



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

ADE

Facultad de Administración
y Dirección de Empresas /UPV

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Facultad de Administración y Dirección de Empresas

Estonia: Un estudio de su transformación digital y sus
implicaciones socioeconómicas.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Administración y Dirección de Empresas

AUTOR/A: Valero Buj, Fernando

Tutor/a: Vega Carrero, Virginia

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024

Resumen

Estonia es reconocida como uno de los países más digitalizados del mundo, destacando por su liderazgo en servicios públicos electrónicos y un ecosistema digital avanzado. Este trabajo analiza su historia reciente y los hitos clave que han impulsado su transformación digital, profundizando en las políticas, infraestructuras y estrategias tecnológicas que han convertido a Estonia en un referente global. Asimismo, se evalúa el impacto de esta digitalización en la economía y sociedad del país, mostrando cómo ha sido un motor esencial para el crecimiento económico mediante el desarrollo de nuevas empresas tecnológicas y mejoras en la eficiencia del sector público.

Resum

Estònia és reconeguda com un dels països més digitalitzats del món, destacant pel seu lideratge en servicis públics electrònics i un ecosistema digital avançat. Este treball analitza la seua història recent i les fites clau que han impulsat la seua transformació digital, aprofundint en les polítiques, infraestructures i estratègies tecnològiques que han convertit a Estònia en un referent global. Així mateix, s'avalua l'impacte d'esta digitalització en l'economia i societat del país, mostrant com ha sigut un motor essencial per al creixement econòmic mitjançant el desenrotllament de noves empreses tecnològiques i millores en l'eficiència del sector públic.

Abstract

Estonia is recognized as one of the most digitalized countries in the world, standing out for its leadership in electronic public services and its advanced digital ecosystem. This paper analyzes its recent history and the key milestones that have driven its digital transformation, delving into the policies, infrastructures, and technological strategies that have made Estonia a global reference. Additionally, this paper evaluates the impact of this digitalization on the economy and the society of the country, showing how it has been an essential driver for economic growth through the development of new technology companies and improvements in public sector efficiency.

Índice

| | |
|---|----|
| 1. Introducción | 5 |
| 1.1 Contexto y Justificación..... | 5 |
| 1.2 Objetivos..... | 5 |
| 1.3 Metodología..... | 6 |
| 2. Historia y contexto de Estonia | 8 |
| 2.1 Estonia durante el siglo XX, hasta la actualidad | 8 |
| 2.2 Perfil de Estonia en la actualidad: Aspectos Socioeconómicos | 9 |
| 3. El proceso de digitalización de Estonia | 12 |
| 3.1 Hitos clave de la digitalización de Estonia | 12 |
| 3.2 Infraestructura tecnológica..... | 14 |
| 4. Indicadores económicos: el impacto de la digitalización..... | 16 |
| 4.1 Producto Interior Bruto (PIB) y crecimiento económico..... | 16 |
| 4.2 Transformación del mercado laboral y la evolución del desempleo | 17 |
| 4.3 Impacto por Sectores | 19 |
| 4.3.1 Sector público | 19 |
| 4.3.2 Sector TIC | 20 |
| 4.3.3 Sector salud..... | 21 |
| 4.3.4 Sector educativo | 21 |
| 4.3.5 Novedades en el sector financiero, manufacturero y comercio electrónico | 22 |
| 5. Comparación de Estonia con otros países en términos de nivel de digitalización | 23 |
| 5.1 Posicionamiento de Estonia dentro de la Unión Europea | 23 |
| 5.2 Comparación de Estonia con España en términos de digitalización | 25 |
| 6. La facilidad para la creación de nuevas empresas en Estonia..... | 28 |
| 6.1 El ecosistema de startups en Estonia..... | 28 |
| 6.2 Factores que facilitan la creación de empresas | 29 |
| 6.2.1 Cultura del emprendimiento..... | 29 |
| 6.2.2 Apoyo gubernamental | 29 |
| 6.2.3 Infraestructura digital | 30 |
| 6.2.4 Sistema tributario | 31 |
| 6.3 Casos de éxito: Unicornios Estonios..... | 33 |
| 7. Problemas y desafíos de la digitalización | 36 |
| 7.1 Brecha digital y acceso desigual a las tecnologías..... | 36 |

| | |
|---|----|
| 7.2 Seguridad cibernética y protección de datos | 38 |
| 8. Planes futuros y retos de la digitalización: la IA, nube y análisis de datos..... | 40 |
| 9. Conclusiones | 42 |
| Bibliografía..... | 45 |
| Anexo I. Relación del trabajo con los objetivos de desarrollo sostenible de la agenda 2030 | 49 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1. Datos económicos de Estonia en comparativa con la UE. | 10 |
| Figura 2. Crecimiento del PIB per cápita en Estonia..... | 16 |
| Figura 3. Desempleo, total (% de la fuerza laboral total) (estimación modelada de la OIT) en Estonia. | 18 |
| Figura 4. Índice de la Economía y la Sociedad Digitales (DESI) clasificación 2022. | 24 |
| Figura 5. Las 10 empresas tecnológicas más valiosas fundadas en Europa Central y Oriental (CEE) después del año 2000..... | 33 |
| Figura 6. Grado de relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). | 49 |

1. Introducción

1.1 Contexto y Justificación

En cuanto al concepto de digitalización se refiere al proceso de convertir procesos analógicos y objetos físicos a formato digital. Esto significa que la digitalización es un proceso en el que ciertas actividades se pueden iniciar a través de un medio digital como una computadora o un teléfono inteligente, generalmente a través de una conexión a Internet. De manera similar, la digitalización significa cambiar el formato de un artículo o documento de físico a digital. Esto significa que los archivos ya no están en papel, sino que se transfieren a la pantalla (Westreicher, 2021).

La sociedad más digitalizada del mundo, así le bautizó la revista Wired en 2016 a la sociedad estonia. El 99% de los trámites oficiales están digitalizados, un total de 1.789, pueden realizarse en cualquier momento. Los estonios tan solo necesitan una conexión a Internet para votar, renovar su carné de conducir, presentar reclamaciones por importes menores a 2.000 euros, hacer la declaración de la renta, impugnar una multa de tráfico, cambiar la dirección de su domicilio, registrar una empresa, firmar documentos... (Collera, 2018)

Este trabajo de fin de grado analiza la transformación digital de Estonia, un referente global en la implementación de tecnologías digitales para mejorar la eficiencia y eficacia del sector público y privado, y su impacto en la economía y la sociedad. El estudio de la experiencia estonia es relevante por la actualidad y trascendencia de la digitalización, el éxito reconocido del país en este ámbito, y su impacto socioeconómico.

Este estudio contribuye al campo ofreciendo una valiosa comprensión de la digitalización con un análisis en profundidad, una comparación internacional, un enfoque en las implicaciones socioeconómicas y recomendaciones prácticas para que otros países puedan aprender de la experiencia estonia.

1.2 Objetivos

El objetivo general de este trabajo de fin de grado es analizar en profundidad la digitalización de Estonia, evaluando su impacto socioeconómico. Este estudio se centra en comprender cómo la digitalización ha influido en diversos aspectos de la economía y la sociedad de Estonia, y en extraer lecciones valiosas que puedan ser aplicables en otros contextos nacionales.

