (TRA 2024).

En el campo de la **Salud Laboral** se ha asistido a los siguientes congresos y jornadas, en los que en la mayoría se ha presentado nuestro avance metodológico: SICUR 2024 – Feria Internacional de la Seguridad, congreso LEAN ORP - Innovación en SST en la Era Digital, 14º Congreso Internacional y 18º Nacional de Ergonomía y Psicosociología, VI Congreso Internacional de la Sociedad Científica Española de Psicología Social y XVII Congreso Nacional de Psicología Social, Congreso 20 Aniversario del Instituto Asturiano de Prevención de Riesgos Laborales VIII Congreso de Prevención de Riesgos Laborales en la Administración Pública, el Congreso Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo organizado por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, la Jornada Técnica Innovación, Digitalización y Personas en seguridad y salud laboral y el Fórum Organizaciones Saludables.

Participación en redes de I+D

En el campo de la **experiencia de usuario e innovación social**, a destacar la participación del IBV como socio patrocinador desde diciembre 2022 del Club de Marketing del Mediterráneo. También se ha participado en diferentes encuentros organizados por REDIT, como el taller de co-creación de hábitat sostenible, para generar oportunidades de proyectos colaborativos en el **campo de la sostenibilidad**.

Además, en relación a la gestión de datos personales, se ha asistido a las reuniones de la asociación Mydata, de la cual la plataforma VLC.DATA es un Mydata Operator. Estas reuniones nos permiten ponernos al día de protocolos de gestión de datos personales en relación a su privacidad y transparencia de su uso.

En el campo de la **Ergonomía Laboral**, el IBV es vocal de la Junta de la Asociación de Ergonomía de la Comunidad Valenciana (ErgoCV). Además, el IBV es miembro de la junta directiva de la Asociación Española de Ergonomía (ostentando la vocalía de innovación) y participa en la UNE, como vocal comité de normalización en el campo de la ergonomía laboral.

Por otro lado, durante esta anualidad ha tenido una participación activa en la red Española de Seguridad y Salud en el Trabajo (RESST), participando en los encuentros de la Red y transmitiendo información sobre los nuevos avances de innovación en el campo de la ergonomía. Red Española de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Además, coordina el grupo de trabajo de Ergonomía dentro de la asociación PRL Innovación, con dos objetivos fundamentales: conocer las necesidades de las empresas en el campo de la ergonomía laboral a partir de las cuales generar nuevos proyectos de I+D+i y aportar el conocimiento de tantos años de experiencia trabajando en la mejora de las condiciones laborales de las personas a las empresas que conforman esta asociación.

Otras asociaciones de profesionales y empresas con las que ha colaborado el IBV mediante su conocimiento en ergonomía son: la Confederación Empresarial de la Comunitat Valenciana, CEV (en la parte de prevención de riesgos laborales y actualmente como miembros del Grupo de Trabajo sobre Diversidad), Inspección de Trabajo y Serprecova (destacando la impartición de charlas sobre ergonomía y género) y diferentes asociaciones empresariales sectoriales con las que se han desarrollado proyectos de concienciación y reducción de riesgos ergonómicos en los diferentes sectores (textil, cerámico, calzado, metal y construcción).

Avances en el Humano Digital

Tarea 2. Nuevas medidas y protocolos

Desde las distintas AAC del IBV se realizó en 2023 una selección de variables biométricas para la definición y caracterización del Humano Digital.

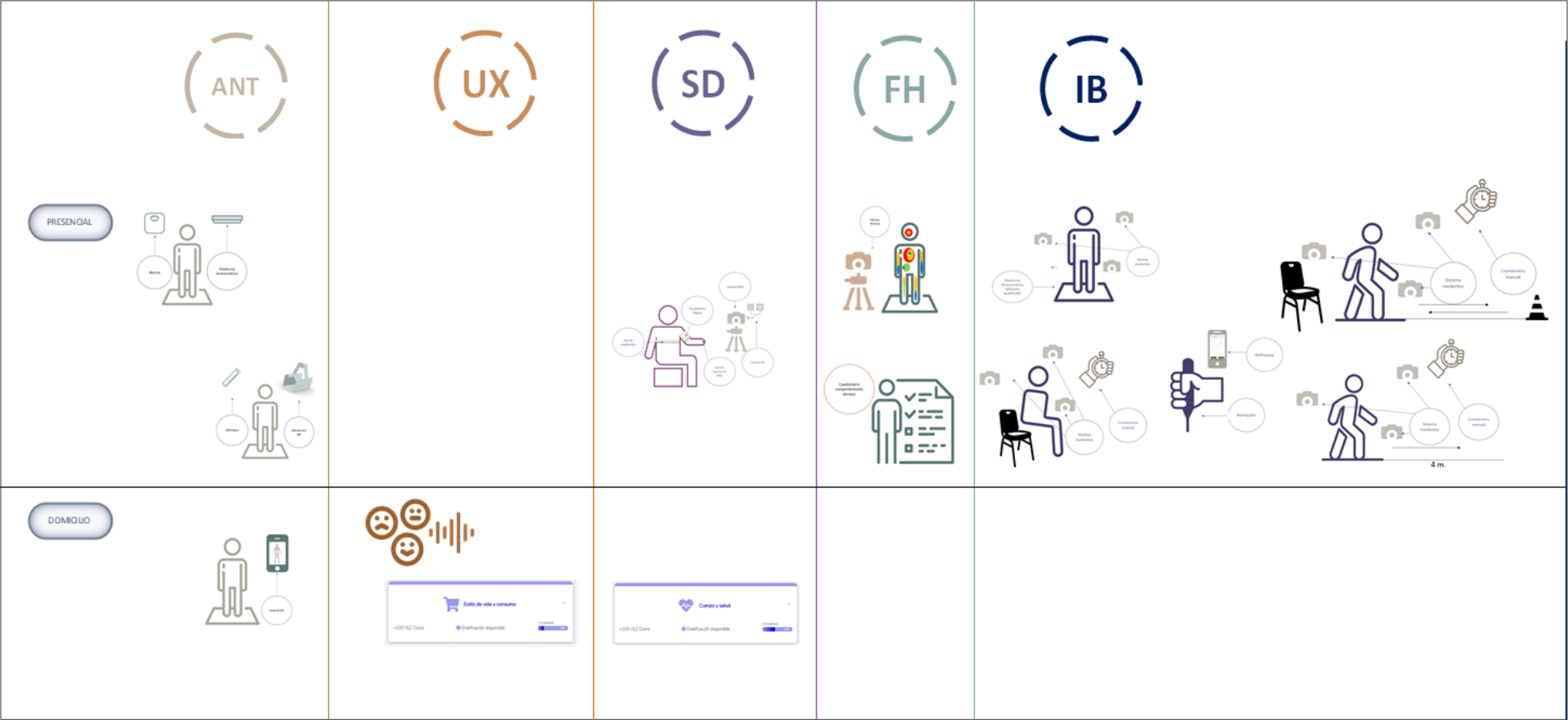
Así, se ha realizado un trabajo de selección de variables y definición de un protocolo de registro que integre las variables seleccionadas en un repositorio único como es la plataforma VLC_DATA (<https://valenciadata.ibv.org>) donde el usuario posee sus datos personales.

Se han definido una serie de variables que permiten caracterizar al Humano Digital de forma básica e inicial desde distintas perspectivas: antropométrica, funcional, física, fisiológica, cognitiva, etc.

Se han descrito los procedimientos de medida para la recogida de cada una de estas variables.

Protocolos presenciales: Estos procedimientos de captura y registro de variables se realizan de forma presencial en el espacio HUMANO DIGITAL, en las instalaciones del IBV. Las variables recogidas se cargan en la información del usuario disponible en su cuenta personal en la plataforma VLC_DATA.

Protocolo domiciliario: Esta recogida de variables la realiza el usuario en su propio domicilio. Se recoge la información a través de los cuestionarios y pruebas que el usuario puede encontrar en su cuenta personal disponible en la plataforma VLC_DATA y que se cargan en su perfil personal.



Flujo de registro de variables de HUMANO DIGITAL.



Actividad BASE en I+D independiente



Actividad base en I+D independiente durante 2024

Actividades de inteligencia competitiva y de protección de la I+D

ACTIVIDADES DE PROTECCIÓN DE LA I+D

La protección de la I+D conlleva todas aquellas actividades encaminadas a proteger las creaciones del intelecto, tales como las invenciones y las obras científicas, entre otras, asignando los derechos jurídicos sobre las mismas a sus legítimos creadores.

Tras explorar la necesidad de proteger los resultados y conocimientos generados en las líneas de investigación de las Áreas de Aplicación de Conocimiento del IBV, durante 2024 se decide proteger los siguientes programas de ordenador:

- Modelo de predicción del nivel de molestias a partir de parámetros psicoacústicos.
- Software para la estimación del nivel de estrés en personas a partir de señales fisiológicas y perfilado de las personas.
- Software para el registro de la frecuencia cardíaca mediante cámaras NIR (Near- Infrared).
- Software para el registro de la FC, HRV, FR, SPO2, TA y PA sin contacto (v2).

ACTIVIDADES DE INTELIGENCIA COMPETITIVA

BLOQUE 1. SELECCIÓN DE TENDENCIAS DEL ENTORNO DE ESPECIAL RELEVANCIA

1. SMART CITY 4.0

Una estrategia para abordar la gestión sostenible de los recursos, en ciudades con poblaciones en aumento, es el empleo de las tecnologías de la información y la comunicación (TICs). El desarrollo del internet de las cosas (IoT, Internet of Things) por el que los ciudadanos emplean de forma cotidiana aplicaciones que generan multitud de datos en la red, unido a la proliferación de sensores que monitorizan diversas infraestructuras del entorno urbano y los sistemas de información capaces de procesar cantidades ingentes de datos en tiempo real, han ido dando forma al concepto de smart city o ciudad inteligente.

Sin embargo, este concepto de smart city se ha moldeado con el paso del tiempo arrancando desde una perspectiva muy centrada en la implementación de tecnología y aplicaciones inteligentes en el contexto urbano, hacia una aproximación en la que existe una implicación más activa de los ciudadanos en términos de sostenibilidad y estándares de vida, y hasta complementar esta visión con una fórmula más integradora con el medio ambiente y con el resto de seres vivos (no solo las personas) a la que algunos autores han acuñado como **“Smart City 4.0”** (o incluso 5.0), es decir, un ecosistema circular conectado digitalmente, centrado en la naturaleza y sus habitantes y movido por la sostenibilidad. Dada esta concepción multidisciplinar y los diferentes intereses de cada urbe, es posible generar diferentes planteamientos de ciudades inteligentes, como es el caso de **Londres o Barcelona**, donde la primera de

Actividad BASE en I+D independiente

estas ciudades se ha orientado en mayor medida al aprovechamiento del potencial de las tecnologías Big Data, mientras que la capital catalana ha orientado su modelo hacia la democratización de las infraestructuras TIC con una perspectiva de desarrollo muy centrada en la ciudadanía (por y para las personas). En esta misma línea, una de las capitales europeas que presenta una mayor aproximación a este concepto más evolucionado –ecológica y socialmente– de smart city (4.0 o 5.0) es **Berlín**, que ocupa los primeros puestos en el ranking mundial “Cities in Motion Index” de ciudades más inteligentes y enfocadas a la sostenibilidad y calidad de vida de sus habitantes, y mantiene un perfil urbanístico muy “natural” donde aproximadamente un 18% del espacio total son áreas de bosque, un 13% son espacios públicos verdes y un 11% son zonas agrícolas y de aguas abiertas.