Para lograr este objetivo general se presentan los siguientes objetivos específicos:

1. Analizar la historia reciente y el contexto de Estonia como país, destacando su evolución y los factores clave que han influido en su desarrollo, así como proporcionar una visión del perfil actual de Estonia en términos políticos, económicos y sociales.
2. Describir el proceso de digitalización que ha transformado al país, enfocándose en los hitos clave de esta evolución, así como en las bases de la infraestructura digital sobre las cuales se ha construido y desarrollado dicho proceso.
3. Evaluar cómo la digitalización ha influido en los indicadores económicos clave, como el Producto Interno Bruto (PIB) y la tasa de desempleo, y analizar su impacto en diferentes sectores económicos.
4. Comparar el nivel de digitalización de Estonia con el de otros países, evaluando las diferencias y similitudes en las estrategias y resultados alcanzados.
5. Analizar los factores que facilitan la creación de startups en Estonia, evaluando el impacto de la digitalización en el ecosistema emprendedor del país.
6. Problemas/desafíos de la digitalización y posibles planes futuros/retos.

1.3 Metodología

Este trabajo utiliza una metodología mixta que integra métodos cualitativos y cuantitativos. El enfoque metodológico apunta a lograr los objetivos específicos a través de una combinación de análisis documental y de análisis de datos.

Se lleva a cabo un análisis documental exhaustivo basado en la revisión y evaluación de fuentes secundarias. Este análisis incluye una amplia variedad de materiales, tales como libros, artículos de investigación, informes gubernamentales, artículos de prensa y contenido de sitios web especializados. La selección de estas fuentes se realiza con un enfoque crítico, priorizando aquellas que aporten información relevante y actualizada sobre el proceso de digitalización en Estonia y sus implicaciones. A través de esta revisión documental, se busca contextualizar los datos obtenidos, identificar tendencias, y analizar diferentes perspectivas teóricas y empíricas que permitan una comprensión integral del fenómeno estudiado.

Se emplea un análisis cuantitativo de datos estadísticos obtenidos de bases de datos oficiales como Banco Mundial y Eurostat, para medir el impacto de la digitalización en diversos indicadores económicos, evaluar su influencia en diferentes sectores, y comparar el nivel de digitalización de Estonia con el de otros países. De igual forma, se utilizan gráficos y tablas para visualizar el impacto de la digitalización en diferentes aspectos socioeconómicos. Además, se lleva a cabo una revisión de los indicadores de digitalización y de los rankings internacionales para determinar la posición de Estonia en el contexto internacional.

2. Historia y contexto de Estonia

2.1 Estonia durante el siglo XX, hasta la actualidad

Para llegar a comprender la situación presente de digitalización del país, es necesario conocer el desarrollo de Estonia durante el siglo XX, dado que su experiencia histórica ha tenido un impacto significativo en sus actuales percepciones políticas, por tanto, comprender la evolución del país dentro de este contexto es clave para valorar sus logros actuales y sus desafíos en la utilización de la tecnología para la mejora de la eficiencia, la transparencia y la accesibilidad de los servicios gubernamentales, así como impulsar la innovación y el desarrollo económico.

Estonia es un país joven, completamente libre desde hace poco más de treinta años, concretamente recuperó su independencia en 1991. Estonia tiene una larga historia de dominación por otras naciones, estuvo bajo el dominio de la Unión Soviética durante prácticamente la segunda mitad del siglo XX, esta época fue caracterizada por la represión política bajo un control totalitario, la supresión de la cultura y la identidad nacional. A partir de la disolución soviética, el gobierno estonio comenzó un proceso de cambio que le llevaría a la situación actual, realizando reformas democráticas y aprovechando las oportunidades en la era digital.

La revolución rusa que comienza en 1905 fue un golpe al poder zarista ruso, se creó un congreso estonio y, en 1917, Estonia se convirtió en una nación. La Declaración de Independencia de Estonia se emitió en febrero de 1918, convirtiéndose así en una república libre, pero Rusia no reconocería a Estonia oficialmente como un estado soberano hasta que en 1920 se firmó el Tratado de Paz de Tartu, este primer período de independencia duró tan solo 22 años (Taylor, 2018).

En 1938, la Unión Soviética y la Alemania nazi firmaron el pacto Molotov-Ribbentrop de no agresión de 10 años, según el cual los estados de Europa del Norte y del Este estaban divididos en “esferas de influencia” alemana y soviética. Sin embargo, en las semanas siguientes, la ocupación nazi anunció cambios importantes en el escenario mundial. Aunque inicialmente las tropas alemanas fueron bienvenidas como posibles libertadoras del dominio soviético, rápidamente quedó claro que Alemania no tenía intención de conceder la independencia a Estonia. Tras la caída de la Alemania nazi, Estonia fue anexada por la Unión Soviética en el 1944 (Halsall, 1997).

Estonia experimentó una rápida modernización bajo el gobierno estalinista y, en la década de 1950, había experimentado una industrialización y una colectivización agrícola para integrar su economía a la economía soviética. El modelo económico descentralizado fue reemplazado en 1964 por una forma más flexible de economía centralizada durante los años estalinistas, que nuevamente limitó la autonomía económica de los países comunistas (Halsall, 1997).

La vuelta a la independencia se acelera a partir de la Revolución Cantada de 1988, apareció el Partido de la Independencia Nacional y reclamó la independencia del país. En febrero de 1989, varios comités nacionales se reunieron para organizar comisiones electorales destinadas a registrar a todos los ciudadanos estonios que vivían en Estonia antes de la invasión soviética y a sus descendientes. Las actividades de los Comités llegaron a un clímax cuando se produjo la elección del Congreso de Estonia el 14 de febrero de 1990 y su primera reunión el 11 de marzo de 1990 (Freedom House Survey Team, 1992).

El 3 de marzo de 1991, la declaración de independencia fue aprobada en referéndum con un elevado apoyo (78%) y participación electoral (82% en el censo) (Iwaskiw, 1995). Dos semanas antes del referéndum se celebraron consultas sobre el futuro de la Unión Soviética. Aunque la Unión Soviética intentó mantener el control de la situación, hubo un intento de golpe el 19 de agosto que aceleró los acontecimientos. Al día siguiente, 20 de agosto de 1991, el parlamento declaró el restablecimiento de la independencia de la República de Estonia. Rusia y la Unión Europea lo reconocieron una semana después (Delors, 1991).

Después de 50 años de dominación extranjera, Estonia regresa al mapa de Europa con sistemas tecnológicos heredados limitados y prácticamente sin recursos de los cuales hablar. Sin embargo, los formuladores de políticas descubren que comenzar desde cero presenta una oportunidad única (e-Estonia, 2024).

2.2 Perfil de Estonia en la actualidad: Aspectos Socioeconómicos

Estonia está ubicada en el noroeste de Europa, limita al sur con Letonia, al este con Rusia y al oeste y al norte con el mar Báltico y los golfos de Riga y de Finlandia, respectivamente.

Tiene una población de alrededor de 1.3 millones de habitantes, su capital es Tallin (444.563 habitantes), otras ciudades importantes son: Tartu (95.326 habitantes), Narva (55.905 habitantes), Pärnu (51.506 habitantes), Kohtla-Järve (33.519 habitantes). El país presenta una extensión geográfica de 45 336 km² y está dividido en 15 provincias y 79 municipios.

Su única lengua oficial es el estonio. En cuanto a la religión la población estonia es mayormente no practicante, las religiones con mayor representación son la Iglesia Ortodoxa Rusa y la Iglesia Evangélica luterana (15% y 10% de la población, respectivamente).

Estonia es reconocido como estado miembro de la UE desde el 1 de mayo de 2004, miembro de la zona euro (€) desde el 1 de enero de 2011 y miembro del Espacio Schengen desde el 21 de diciembre de 2007.