Entre las diferentes tipologías de organizaciones y agentes involucrados en el sistema de valor de la smart city, desde el punto de vista de la oferta destacan dos principalmente: por un lado, los proveedores de productos/servicios para dotar de inteligencia al entorno urbano (ej. las empresas que proporcionan conectividad a las partes o plataformas de integración de servicios e información) y, por otro lado, los prestadores especializados de servicios urbanos (ej. empresas sectorizadas de energía, movilidad, gestión de residuos, etc. y de servicios integrales en estas áreas).

El modelo de ciudad inteligente se configura sobre la base de distintos ámbitos temáticos (medioambiente, ciudadanía, gobernanza, etc.) en su vertiente “smart”. Entre las parcelas más representativas en este sentido destaca, por ejemplo, el ámbito del transporte y la movilidad, para el que la “Estrategia de Movilidad, Segura, Sostenible y Conectada 2030” en nuestro país plantea una transformación fundamentada en la movilidad como servicio (MaaS), la intermodalidad, la conducción autónoma, el vehículo conectado, la teleconducción o el mantenimiento predictivo, cuyo impacto económico a escala mundial se cifra en 7 billones de dólares para el segmento de vehículos autónomos en 2050, de 1,2 billones de euros en servicios de movilidad para 2030, y de 450.000-750.000 millones de dólares en la monetización de datos de los vehículos. En el caso particular de España se prevé un considerable aumento en el PIB de las áreas de conectividad, electrificación y coche eléctrico (previsiones de Nissan valoran estas tres áreas hasta en un 15% del PIB en 2030).

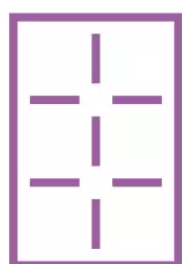
Asimismo, en el terreno de la gestión de los residuos urbanos, el enfoque es ir más allá de la optimización en la realización de las tareas de recogida y tratamiento de los residuos, para poner el énfasis en lograr anticiparse y predecir la generación de estos residuos para, por un lado, asegurar un servicio de calidad y, por otro lado, aportar conocimiento de valor para el ciudadano y el gobierno local. Se pretende así contribuir a mitigar los efectos de la gran problemática asociada a la generación de residuos a escala global que –debido al crecimiento poblacional y de los niveles de consumo– se prevé que aumente de unos 2.000 millones de toneladas anuales a unos 3.400 millones de toneladas al año en 2050 (es decir, un incremento del 70%), así como vía de solución también para los desafíos que plantea la recogida y el tratamiento de residuos en términos de economía circular ya que, por ejemplo, España deposita en vertedero alrededor de un 54% de los residuos generados (superior al 45,5% de promedio de la UE, y muy por encima del 6,9% de Bélgica, el 14,2% de Italia o el 18,1% de Alemania) y desde Europa ya se ha exigido normativamente al conjunto de países una reducción de la deposición en vertederos hasta el 10% para el año 2035.

En el apartado de la energía, uno de los principales retos a manejar tiene que ver con cuestiones de sostenibilidad en los edificios, puesto que el stock de estas construcciones es el mayor consumidor de energía. En concreto, representan el 40% del consumo de energía en la UE y, en España, son responsables

Actividad BASE en I+D independiente

del: 36% del uso total de la energía; 65% del consumo de electricidad; 30% de las emisiones de GEI (gases de efecto invernadero); 30% del uso de materias primas; 30% de los residuos que van a vertedero; y 12% del uso del agua potable. Las posibilidades que ofrece la digitalización y las soluciones de analítica avanzada en el campo de la domótica y la inmótica deben aprovecharse decididamente para encarar otras de las metas importantes para la sostenibilidad energética y la transición ecológica en España, y que están recogidas en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC). Uno de los pilares de este plan es la eficiencia energética, y en materia de edificación plantea, entre otros objetivos, la mejora de dicha eficiencia energética en un total de 1,2 millones de viviendas y la renovación energética de al menos el 3% de la superficie edificada pública para los tres niveles de Administraciones Públicas (Administración Central, Autonómicas y Locales). Se estima que el PNIEC va a generar un aumento del PIB de entre 16.500 y 25.700 millones de euros al año hasta 2030, donde las medidas de ahorro y eficiencia energética se sitúan en torno a los 5.000 – 7.000 millones de euros, es decir, que tendrán un peso que oscilará desde un 20% hasta un 42% aproximadamente del impacto total sobre el PIB.

Una de las soluciones más interesantes para la mejora de la gestión energética de los edificios ha sido **“Mesa”** –impulsada por Sidewalk Labs (la división de innovación urbana de Google)–, un set autoinstalable de múltiples sensores (de temperatura, humedad, movimiento y proximidad) que, operando con internet de las cosas (IoT) y sobre distintas estancias de un recinto, aporta medidas en tiempo real de optimización del consumo de energía y de mejora del confort de los ocupantes llevando a cabo un control dinámico de la climatización y monitorización de los enchufes (con su uso estiman un ahorro de hasta un 20% de la factura eléctrica en el edificio).



MESA



En la cadena de valor de la gestión de residuos urbanos destaca la empresa **AMP Robotics**, que ofrece soluciones de automatización inteligente para aumentar la eficiencia en los procesos eminentemente manuales y mecánicos del tratamiento de residuos. Para ello se apoya en tecnología robótica y en desarrollos basados en visión artificial para el reconocimiento y manipulación de objetos e identificación de materiales con un nivel de precisión del 99%. Así, su sistema no solo es capaz de diferenciar entre desechos de polipropileno, poliestireno y distintas variantes de polietileno, sino que también puede clasificar por color, claridad, opacidad y formas (ej. tapas, vasos, tarrinas) e, incluso, ofrece la posibilidad de distinguir las marcas en los envases. La empresa ha llevado a cabo una experiencia piloto en Toronto en la que ha monitorizado, analizado y clasificado la basura de una comunidad de 250 viviendas a fin de proporcionar a los residentes información sobre sus hábitos de reciclaje y feedback para ayudar a mejorarlos.

Actividad BASE en I+D independiente



Por su parte, en el terreno de la inteligencia ambiental, la startup valenciana **Green Urban Data** ofrece soluciones para combatir los efectos del cambio climático detectando y aportando recomendaciones para los espacios urbanos más vulnerables ambientalmente a partir del seguimiento de indicadores clave como, por ejemplo, la temperatura por zonas o barrios, además de ayudar al diseño de alternativas de movilidad más saludables dentro de su demarcación geográfica (por ejemplo, rutas con menos concentración de alérgenos, menos contaminación acústica o más zonas de sombra).



Por lo que respecta al potencial económico global de las ciudades inteligentes, éste se prevé de una enorme magnitud. Según los datos proporcionados por Statista, el gasto global en iniciativas relacionadas con smart cities por parte de territorios, empresas y otros agentes del sector privado superó los 608.000 millones de dólares en el año 2019 (se prevé que estas inversiones vayan en aumento en los próximos años por toda la geografía mundial). Con respecto a este volumen de mercado según áreas temáticas, se aprecia que el ámbito de la movilidad es el segmento más cuantioso al superar los 115.000 millones de dólares del gasto global, seguidos del terreno de la energía y la edificación.

En España, **Cataluña** ha sido la comunidad autónoma pionera en dimensionar su sector de smart city, conformado por aquellas empresas que ofrecen servicios y soluciones inteligentes para la gestión urbana de la ciudad en sus diferentes verticales y que en 2018 generaron un negocio de 9.717 millones de euros, alrededor del 4% del total del PIB catalán.

En el caso de la **Comunitat Valenciana** la mejor representación del sector de la ciudad inteligente viene de la mano del Think Tank Smart Cities (TTSC), grupo de trabajo orientado al negocio en el ámbito de las smart cities que aporta soluciones integrales mediante la colaboración público-privada y que se centra en múltiples áreas de interés como: (1) innovación social; (2) energía; (3) medio ambiente, infraestructuras y habitabilidad; (4) movilidad urbana; o (5) gobierno, economía y negocios. Esta red cuenta con 193 miembros, de los que 96 son empresas y 74 municipios, logrando así impactar y mejorar

Actividad BASE en I+D independiente

la calidad de vida de 4 de cada 10 valencianos, además de haber conseguido movilizar 165 millones de euros de inversión en proyectos de smart city en localidades de la Comunitat.

Por su parte, como ejemplo paradigmático de smart city dentro de la Comunitat cabe destacar a la **ciudad de Valencia**, que en 2014 inició el proceso para convertirse en una ciudad inteligente y fue una de las primeras ciudades europeas en contar con una plataforma de ciudad basada en estándares abiertos e interoperables. Algunas reseñas de relevancia de la plataforma de ciudad inteligente de Valencia son las siguientes:

- Dispone de un cuadro de mandos en el que se integran más de 750 indicadores.
- En su entorno software de Big Data se han generado unos 100 gigabytes de datos.
- Los sensores desplegados (o en proceso de despliegue) que envían datos a la plataforma suman unos 12.500 dispositivos.
- Se cuenta con un portal de datos abiertos que contiene un catálogo en el que hay publicados más de 130 conjuntos de datos en 800 formatos distintos.
- Emplea un sistema de información geográfica (SIG municipal) que aglutina datos sobre recursos existentes en la ciudad con 68 servicios integrados en más de 350 capas de información geoposicionadas de la ciudad.

2. SALUD INTELIGENTE Y CONECTADA

El desarrollo tecnológico y su aprovechamiento en el campo de la salud está evolucionando rápidamente y ofreciendo posibilidades que, hasta hace relativamente pocos años, nos podían parecer difícilmente alcanzables. Instrumentos de bajo coste como cámaras o sensores presentes en dispositivos móviles permiten aportar datos precisos y fiables sobre parámetros de salud de las personas, situándose así como una fuente de información alternativa a las herramientas o equipamientos profesionales utilizados tradicionalmente desde los servicios sanitarios. Además, la digitalización del entorno cotidiano, junto con la expansión de conceptos y tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT), la Inteligencia Artificial (IA) y los entornos conectados o inteligentes, abren nuevas posibilidades para la obtención de grandes cantidades de medidas, siendo fundamentales aquellas que ofrecen una mayor representatividad y aceptación del concepto real que se quiere medir en el entorno “natural” de las personas afectadas.

En esta evolución se ha pasado primero por una fase de “**connected health**”, basada en el uso de dispositivos móviles y aplicaciones para permitir que los pacientes intercambien información con sus médicos de forma remota. Este concepto ha progresado hacia el de “**smart health**”, en el que los smartphones convencionales se utilizan junto con otros aparatos y *gadgets* basados en el IoT, ofreciendo la oportunidad de una monitorización continua e, incluso, en la que la persona toma mayor protagonismo en la generación y gestión de su “huella de salud” de acuerdo a su forma de vida. Estos datos no sólo son útiles a nivel particular (para los intereses de un determinado paciente), sino que pueden agruparse y tratarse mediante recursos de *Big Data* para estudiar y predecir las tendencias de la atención sanitaria en distintos niveles de agregación y, de esta forma, tomar decisiones políticas o estratégicas bien informadas para adaptar las medidas a las necesidades reales de la ciudadanía de forma temprana.