Estonia es una república parlamentaria con un sistema político en el que el poder ejecutivo recae en el Gobierno, encabezado por el primer ministro. El primer ministro, que actúa como jefe de Gobierno, es nombrado por el presidente de la República y debe ser aprobado por el Parlamento. El presidente, que es el jefe del Estado, es elegido por el Parlamento o, en caso de no alcanzarse una mayoría, por un colegio electoral, para un mandato de cinco años. El Parlamento de Estonia, compuesto por 101 diputados, es elegido cada cuatro años.

En relación con la situación económica del país, la Figura 1 a continuación muestra algunos datos económicos relevantes de Estonia en comparación con los demás estados miembros de la UE.

Figura 1. Datos económicos de Estonia en comparativa con la UE.

| | unión Europea | Estonia |
|--|--------------------------|--------------------------|
| Tasa de inflación (variación porcentual respecto al año anterior) | 6,4% (2023) | 9,1% (2023) |
| Tasa de desempleo (como porcentaje de la fuerza laboral de 15 a 74 años) | 6,1% (2023) | 6,4% (2023) |
| PIB per cápita (euros por habitante) | 29 030€ (2023) | 15 370€ (2023) |
| Deuda pública bruta (como porcentaje del PIB) | 81,7% (2023) | 19,6% (2023) |
| Déficit/superávit gubernamental (como porcentaje del PIB) | -3,5% (2023) | -3,4% (2023) |

Fuente: Eurostat, 2024

El nivel de vida en Estonia se ha duplicado desde el año 2000, y la convergencia de ingresos con otros países avanzaba de manera constante antes de la pandemia. Sin embargo, como observamos en la Figura 1 el PIB per cápita del país aún se mantienen por debajo de los promedios de la UE. La economía estonia sufrió una fuerte desaceleración debido a las interrupciones en el comercio, la disminución de la demanda de exportaciones, la alta

inflación y las estrictas políticas monetarias. Con la mejora de la demanda externa, se espera que el crecimiento económico comience a recuperarse durante el 2024. La política fiscal debe buscar un equilibrio entre la estabilización de la economía y la reducción del déficit presupuestario (OECD, 2024).

Estonia tiene la deuda pública más baja de la Unión Europea, que ronda aproximadamente el 19% del PIB en 2023, se encuentra muy por debajo del promedio de la UE, que supera el 81% del PIB. Este nivel reducido de deuda pública refleja la disciplina fiscal del país y su prudente gestión financiera a lo largo de los años. Pero esta economía modélica se enfrenta a un naciente problema fiscal: su déficit público está en máximos con un 3,5% en 2023 y su deuda pública se ha duplicado en cuatro años. El país se enfrenta a una crisis económica y a un dilema sobre su paradigma económico (Vicente Nieves, 2024).

3. El proceso de digitalización de Estonia

3.1 Hitos clave de la digitalización de Estonia

En 1991, después de 50 años de dominación extranjera, Estonia recuperó la independencia con un sistema tecnológico heredado limitado y casi sin recursos. Sin embargo, los responsables de las políticas creen que empezar desde cero ofrece una oportunidad única. El desafío es construir una nueva infraestructura tecnológica desde cero y alcanzar a Occidente lo más rápido posible. Los formuladores de políticas aprovecharon esta oportunidad para crear sistemas avanzados y de bajo coste basados en la disponibilidad y el rendimiento (e-Estonia, 2024).

En 1994, el Parlamento de Estonia formuló y aprobó el primer borrador de los "Principios de la política de información de Estonia", que constituyó el marco estratégico para el desarrollo de la tecnología de la información (TI). El desafío es resolver los problemas sociales causados por la inestabilidad política a través de soluciones de TI asignando el 1% del PIB a la financiación pública para TI. En 1996, se lanzó la Iniciativa Tiger Leap, un programa nacional de desarrollo de infraestructura de TI destinado a modernizar la infraestructura informática local y priorizar las habilidades informáticas en las escuelas. Ese mismo año, los bancos privados desarrollaron los primeros servicios de banca electrónica para brindar soluciones bancarias a clientes de comunidades rurales. Esto ha llevado al desarrollo de servicios de banca electrónica de alta calidad, facilitando la adopción del gobierno electrónico y la identificación electrónica (e-Estonia, 2024).

En 2000, se introdujeron reuniones de gabinete electrónicas, bases de datos y programadores para agilizar el proceso de toma de decisiones del gobierno. El objetivo es reducir la burocracia gubernamental acortando las reuniones del gabinete de Estonia de cinco horas a 30 minutos. Ese mismo año, se introdujo un servicio de impuestos electrónicos que permitía a los estonios presentar declaraciones de impuestos en línea. Este proceso actualmente dura unos 3 minutos y es utilizado por el 98% de la población. En 2001, se creó X-Road, una capa de intercambio de datos distribuidos para registros y sistemas de TI, para crear una plataforma de integración nacional para reducir los costes de intercambio de datos y evitar fugas de datos de bases de datos no seguras existentes. X-Road se convierte en la columna vertebral de e-Estonia, permitiendo que los sistemas de TI del sector público y privado se conecten y operen en armonía, con el 99% de los servicios gubernamentales disponibles en línea las 24 horas, los 7 días de la semana (e-Estonia, 2024).

En 2002, se introdujeron el DNI electrónico y la firma digital, proporcionando una identificación digital segura a los residentes que utilizan servicios electrónicos públicos y privados, el 98% de los estonios tienen un documento de identidad digital y una firma digital, lo que supone un ahorro anual del 2% del PIB. El voto electrónico se introdujo en 2005 para maximizar el acceso a las elecciones, permitiendo que un tercio de los votos se emitieran en línea desde más de 110 países (e-Estonia, 2024).

En 2007, Estonia se convirtió en uno de los líderes mundiales en seguridad cibernética después del mayor ciberataque jamás organizado contra un solo país. Estonia alberga el Centro de Excelencia de Cooperación en Ciberdefensa de la OTAN y la Agencia de TI de la UE en Tallin. En 2008, Estonia desarrolló la tecnología blockchain de KSI para mitigar las amenazas de manipulación de datos nacionales, convirtiéndose en un pionero en la tecnología: la blockchain de KSI admite varios registros gubernamentales. Ese mismo año se lanzó e-Salud, un sistema nacional que integra los datos de los proveedores de atención médica, mejorando la calidad y eficiencia, y en 2010 se lanzó el sistema de prescripción electrónica, un sistema centralizado y sin papel para emitir y gestionar recetas, en el que el 99% de las recetas se surten en línea (e-Estonia, 2024).

En 2014, se lanzó e-Residency, la residencia electrónica de Estonia, una identidad digital emitida por el gobierno que ofrece a los empresarios internacionales acceso remoto al país, ofrece la posibilidad de autenticarse de forma segura en línea y firmar documentos utilizando las firmas electrónicas más seguras y eficientes, además, la posibilidad de crear una empresa 100 % en línea desde cualquier lugar. En 2017, Estonia estableció la primera embajada de datos del mundo para garantizar la continuidad digital del estado en situaciones críticas y, junto con Finlandia, estableció el consorcio NIIS X-Road para garantizar la interoperabilidad de las soluciones de gobierno electrónico a nivel nacional e internacional. En 2018 se lanzó el plan de acción “Excelencia en el Servicio” con el objetivo de reducir la burocracia en la gestión de los servicios públicos y crear una relación más natural con el gobierno. En 2020 se implementó la verificación remota para notarios, esta autenticación a distancia permite realizar actos notariales mediante la plataforma de verificación de identidad en línea de Veriff, lo que facilita la compra y venta de bienes raíces sin necesidad de estar presentes físicamente en el mismo lugar. En 2022 se introdujo el matrimonio electrónico, permitiendo a los ciudadanos casarse presentando una solicitud de matrimonio en línea a través del registro de población electrónico. Para implementar este

servicio fue necesario un cambio en la legislación que permitiera llevar a cabo esta operación de manera digital (e-Estonia, 2024).