Este planteamiento adquiere una especial relevancia en cuestiones como, por ejemplo, el creciente **envejecimiento poblacional**. Según aumenta la esperanza de vida, el segmento de personas mayores

Actividad BASE en I+D independiente

crece de forma exponencial. Para hacer que esta realidad sea sostenible, es crucial entender cómo se puede promover de forma eficaz un envejecimiento saludable y prevenir enfermedades como las neurodegenerativas en este colectivo. En este sentido resultan necesarios nuevos modelos de gestión del riesgo y atención sociosanitaria del envejecimiento que posibiliten la prescripción óptima de recursos personalizados. Una aproximación así requiere de medios como la Inteligencia Artificial (IA), el procesamiento y analítica de datos masivos o un mayor grado de sensorización, que permita el registro en tiempo real de datos de la vida cotidiana de las personas mayores ya sea en entornos domiciliarios, urbanos o institucionales. Sin embargo, como paso previo, es crítico conocer, comprender y analizar las necesidades y comportamientos de este segmento, identificando los parámetros que definen cómo interactúan con el entorno, y cómo dicho entorno afecta sobre su salud en todas sus dimensiones (física, cognitiva, psicológica y social) cuando realizan las actividades de la vida diaria.

Es en este punto donde surge uno de los principales desafíos a los que se enfrentan en la actualidad las entidades sanitarias: la escasa información de valor, en términos comparativos, que los sistemas sanitarios disponen de las personas para desarrollar su labor. Se estima que **sólo un 10% de la información que explica nuestro estado de salud es registrada en los sistemas de historias clínicas electrónicas**. Además, este registro se realiza de manera puntual y estática, generalmente asociados a episodios agudos o traumáticos. Por otro lado, a pesar de los grandes avances realizados en la disponibilidad de métodos y técnicas –cada vez más accesibles– para la determinación de nuestros factores de salud de origen “interno”, relacionados con nuestro código genético, su aplicación práctica es todavía muy incipiente y determinan solo un 30% de los datos que explican la situación de salud de un individuo. Queda, por tanto, un **60% de información de carácter “externo”, los datos propios de cómo vivimos y nos relacionamos con el entorno**, que se escapan de los sistemas médicos y que tienen la mayor influencia en el estado y pronóstico de la salud de las personas. En este sentido, según los responsables de la división Watson Health de IBM, una persona genera de media unos 1.100 terabytes de información relacionada con su salud a lo largo de su vida, volumen que hace extremadamente difícil su registro, cuantificación y procesamiento con los estándares actuales.

En esta línea los **sistemas de Big Data** se han convertido hoy en día en un motor muy importante para la investigación y la innovación en muchos sectores, incluido el sanitario, gracias a los resultados y conocimientos que se obtienen mediante el procesamiento masivo de información. Análogamente el uso de **tecnologías habilitadoras como la IA o el IoT** dan pie a obtener y operar con los datos para comprender el estado de salud de las personas, por medio de herramientas innovadoras particularmente encaminadas a aportar valor a la toma de decisiones clínicas, a incrementar la eficiencia de la atención sanitaria y a mejorar la propia experiencia de profesionales y pacientes. Se estima que estas tecnologías mejorarán los resultados del diagnóstico hasta un 40% y permitirán reducir el coste de los tratamientos en un 50%.

Desafortunadamente **la digitalización en salud en nuestro país solo ha conseguido enraizar de forma muy superficial**, tal y como pone de relieve el informe sobre madurez digital en salud realizado por la Federación Española de Tecnologías Sanitarias (FENIN), en su papel de patronal del sector.

Con todo, la situación de pandemia derivó hacia una necesidad imperiosa de transformación del sistema sanitario que ha favorecido **el impulso de la demanda de soluciones digitales** y acelerando los plazos de implantación inicialmente pronosticados en activos tecnológicos tales como los recursos de

Actividad BASE en I+D independiente

telemedicina, los instrumentos sensorizados para monitorizar constantes vitales de los pacientes, o las herramientas de ayuda a la decisión clínica (p.ej. basadas en IA).

Precisamente las **tecnologías basadas en IA** presentan un gran potencial para dar soporte a los sistemas sanitarios y, en el caso particular de los sistemas de salud europeos, estas soluciones revelan un **impacto socioeconómico considerable**. En concreto, se estima que su uso permite salvar alrededor de 400.000 vidas al año, recortar costes sanitarios por valor de 200.000 millones de euros y liberar en torno a 1.800 millones de horas anuales de trabajo de los profesionales sanitarios. La categoría de aplicaciones de IA con la mayor contribución a este impacto son los dispositivos llevables o wearables (cuyo aprovechamiento supone aproximadamente un 80% del número de vidas salvadas, un 25% del ahorro de costes y un 20% del tiempo liberado a los profesionales), seguida de los dispositivos de monitorización fisiológica para el seguimiento inteligente de los pacientes tanto in situ (instalaciones clínicas) como en remoto (entorno extrahospitalario). No obstante, para el completo despliegue del potencial de la IA en el contexto sanitario es necesario superar barreras de distinta índole, entre las que destacan –más allá de las de tipo legal o financiero– las relacionadas con los datos (fragmentación, interoperabilidad, calidad y privacidad de los mismos) y las organizacionales (el nivel de digitalización, la necesaria capacitación de los profesionales en el uso de estas tecnologías o el cambio de paradigma desde un enfoque reactivo de asistencia a otro proactivo de prevención).

Por su parte, el **aprovechamiento del concepto de *smart health*** para generar valor en el proceso de atención y cuidado a los pacientes **va en la línea de las grandes prioridades recogidas en las estrategias, planes y políticas gubernamentales de salud** vigentes (tanto de carácter nacional como supranacional) que, en última instancia, aspiran a lograr sistemas sanitarios más eficientes, accesibles, inteligentes, digitales, sostenibles y resilientes y, para ello, marcan la hoja de ruta a seguir por parte del tejido empresarial como eje fundamental para ofrecer productos y servicios de valor añadido enfocados a la consecución de esta visión.

A este respecto, el grupo ***Strategic Forum on Important Projects of Common European Interest*** (*think tank* o grupo de expertos de alto nivel de la Comisión Europea) destaca que *‘es importante comprender que la cadena de valor estratégica en smart health va más allá de los datos de salud solamente’*, donde resulta fundamental explotar claros ámbitos de oportunidad como (1) medicina personalizada; (2) atención sanitaria remota; (3) surgimiento de la *silver economy* o economía de los seniors; (4) oportunidades tecnológicas en IA, robótica, etc.; y (5) prevalencia de las patologías crónicas.

IPCEI in the health sector

En España, el **“Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia”**, a través de su Componente 18 (“Renovación y ampliación de capacidades del Sistema Nacional de Salud”), recoge específicamente la inversión en un “lago de datos” (data lake) sanitario –repositorio de grandes volúmenes de datos sin procesar y de fuentes diversas, diseñado especialmente para cuando se desconoce el ámbito de estos datos o su uso concreto, y que permite un análisis flexible y en bruto de este contenido– para albergar los datos *‘de los sistemas de información, con el objetivo de proporcionar un análisis masivo con capacidad de respuesta en tiempo real para la identificación y mejora del diagnóstico y tratamiento, identificación de factores de riesgo, análisis de tendencias, identificación de patrones, predicción de situaciones de riesgo sanitario y programación de recursos para su atenciónincluyendo algoritmos de*

Actividad BASE en I+D independiente

inteligencia artificial, y utilizando nuevas arquitecturas de sistemas escalables y nuevas herramientas de procesamiento y descubrimiento de modelos’.



Adicionalmente, la “Estrategia Española de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2027” (EECTI) tiene como finalidad priorizar y dar respuesta a los desafíos de los sectores estratégicos nacionales en ciencia y tecnología avanzada para la transferencia de conocimiento y la promoción de la I+D+I hacia el tejido empresarial español. La salud es uno de estos sectores y presenta entre sus líneas estratégicas las “Nuevas técnicas diagnósticas y terapéuticas”, entre cuyos ámbitos de intervención sobresalen (1) las nuevas técnicas diagnósticas basadas en imagen, (2) los sensores, y (3) la salud digital, y a través de las que se pretende incrementar la aportación de valor de los agentes clave en el ámbito de la salud, donde la investigación y la innovación tecnológica resultan esenciales para llevar al mercado soluciones competitivas, entre otras, aquellas que facilitan la transformación digital de la sociedad.



3. ECONOMÍA SIN (O DE BAJO) CONTACTO

El increíble ritmo alcanzado por el desarrollo de la tecnología en las últimas décadas nos está permitiendo gozar de innumerables comodidades en los distintos ámbitos de nuestra vida (personal, profesional, familiar, etc.). El surgimiento de nuevas necesidades de los consumidores debido, entre otras muchas razones, a un mundo sumido en un persistente entorno VUCA (volátil, incierto, complejo, ambiguo) y a los avances en políticas que intentan seguir la estela de las realidades y evolución de la sociedad, hace que las empresas no puedan conformarse con simples mejoras incrementales de su oferta de productos o servicios, sino que deben centrarse en saltos cualitativos cuyo logro solo parece posible de forma ágil a través de los procesos de innovación. Circunstancias como la situación de pandemia han acelerado enormemente el proceso de integración habitual de las innovaciones tecnológicas, sobre todo en áreas como la salud digital o el comercio electrónico, donde la curva de adopción de este tipo de soluciones ha experimentado un claro apuntamiento en los primeros grupos de usuarios pioneros (*early adopters* o mercado precoz).

Estas innovaciones que venimos acogiendo desde hace tiempo con los brazos abiertos han conseguido difuminar la distancia geográfica, la necesidad de ciertos objetos (ej. llaves, dinero en efectivo), las

Actividad BASE en I+D independiente

tradicionales formas de consumir o, incluso, nuestra intervención activa para según qué rutinas. Con respecto a esto último, ahora nos parece más que normal que una puerta de un comercio se abra automáticamente cuando nos acercamos a ella, que un título de transporte urbano se valide con solo aproximarlo a la canceladora, encender la luz de una estancia con una palmada o pasar sin detenernos el peaje de una autopista gracias al sistema VIA-T. Sin embargo, estos gestos que tan poco sorprenden ahora mismo forman parte de lo que, en su momento, era el alumbramiento de una incipiente **tecnología sin contacto**. Desde estos inicios el sector financiero ha conseguido desarrollar ampliamente los medios de pago hacia fórmulas *contactless*, hasta el punto de que ya no es necesario disponer ni siquiera de una tarjeta bancaria para comprar, sino que el omnipresente smartphone es capaz de encargarse de ello. El coronavirus no hizo más que agudizar esta tendencia como forma de preservar las medidas de distancia e higiene necesarias para evitar contagios, impulsando a lo que se ha dado en llamar la **economía “sin contacto” o “de bajo contacto”**. La consultora Board of Innovation la define como *“un nuevo estado de nuestra sociedad y economía [...] caracterizada por interacciones de escaso contacto, medidas sanitarias y de seguridad, nuevos comportamientos humanos, y cambios duraderos en la industria”*.