3.2 Infraestructura tecnológica

La infraestructura de gobierno electrónico de Estonia y su éxito se basan en dos pilares principales, introducidos en 2001, que básicamente forman una nación y ciudadanos digitales: la infraestructura de datos X-Road y un ID digital nacional obligatorio (Kalvet, 2007).

Un estado centrado en el ciudadano y una sociedad orientada a los servicios del siglo XXI demandan que los sistemas de información operen como un conjunto integrado para apoyar a ciudadanos y organizaciones. Es crucial que haya interoperabilidad entre las diversas organizaciones y sistemas de información.

Los sistemas deben colaborar de manera eficaz y los datos del ciudadano solo deben ser solicitados una vez. La solución que Estonia ha adoptado para mantener un estado moderno es X-Road, una plataforma que conecta bases de datos existentes y capas de intercambio de datos y puede ser utilizada por entidades públicas y privadas. Es independiente de cualquier plataforma y arquitectura, ya que no está limitado por un sistema operativo, lenguaje de programación o infraestructura tecnológica específicos. Esto le permite operar en diferentes entornos tecnológicos, facilitando su integración con una variedad de sistemas existentes, tanto públicos como privados. De este modo, asegura la interoperabilidad para el intercambio seguro de datos y la identificación confiable de los participantes al ofrecer servicios digitales (Kalvet, T; Aaviksoo, A, 2008).

Todos los ciudadanos estonios cuentan con una identidad digital obligatoria emitida por el Estado. El e-ID y el ecosistema asociado son componentes esenciales en las transacciones diarias tanto en el sector público como en el privado. Este documento de identidad electrónico se ofrece a través de varios formatos: el carné de identidad, el Mobile-ID en teléfonos inteligentes o la aplicación Smart-ID. El documento de identidad físico presenta un chip que contiene archivos integrados y, mediante el uso de un cifrado de clave pública, puede utilizarse como prueba definitiva de identidad en un entorno electrónico (e-Estonia, 2024).

Juntos, X-Road e ID Digital permiten firmar electrónicamente cualquier contrato y acceder a prácticamente cualquier servicio público.

Los proyectos de tecnología de la información y la comunicación (TIC) del gobierno no podían permitirse construir sistemas masivos administrados por grandes proveedores. En cambio, se alentaba al gobierno a adoptar una arquitectura distribuida de sistemas de TI para atender las diferentes necesidades de cada agencia gubernamental. Esto se convirtió en una estrategia explícita a partir de 1999, se pidió a los ministerios que construyeran sus sistemas de TI según sus necesidades específicas, pero asegurando la frugalidad y la interoperabilidad en todo el gobierno. La arquitectura distribuida resultante creó la necesidad de una capa de software que permitiera que estos sistemas de TI y bases de datos distribuidos intercambiaran datos entre sí (Kalvet, 2007).

Estonia nunca ha tenido una agencia digital central, ni tiene bases de datos públicas centralizadas o unificadas. En cambio, los políticos y funcionarios públicos han confiado en redes intersectoriales para recibir asesoramiento estratégico para impulsar su agenda de transformación digital (Kalvet, T; Aaviksoo, A, 2008).

En el sector de las TIC de Estonia, las redes y los intercambios entre el sector privado y las operaciones gubernamentales dependen en gran medida del asesoramiento y la orientación mutuos, y constituyen la columna vertebral confiable de sus esfuerzos de transformación digital (Compton & Hart, 2019).

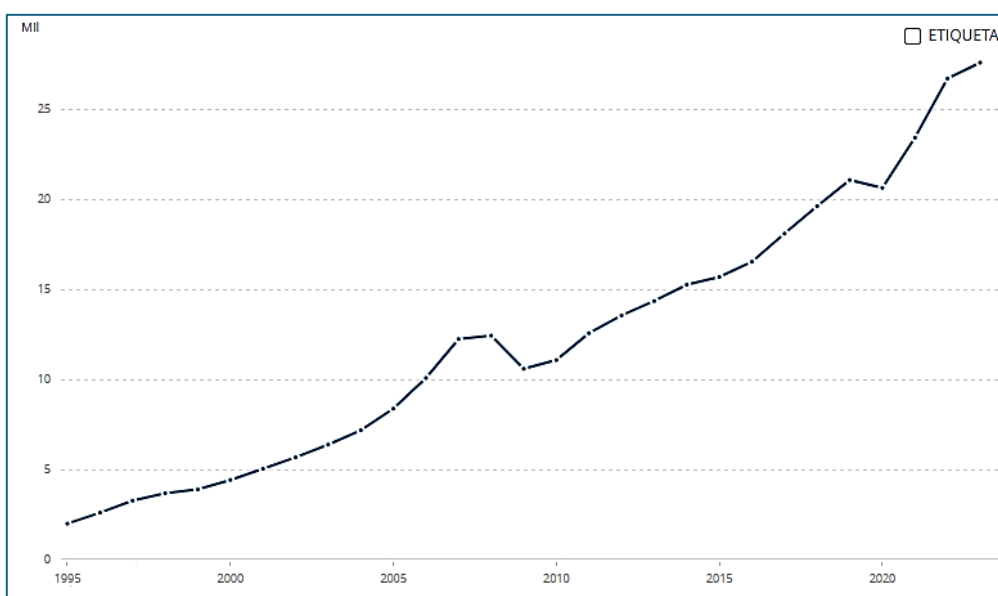
4. Indicadores económicos: el impacto de la digitalización

4.1 Producto Interior Bruto (PIB) y crecimiento económico

Para comprender el impacto económico que ha tenido la digitalización de Estonia en el país analizamos el crecimiento del PIB per cápita desde los comienzos del proceso de digitalización (1995) hasta los datos más recientes disponibles (2023), en concreto analizaremos el PIB per cápita (UMN actual), una medida económica que representa el Producto Interno Bruto (PIB) de un país dividido por su población total, expresado en unidades monetarias nacionales actuales. Este indicador proporciona una estimación aproximada de la cantidad de bienes y servicios que le corresponden a cada habitante si se distribuyeran de manera equitativa.

Los datos han sido obtenidos a partir de la base de datos del Banco Mundial, una fuente confiable y reconocida a nivel internacional. En la Figura 2, se puede observar una tendencia creciente del PIB per cápita en Estonia desde 1995 hasta 2023, lo que indica un impacto positivo de la digitalización en la economía del país.

Figura 2. Crecimiento del PIB per cápita en Estonia.



Fuente: (Banco Mundial, 2024)

Para analizar la tasa de crecimiento del PIB per cápita, es necesario analizar las tendencias y factores que influyen en estos cambios a lo largo del tiempo. Desde 1995, el PIB per cápita en Estonia ha seguido una tendencia ascendente, en el año 1995 el PIB per cápita era de 1.992€ y en el año 2023 es de 27.582€ mostrando un crecimiento económico durante las

últimas tres décadas. Si bien se aprecian algunas fluctuaciones en la Figura 2, reflejando períodos de crecimiento más rápido y desaceleraciones ocasionales debido a factores internos y externos, la tendencia general es positiva. Durante la crisis financiera mundial de 2008-2009, la Figura 2 muestra una desaceleración o disminución del PIB per cápita, lo que refleja el impacto de la crisis. Sin embargo, después de eso, es posible ver una recuperación económica impulsada por la resiliencia de la economía digital y las reformas económicas. Ocurre del mismo modo en el año 2020 debido a la crisis del Covid-19.