La implantación de las tecnologías sin contacto está siguiendo una progresión tal, que se espera que en 2027 su **volumen de mercado** global supere los 27.500 millones de dólares, de los que alrededor del 25% se movilizarán entre Europa y los principales mercados en América (USA y Canadá) y Asia (China y Japón), y en el que se destaca que las soluciones basadas en cámaras prevén obtener un crecimiento anual acumulado por encima del 16%.

Precisamente en el **ámbito de la salud** se ha extendido el uso de sensores portables y no invasivos como **cámaras de vídeo** que, junto con técnicas avanzadas de datos como la inteligencia artificial, permiten la captura de datos en un entorno realista y son capaces de resolver las limitaciones de técnicas de registro convencionales: su precio, no portabilidad, los tiempos de uso o los requisitos de espacio. Estas tecnologías flexibles y de bajo coste han abierto un extenso abanico de nuevas posibilidades, favoreciendo la realización de medidas más rápidas y ampliando su potencial hacia otras aplicaciones como la medida de la respuesta fisiológica para caracterizar el estado emocional y/o cognitivo de los usuarios, al presentar una mayor invisibilidad (al no estar en contacto con el sujeto) y donde el análisis de imagen facilita la detección o estimación de parámetros como la respiración, así como monitorizar la atención, la postura adoptada o los gestos para interpretar el estado de la persona. Estas funciones resultan muy útiles, por ejemplo, en tareas de **monitorización de la conducción**, especialmente de cara al desarrollo de vehículos autónomos donde el rol del conductor es más pasivo.

La empresa española **Irisbond** trabaja con sus dispositivos de seguimiento de la mirada (*eye-tracking*) tanto en esta misma área del campo de la automoción como en otros como el sector industrial (ej. para dar órdenes/instrucciones a máquinas o robots), neurociencias (ej. para identificar patrones de comportamiento frente a estímulos) o en sanidad (para facilitar la comunicación, la personalización de tratamientos o la detección precoz de enfermedades).



Actividad BASE en I+D independiente

También en el ámbito del diagnóstico médico investigadores de la **Universidad de Waterloo (Canadá)** tienen patentada una tecnología denominada *photoacoustic remote sensing (PARS)* basada en un sistema de imagen láser sin contacto que facilita la detección temprana y tratamiento de patologías que generan pérdida aguda de la visión como el glaucoma, la degeneración macular o la retinopatía diabética.



**UNIVERSITY OF
WATERLOO**

Asimismo, **Gestoos** (ahora integrada en PreAct Technologies) ha desarrollado una solución basada en IA que permite a los usuarios interactuar de forma natural con cualquier sistema, software o aplicación haciendo que cámaras y sensores sean capaces de captar, comprender y responder a comportamientos y movimientos de las personas en cualquier entorno o contexto; en pocas palabras, algo similar a lo que veíamos hacer con sus manos al actor Tom Cruise en la película *Minority Report*. Así, avances técnicos como la **banda milimétrica (mmWave)** –impulsada por las redes 5G– pueden revolucionar más todavía estos desarrollos al mejorar la precisión en la captura de movimientos de dedos o manos, de gestos o, incluso, en el registro de constantes vitales.



Otro de los segmentos de actividad económica que ha consolidado unos hábitos de consumo sin contacto es el **comercio electrónico**. Las compras online, particularmente en el sector de **indumentaria**, han experimentado un crecimiento muy importante a nivel mundial. En el caso de soluciones de **ajuste personalizado** a las dimensiones corporales del usuario, estos servicios han madurado mucho, sobre todo en la parte de calzado, y ya se encuentran distintos softwares o apps móviles que lo realizan con solvencia a partir de imágenes o grabaciones tomadas por el propio consumidor. No obstante, una de las principales limitaciones que aparecen en las ventas de ropa o calzado por internet es la imposibilidad para el comprador de probarse el producto antes de comprarlo, de forma que las tecnologías actuales de **recomendación de tallas** no garantizan una selección de talla correcta. Tal es el problema, que este sector tiene la tasa más alta de devoluciones de todo el e-commerce: más del 40% de los artículos de indumentaria comprados por internet se devuelven. Por lo tanto, los gastos por devoluciones suponen un coste muy elevado a las empresas de este sector. Para evitar este lastre el futuro pasa por implementar sistemas inteligentes de recomendación –de forma similar a los métodos de personalización basados en el ajuste– que aseguren la selección de la talla adecuada para cada prenda sin necesidad de llegar a probársela.

BLOQUE 2. ESTUDIO DE DIMENSIONAMIENTO Y CARACTERIZACIÓN DE INSTALACIONES Y ESPACIOS DEPORTIVOS EN LA COMUNITAT VALENCIANA

Según el *Censo nacional de instalaciones deportivas 2005*, una instalación deportiva es un espacio de uso colectivo donde se ha construido o hecho alguna actuación o adaptación para que se pueda hacer

Actividad BASE en I+D independiente

actividad físico-deportiva de manera permanente, o que sea de general reconocimiento para la realización de estas actividades. Las instalaciones deportivas se componen de espacios donde se hace actividad físico-deportiva. Estos espacios se denominan *espacios deportivos*.

Las instalaciones deportivas pueden disponer, además, de otros espacios que apoyan a la práctica deportiva (vestuarios, graderíos, almacén deportivo, etc.) y que son calificados como *espacios complementarios*. Por otro lado, las instalaciones suelen complementar la oferta estrictamente deportiva con otros servicios que no están relacionados directamente con los espacios deportivos (guardería, peluquería, cafetería, etc.), identificados como *servicios auxiliares*.

ESPACIOS DEPORTIVOS

1.1. Tipo o categorías de espacios deportivos

Según el *Censo nacional de instalaciones deportivas 2005*, una instalación deportiva la forman los espacios deportivos y complementarios situados en un recinto común y que tienen un funcionamiento dependiente y homogéneo. Según las características básicas de los espacios deportivos, se clasifican de acuerdo con los tres grandes grupos siguientes:

- a) *Convencionales*: espacios construidos para la práctica deportiva que corresponden a las tipologías más tradicionales. Disponen de referentes reglados con dimensiones establecidas, a pesar de que no se ajustan en todos los casos. Los espacios convencionales son los espacios de práctica característica de instalaciones como por ejemplo pistas, frontones, pabellones, campos, piscinas, salas, velódromos, pistas de atletismo, etc.
- b) *Singulares*: espacios construidos para la práctica deportiva que, a pesar de que puede estar reglada, presentan unas características adaptadas a cada tipo. Son espacios más específicos y, generalmente, tienen unas necesidades espaciales que hacen que la distribución sea desigual sobre el territorio. Los espacios singulares son los espacios de práctica característicos de instalaciones como, por ejemplo, campos de golf, estaciones de esquí, circuitos de velocidad, carriles de bicicleta, campos de tiro, etc.
- c) *Áreas de actividad*: espacios no estrictamente deportivos, como por ejemplo las infraestructuras y los espacios naturales, sobre los cuales se despliegan actividades físico-deportivas porque se han adaptado o se usan habitualmente para estas actividades. Las áreas de actividad son los espacios de práctica característicos de instalaciones, como por ejemplo puertos deportivos, refugios de montaña, aeródromos, etc.

En la Comunidad Valenciana hay 14.954 espacios deportivos, de los cuales 14.472 corresponden en espacios deportivos convencionales, 353 son espacios deportivos singulares y 129 son áreas de actividad.

1.2. Titularidad pública o privada de los espacios deportivos

Según el *Censo nacional de instalaciones deportivas 2005*, los espacios deportivos de titularidad privada representan el 42,39% del total de los espacios deportivos de la Comunidad Valenciana. Se trata de un dato que muestra un equilibrio entre espacios públicos y privados. Así, del total de 14.954 espacios destinados a la práctica deportiva, el 57,61% de espacios de titularidad pública implica un porcentaje inferior a la media estatal, situada en el 65,50%.

1.3. Distribución por provincias

Actividad BASE en I+D independiente

De acuerdo con el *Censo nacional de instalaciones deportivas 2005*, los espacios deportivos localizados en la provincia de Alicante eran el 33,9% del total (5.074 espacios), mientras que la provincia de Castelló reunía el 13,8% de estos espacios (2.060 espacios) y la provincia de València, el 52,3% (7.820 espacios).

Estos valores, con relación a la población, indican que en Alicante hay aproximadamente un espacio deportivo por cada 364 habitantes, en la provincia de Castelló hay uno por cada 276 habitantes y en la de València hay uno por cada 324 habitantes. La media española se sitúa alrededor de un espacio deportivo por cada 265 ciudadanos.

La distribución según la propiedad –pública o privada– de estas superficies por provincia revela que Alicante muestra una proporción más alta de espacios de titularidad privada (más del 46,5% del total de espacios deportivos en esta provincia), en comparación con Castellón y Valencia (que solo llegan a un porcentaje de borde el 40% cada una).

Respecto a la tipología concreta de espacios convencionales (la categoría más numerosa de las tres mencionadas), tenemos que en la provincia de Alicante hay 2.170 espacios que son de propiedad pública municipal, cifra que representa el 44,6% de los espacios convencionales de esta provincia. En la provincia de Castellón hay 1.023, que representan el 50,9% de sus espacios convencionales. Y en la provincia de Valencia, también en este mismo tipo de propiedad pública municipal, hay 3.612, que representan el 47,5% de los espacios convencionales a escala provincial.

1.4. Modalidades deportivas que se pueden practicar a los espacios deportivos

Como se ha avanzado más arriba, según la clasificación presentada en el *Censo nacional de instalaciones deportivas 2005*, un espacio deportivo engloba los tipos de espacios siguientes:

- a) *Convencionales*: pistas, pistas pared, campos, espacios longitudinales, vasos de piscina, salas.
- b) *Singulares*: campos de golf, circuitos de motor, circuitos de carrera a pie, circuito para bicicleta, canal de remo y piragüismo, zona de deportes de invierno, espacios de hípica, rocódromos, pistas de monopatín y patín en línea, pistas de modelismo, campos de tiro, zonas de juegos populares y otros espacios.
- c) *Áreas de actividad*: áreas terrestres, áreas aéreas y áreas acuáticas.

1.5. Comparación con datos nacionales y europeos

Una visión general muestra que los 14.472 espacios deportivos convencionales de la Comunidad Valenciana representan casi el 10% del conjunto estatal según el *Censo nacional de instalaciones deportivas 2005*. Dentro de estos datos es significativo el alto número de pistas con pared, que son el 14,96% del total que hay en todo el país, destinándose a frontones en casi un 50%, cifra que corrobora el alto nivel de práctica del frontenis, una modalidad muy arraigada en Valencia.

En cuanto a los espacios singulares, el porcentaje respecto al nacional es significativamente mes bajo: los 353 presentes en la Comunidad Valenciana representan tan solo el 3,53% de los 10.100 que hay en el conjunto de España.

Un dato similar es el que nos muestra la comparación con las áreas de actividad, puesto que las presentes en la Comunidad Valenciana (129) son tan solo un 2,42% del total nacional (5.312).

Actividad BASE en I+D independiente

Desde la perspectiva continental, no hay datos armonizados a escala europea que reflejen de manera agregada el volumen de espacios deportivos existentes. Del mismo modo, el concepto de *espacio deportivo* tampoco se define de la misma forma en todos los territorios, de forma que no hay posibilidad de ofrecer una comparación entre los datos de la Comunidad Valenciana y las de los otros países europeos en este campo.