Estonia ha establecido un entorno favorable para el desarrollo de nuevas empresas tecnológicas mediante la adopción de tecnologías digitales avanzadas y la creación de un robusto ecosistema de gobierno electrónico. Estas estrategias han incrementado la eficiencia del sector público y fomentado la innovación en el sector privado, lo que ha atraído inversión extranjera. Como resultado, el crecimiento económico del país se ha acelerado, contribuyendo de manera significativa al aumento del PIB per cápita.

4.2 Transformación del mercado laboral y la evolución del desempleo

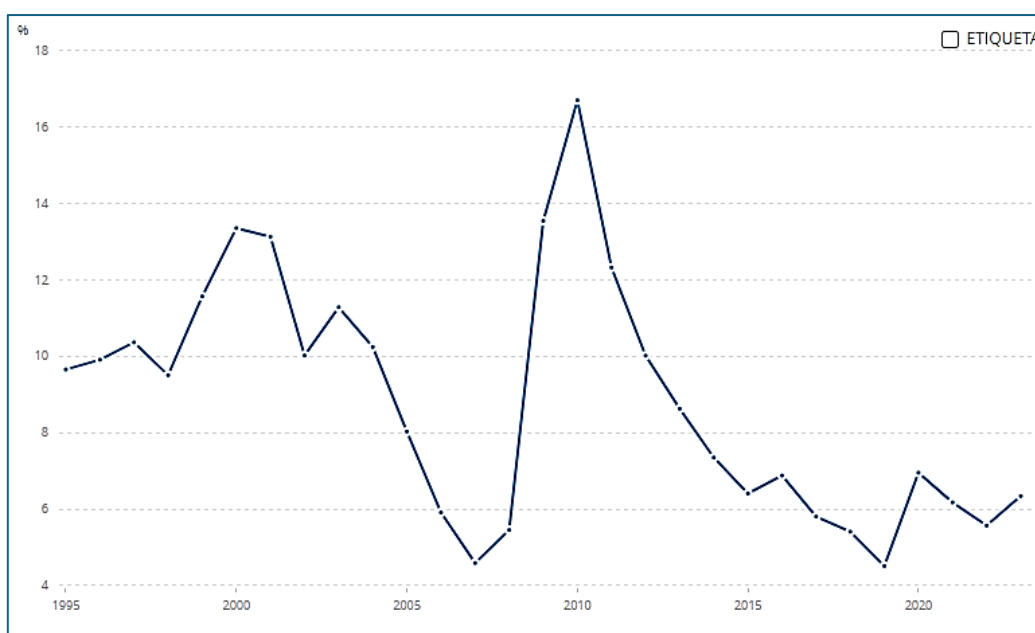
La tasa de desempleo es un indicador crítico para entender cómo la digitalización está transformando la economía de Estonia, proporcionando una visión clara de los cambios en el mercado laboral. La digitalización puede cambiar drásticamente el mercado laboral, tanto en términos de creación como de destrucción de empleos. La automatización y la tecnología pueden reemplazar ciertos trabajos, especialmente los que requieren habilidades repetitivas, pero también pueden crear nuevos empleos en sectores tecnológicos y de servicios digitales.

Un aumento o disminución en la tasa de desempleo puede indicar cómo está afectando esta transición a la fuerza laboral, el concepto de fuerza laboral se refiere a la parte de la población en edad de trabajar que está disponible para trabajar, ya sea que estén empleados o desempleados, pero buscando activamente empleo. La capacidad de la fuerza laboral para adaptarse a nuevas tecnologías es crucial. Una disminución en la tasa de desempleo podría sugerir que la fuerza laboral de Estonia está adquiriendo las habilidades necesarias para trabajar en una economía digital. La digitalización también puede fomentar la innovación y la creación de nuevas empresas y startups. Si la tasa de desempleo está disminuyendo,

podría ser un indicador de que la economía digital está generando nuevas oportunidades de empleo y promoviendo un entorno empresarial dinámico.

El indicador "Desempleo, total (% de la fuerza laboral total) (estimación modelada de la OIT)" mide el porcentaje de la fuerza laboral total que está desempleada en Estonia. Las estimaciones modeladas de la OIT (Organización Internacional del Trabajo) utilizan datos históricos y modelos estadísticos para ofrecer una visión más precisa y consistente de la tasa de desempleo.

Figura 3. Desempleo, total (% de la fuerza laboral total) (estimación modelada de la OIT) en Estonia.



Fuente: (Banco Mundial, 2024)

Estonia recuperó su independencia en 1991, la transición hacia una economía de mercado y las reformas estructurales llevaron a un aumento inicial del desempleo debido a la reestructuración económica. La inversión en tecnología y la adopción de políticas de digitalización comenzaron a establecer una base para el crecimiento económico, en 1995 se crearon 10.000 nuevas empresas y una ola sin precedentes de empresas emergentes orientadas a lo digital y pequeñas y medianas empresas (PYME), la economía estonia creció rápidamente y era dinámica. En la década de los 2000, a medida que las iniciativas de e-Estonia y e-Government ganaron tracción, se observó una disminución gradual en la tasa de desempleo, reflejando la creación de nuevas oportunidades laborales y la atracción de inversiones. La entrada en la Unión Europea en 2004 también facilitó el acceso a mercados más amplios y a fondos europeos para el desarrollo digital y económico. La crisis financiera

mundial provocó un aumento significativo en la tasa de desempleo. Sin embargo, la rápida recuperación de Estonia se vio facilitada por su infraestructura digital avanzada, que permitió una mayor resiliencia económica (Gasparini, 2024).

La implementación de e-Residency en 2014 y otras iniciativas digitales continuaron impulsando la economía. Estonia atrajo a emprendedores y empresas tecnológicas, lo que ayudó a reducir la tasa de desempleo a niveles más bajos (Vaga, 2024).

La pandemia afectó a nivel global, incluyendo Estonia, sin embargo, la robusta infraestructura digital del país permitió una transición más fluida hacia el teletrabajo y la continuidad de los servicios económicos, ayudando a mitigar el impacto en el empleo (Mina Akhavan, 2023).

La digitalización ha tenido un impacto significativo en la tasa de desempleo en Estonia. Los hitos clave, como la identificación digital, el gobierno en línea y el programa de e-Residency, han facilitado la creación de empleos, atraído inversiones y mejorado la eficiencia administrativa. Aunque eventos globales como la crisis financiera de 2008 y la pandemia de COVID-19 han afectado la tasa de desempleo, la infraestructura digital de Estonia ha permitido una recuperación más rápida y ha establecido una base sólida para el crecimiento económico a largo plazo.

4.3 Impacto por Sectores

La digitalización ha impulsado a Estonia en múltiples áreas, abarcando desde la administración pública y la tecnología hasta la manufactura, la salud y la educación. Los avances en digitalización han generado un impacto significativo y transformador en distintos sectores de la economía y la sociedad estonia, fortaleciendo su posición en el escenario internacional como un líder en soluciones digitales innovadoras. A continuación, se analizan los sectores donde la influencia de la digitalización ha sido más evidente.

4.3.1 Sector público

Estonia se ha convertido en pionera del sector público con la implementación de servicios de administración pública digitales. La reciente pandemia de Covid-19 ha aumentado aún más la necesidad de servicios gubernamentales digitales. Actualmente, estos servicios priorizan la calidad y un enfoque centrado en el usuario. Así se refleja en la Agenda Digital

2030 de Estonia, que fija el objetivo de alcanzar el 90% de satisfacción con los servicios administrativos públicos digitales (e-Estonia, 2024).

Estonia también es líder en democracia digital. El voto electrónico es posible en las elecciones locales, nacionales y europeas. A nivel local, se utiliza ampliamente la toma de decisiones colaborativa a través del voto en línea. Este progreso ha sido posible gracias a la adopción generalizada de soluciones de identidad digital y firma electrónica (Comisión Europea, 2024).

Las entidades del sector público de Estonia se asocian con empresas privadas para implementar un entorno empresarial en tiempo real en el que las actividades administrativas, las transacciones financieras y los informes se generan y procesan automáticamente en formato digital estandarizado. Los objetivos clave de la “Visión de la Economía en Tiempo Real 2020-2027” incluyen la adopción generalizada de facturación electrónica, recibos electrónicos y la automatización de informes basados en datos. Esto permite a las empresas compartir automáticamente datos de su software financiero con los gobiernos y facilita el intercambio de datos entre agencias gubernamentales, lo que permitirá al sector privado tomar decisiones comerciales más informadas (Comisión Europea, 2022).

4.3.2 Sector TIC

El sector de tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en Estonia ha experimentado un crecimiento significativo durante la última década, convirtiéndose en un pilar importante de la economía del país. Según Statistics Estonia, el número de empresas de TIC aumentó de 4.788 en 2017 a 9.027 en 2021. En 2017, estas empresas representaban el 5,5% del total de empleados del sector empresarial y en 2021, esta proporción aumentó al 6,9% (casi 36.000 personas). El crecimiento del empleo en el sector de las TIC en el período 2017-2021 fue del 36,2% y muy superior al crecimiento general del empleo en el sector empresarial del 8,6% en el mismo período. Este sector también genera el 9% del valor añadido, genera el 7% de los ingresos por ventas y el 12% de los salarios pagados por las empresas. La participación del sector de TIC en las exportaciones de Estonia ha aumentado del 4% en 2017 a casi el 12% en 2021. Si se analiza un período de tiempo más largo, los cambios en la estructura económica hacia la digitalización son cada vez más evidentes. En 2012, había 2.917 empresas de TIC operando en Estonia, lo que representa el 4,4% del número total de empresas del país, para 2021, este número ha aumentado a 9.027 empresas,

lo que representa el 7,1% del número total de empresas, más de tres veces más. Este crecimiento se debe principalmente al desarrollo de servicios TIC, como software y empresas de consultoría, que en 2021 representaron el 77% del sector TIC en Estonia (Estonian Research Council (ETAG), 2023).

Aunque el valor agregado total por empleado en el sector de TI de Estonia es inferior al promedio de la Unión Europea, la contribución del sector de TI a la economía estonia en general es mayor que el promedio europeo. Esta aparente paradoja se explica por la menor productividad laboral en otros sectores, lo que aumenta la importancia de las TI en la economía nacional (e-Estonia, 2024) (Estonian Research Council (ETAG), 2023).

4.3.3 Sector salud

Estonia es líder en la implementación de soluciones de salud digitales. Incluso antes de la pandemia, el sistema sanitario estonio ya estaba muy digitalizado. Esta tendencia se mantuvo en 2021, ya que el 99 % de las recetas se realizaron de forma digital. Los estonios tienen acceso a un entorno en línea que ofrece servicios sanitarios electrónicos, historiales médicos, visitas al médico y recetas vigentes. Estonia está trabajando para garantizar el acceso transfronterizo a los servicios de salud electrónicos y el reconocimiento mutuo. La plataforma X-Road ha facilitado la colaboración transfronteriza, como con Finlandia, donde ambos países intercambian datos sanitarios. También colaboró con la Organización Mundial de la Salud (OMS) para construir infraestructura digital para mejorar la disponibilidad y eficiencia de los servicios de salud en todo el mundo. Estas innovaciones han mejorado significativamente la gestión de la salud pública en Estonia y son un modelo para otros países (e-Estonia, 2024) (Comisión Europea, 2022).

4.3.4 Sector educativo

La digitalización también ha transformado el sector educativo en Estonia. En general, las escuelas de Estonia están totalmente equipadas con dispositivos digitales. Según el Monitor de Educación y Formación 2020, el 99% de los estudiantes de secundaria y alrededor del 90% de los estudiantes de primaria y secundaria estudian en instituciones equipadas y conectadas digitalmente. Incluso antes de la pandemia de Covid-19, el sistema educativo de Estonia estaba preparado para la educación a distancia, equipado con dispositivos digitales, plataformas de aprendizaje en línea y habilidades bien desarrolladas. Gracias a eso, casi todos los estudiantes tuvieron la oportunidad de aprender de forma remota durante

la pandemia. Sin embargo, Estonia está luchando contra la escasez de docentes y una fuerza laboral que envejece. Se estima que cada año se necesitan 380 nuevos docentes, lo que podría impactar el aprendizaje digital y el desarrollo de habilidades digitales en las escuelas (Comisión Europea, 2022).

4.3.5 Novedades en el sector financiero, manufacturero y comercio electrónico

En el sector financiero, la digitalización ha transformado a Estonia en una sociedad prácticamente sin efectivo, con más del 99% de las transacciones financieras realizadas de forma digital. La tecnología blockchain y las plataformas fintech se utilizan ampliamente para permitir transacciones seguras y eficientes. Hay más de 80 empresas de tecnología financiera en Estonia, desde nuevas empresas innovadoras hasta líderes del mercado como Guardtime, que utilizan blockchain para mejorar la seguridad y la transparencia en diversos sectores (Estonian Investment Agency, 2020).

El sector manufacturero de Estonia ha adoptado tecnologías digitales avanzadas para mejorar la producción y la eficiencia. La integración de robots y equipos inteligentes en la fabricación ha permitido a empresas como HY-Tech Comp optimizar procesos, mejorar la precisión y acortar los plazos de entrega. Estas tecnologías han aumentado la competitividad de las empresas estonias en el mercado global (Estonian Investment Agency, 2020).

Estonia se ha convertido en un centro de comercio electrónico global emergente gracias a su avanzada infraestructura digital. Empresas como Cleveron han desarrollado soluciones logísticas innovadoras, como robots de entrega de paquetes, que ayudan a mejorar la eficiencia del comercio electrónico. Estas innovaciones han permitido a las empresas estonias competir globalmente y mejorar el servicio al cliente (Estonian Investment Agency, 2020).

5. Comparación de Estonia con otros países en términos de nivel de digitalización

5.1 Posicionamiento de Estonia dentro de la Unión Europea

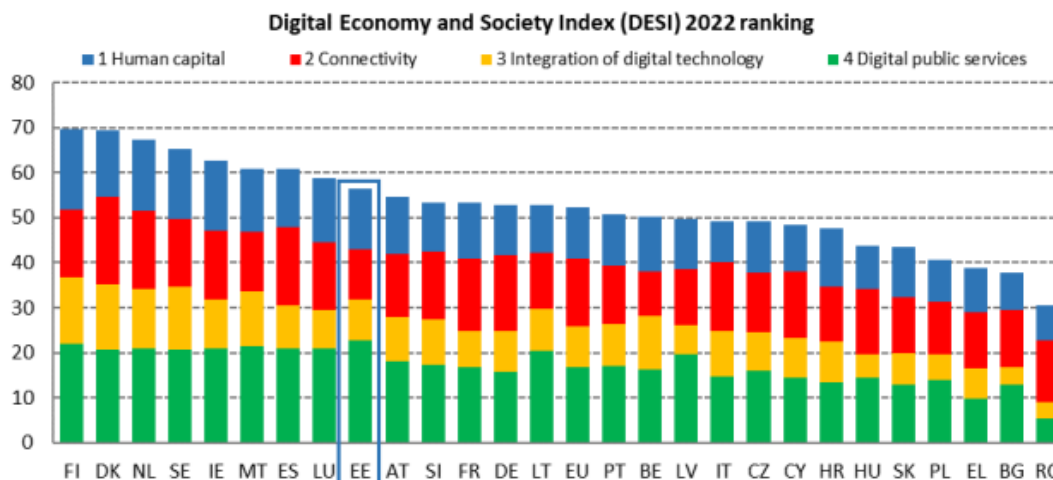
Estonia es ampliamente reconocida como un líder en digitalización en Europa. A continuación, se presenta una comparación con el resto de los países de la Unión Europea en términos de digitalización.

De 2014 a 2022, el Índice de la Economía y la Sociedad Digitales (DESI) resumió los indicadores sobre el rendimiento digital de Europa y realizó un seguimiento de los avances de los países de la UE. Los informes DESI 2022 se basan principalmente en datos de 2021 y hacen un seguimiento de los avances logrados en los Estados miembros de la UE en materia digital. Durante la pandemia de COVID-19, los Estados miembros han avanzado en sus esfuerzos de digitalización, pero aún tienen dificultades para cerrar las brechas en materia de competencias digitales, la transformación digital de las pymes y el despliegue de redes 5G avanzadas (Comisión Europea, 2022).

El DESI de la Comisión Europea es un índice integral que evalúa el nivel de digitalización en los países miembros de la UE a través de cuatro dimensiones: Conectividad, Capital Humano, Integración de la Tecnología Digital y Servicios Públicos Digitales. En el conjunto de estas 4 dimensiones, Estonia se encuentra en el puesto número 9, sin embargo, en la dimensión de Servicios digitales se encuentra en el puesto número 1.

La Figura 4 muestra la clasificación DESI de Estados miembros de 2022, diferenciando por colores cada una de las 4 dimensiones, Estonia aparece como EE.

Figura 4. Índice de la Economía y la Sociedad Digitales (DESI) clasificación 2022.



Fuente: (Comisión Europea, 2022)

Estonia ocupa el octavo lugar en capital humano. El 56% de la población tiene al menos habilidades digitales básicas y el 28% tiene habilidades más avanzadas. En ambos casos, el país se situó ligeramente por encima de la media de la UE. Estonia ocupa el tercer lugar en la UE en términos de número de profesionales de TI: el sector emplea al 6,2% de la fuerza laboral, en comparación con la media europea del 4,5%. El gran número de profesionales de TI en Estonia se evidencia en el alto porcentaje de graduados en este campo, que en 2020 ascendió al 8,4% del total de graduados, que es la tasa más alta de Europa. La brecha de género persiste, aunque es menor que la media europea, ya que sólo el 23% de los profesionales de TI son mujeres (Comisión Europea, 2022).

Estonia ocupa el puesto 26 entre los países de la UE en cuanto a conectividad. Esta baja posición se debe principalmente a la falta de asignación y cobertura del espectro 5G. El indicador de espectro 5G del país estaba en 0% en 2021, ya que sufrieron retrasos en la asignación de bandas pioneras 5G. Datos del 2024 indican mejores resultados en este campo con una cobertura del 87,5% aunque aún está ligeramente por debajo de la media de la UE 89,3% (Comisión Europea, 2022).

Estonia se encuentra en el puesto 15 entre los países de la UE en cuanto a la integración de la tecnología digital por parte de las empresas. Existen diferencias significativas entre las empresas estonias tradicionales que no se benefician de las soluciones digitales y las empresas más nuevas, altamente digitalizadas. En Estonia, sólo el 54% de las pymes tienen al menos un nivel básico de intensidad digital, lo que está justo por debajo de la media de la UE. En cuanto al uso de la tecnología digital por parte de las empresas, sólo: el 23%

comparte información electrónica (frente al 38% en la UE). Además, sólo unas pocas pymes aprovechan la economía en línea: el 18% de ellas vende en línea, pero solo el 9% vende a otros países (Comisión Europea, 2022).

Estonia es reconocida por albergar empresas innovadoras con éxito global y un notable crecimiento. Su dinámico ecosistema de startups ha logrado nuevos hitos en los mercados de capitales, con dos empresas más alcanzando el estatus de unicornios: Glia (unicornio en 2022) y Veriff (unicornio en 2022). Sin embargo, según la OCDE (2020), a pesar de este ecosistema de startups dinámico y vanguardista, las empresas tradicionales en Estonia siguen rezagadas en la adopción de tecnologías digitales. Esto ha generado una alta concentración de especialistas en TIC en unas pocas empresas innovadoras, mientras que las empresas más tradicionales, especialmente las pymes, no logran aprovechar plenamente los beneficios de la digitalización. Por tanto, aún existe un amplio margen de mejora en este aspecto (Comisión Europea, 2022).

Estonia es líder de la UE en servicios públicos digitales, por este motivo fundamentalmente se le conoce como el país más digitalizado del mundo, ya que como indican los datos, en las otras tres dimensiones no destaca de forma tan clara. Casi el 90% de los usuarios de Internet tienen acceso a servicios de administración electrónica, la media de la UE es del 65%. La puntuación de los servicios públicos digitales es de 92/100 para los ciudadanos, la media de la UE es de 75/100, para las empresas la puntuación es de 98/100, la media de la UE es de 82, están cerca del máximo y muy por encima de la media de la UE (Comisión Europea, 2022).

5.2 Comparación de Estonia con España en términos de digitalización

La comparación de España y Estonia en materia de digitalización muestra claras diferencias en el desarrollo de la infraestructura digital y la adopción de tecnologías y servicios digitales. Según el Índice de Economía y Sociedad Digital 2022 (DESI), ambos países ocupan una buena posición dentro de la Unión Europea. En la clasificación general, España ocupa el puesto 7 y Estonia el 9 (Comisión Europea, 2022).

A la hora de medir el capital humano, España ocupa la décima posición, ligeramente por detrás de Estonia, que ocupa el octavo lugar. El 64% de la población española tiene capacidades digitales básicas, cifra superior a la media de la UE del 54%, pero aún lejos del

objetivo de la Década Digital de que el 80% de los europeos tenga al menos las capacidades digitales básicas para 2030, Estonia presenta un 56%. Si bien ambos países muestran avances en términos de talento TI, Estonia destaca con un 6,2% de la fuerza laboral en este campo, muy por delante tanto de España (4,1%) como de la media de la UE (4,5%). Esta diferencia refleja el problema en España, donde la falta de habilidades en TIC afecta la productividad, especialmente para las PYMES. De manera similar, la proporción de graduados en TI en Estonia es significativamente mayor (8,2%) que en España (4%), aunque ligeramente superior a la media de la UE (3,9%), todavía hay muchas oportunidades de mejora (Comisión Europea, 2022).

Para abordar estos desafíos, España ha lanzado la estrategia “España Digital 2025”, que tiene como objetivo fortalecer las capacidades digitales, con especial foco en los trabajadores. En este marco, el Plan Nacional de Capacidades Digitales adoptado en 2021 pretende alinear los esfuerzos con los objetivos europeos, garantizar que el 80% de la población tenga capacidades digitales básicas y el acceso a 20 millones de profesionales TIC, la mitad de los cuales sean mujeres, para 2030 (Comisión Europea, 2022).

En términos de conectividad digital, España ocupa el tercer lugar en la UE y Estonia el puesto 26. España logró avances significativos en el despliegue y la cobertura del espectro 5G en 2021, a diferencia de Estonia, donde los servicios comerciales 5G han llegado con retraso (Comisión Europea, 2022).

En términos de integración digital en las empresas, España ocupa el puesto 11, ligeramente por encima de la media de la UE, Estonia ocupa el puesto 15. España obtiene buenos resultados en algunos indicadores, especialmente en pymes con al menos un nivel básico de intensidad digital (60% en comparación con una media de la UE del 55%). Sin embargo, la adopción de tecnologías avanzadas como big data (9%) y cloud (27%) en España sigue siendo un área de mejora. La presencia de las empresas españolas en las redes sociales ha crecido rápidamente (39% en 2021), al igual que la proporción de pymes que venden online (25%), muy por encima de la media europea del 18% (Comisión Europea, 2022).

En términos de servicios públicos digitales, Estonia se mantiene a la cabeza de la UE, ocupando el primer lugar, España ocupa el quinto lugar. Aunque España también tiene una administración altamente digital con muchos servicios públicos digitales y destaca por la interoperabilidad y el uso de herramientas como las firmas digitales, el país no alcanza el nivel de automatización e implementación de Estonia. Uno de los retos para España es la

falta de un sistema integrado a nivel nacional que permita un flujo de datos tan ágil y seguro como el que existe en Estonia.

En el campo de la salud digital, Estonia cuenta con uno de los sistemas más avanzados de Europa. España también ha desarrollado una infraestructura de salud digital con registros médicos y recetas electrónicas disponibles en la mayor parte del país, sin embargo, la falta de interoperabilidad completa entre las distintas comunidades autónomas limita la cohesión del sistema y la eficiencia de la cooperación a nivel nacional. Por último, Estonia es pionera en la participación ciudadana digital, facilitando la votación en línea y la participación en la toma de decisiones gubernamentales, si bien España ha avanzado en este sentido, aún no ha alcanzado el nivel de integración y facilidad de uso que ofrece Estonia en sus plataformas de participación digital (Comisión Europea, 2022).

6. La facilidad para la creación de nuevas empresas en Estonia

6.1 El ecosistema de startups en Estonia

Una startup es una empresa emergente de nueva creación o de edad temprana que presenta grandes posibilidades de crecimiento y comercializa productos y servicios a través del uso de las tecnologías de la información y la comunicación (Camara de Comercio de España, 2020). Un ecosistema de startups es una comunidad y red de startups en una ubicación específica. Esto incluye los distintos tipos de personas y organizaciones que interactúan con las startups y las apoyan, incluidos inversores, aceleradores de startups, incubadoras y centros de startups, proveedores de servicios para startups, capitalistas de riesgo, comunidades y redes de startups, agencias gubernamentales relevantes y personas que trabajan para startups (Stofferis, 2024).

Hay una serie de factores que pueden afectar el funcionamiento de los ecosistemas de startups y la cantidad de startups exitosas que pueden crearse en cada país o ciudad. Esto incluye los mercados a los que tienen acceso, el régimen fiscal y su nivel de competitividad, la disponibilidad de financiación y capital, la disponibilidad de redes de apoyo como aceleradores y centros de impacto, y si los gobiernos brindan apoyo a las startups a través de políticas y marcos facilitadores (Stofferis, 2024).

Estonia, se le ha denominado en ocasiones como el “Silicon Valley nórdico”. Index Venture, la empresa internacional de capital de riesgo, evaluó las políticas comerciales de diferentes países del mundo y descubrió que el entorno económico de Estonia ocupa el primer lugar en términos de facilidad para las empresas emergentes. Las empresas emergentes son menos propensas a fracasar en Estonia ya que se percibe como un lugar extremadamente atractivo para los negocios gracias a su política comercial razonable. De hecho, los sucesivos gobiernos estonios han estado ansiosos por consolidar la reputación de Estonia como un milagro de las empresas emergentes. Han adaptado las leyes para reflejar las necesidades de las empresas de rápido crecimiento, desde la introducción de visas para empresas emergentes hasta la eliminación de reglas que frenaban a los fundadores (Estonian Investment Agency, 2022).

La base de datos de empresas emergentes de Estonia alberga más de 1400 empresas emergentes y casi 100 nuevas empresas emergentes creadas hasta en el primer trimestre

de 2023. Según el informe State of European Tech 2022, Estonia tiene el mayor número de empresas emergentes per cápita de Europa, seguida de Islandia e Irlanda (Estonian Investment Agency, 2022).

6.2 Factores que facilitan la creación de empresas

Estonia tiene una posición única como destino próspero para cualquiera que quiera iniciar una empresa. A continuación, se presentan algunos de los factores clave que han impulsado el crecimiento del ecosistema de startups en Estonia.

6.2.1 Cultura del emprendimiento

Estonia es un país que fomenta y apoya activamente la innovación y el emprendimiento, lo que es evidente en su sistema educativo, las políticas gubernamentales de apoyo a las startups y la madurez de su ecosistema de startups. Estonia se caracteriza por una cultura empresarial dinámica en la que el espíritu emprendedor es fuerte y está muy extendido.

La cultura del emprendimiento puede ser una de las razones por las que el país tiene tantas startups locales y por las que existe tanta infraestructura pública y privada para apoyar el ecosistema de startups en el país (Stofferis, 2024). Con el concepto de cultura del emprendimiento se hace referencia a un entorno cultural que favorece el desarrollo de proyectos emprendedores, entendidos como procesos de fundación de actividades, proyectos, empresas lucrativas o no, de índole económica, social, política, o también se refiere a renovación o reingenierías de procesos existentes (Proaño, 2014).

Desde la independencia del país en 1991, se ha centrado casi exclusivamente en el emprendimiento como medio para el desarrollo. Un aspecto central de este proceso ha sido el programa ENTRUM (Programa de desarrollo del espíritu emprendedor juvenil), cuya misión es promover el desarrollo de una mentalidad empresarial y proporcionar educación empresarial gratuita a los jóvenes de Estonia. Su objetivo fue capacitar al menos a 2 000 personas (aproximadamente el 15% de todos los estonios de 14 a 19 años) entre 2010 y 2014 (OECD/The European Commission, 2013) (Gaskell, 2021).

6.2.2 Apoyo gubernamental

El gobierno de Estonia ha desempeñado un papel fundamental en el fomento del crecimiento de nuevas empresas a través de diversas iniciativas y políticas.

Estonia ha implementado múltiples políticas que facilitan y apoyan la creación de nuevas empresas, tales como el programa e-Residency, Startup Estonia y Accelerate Estonia. Estos programas ayudan a las empresas tecnológicas a superar obstáculos legales y regulatorios, permitiendo un entorno más favorable para la innovación y el emprendimiento (Stofferis, 2024).

Accelerate Estonia es un laboratorio de innovación gubernamental que diseña políticas públicas para impulsar empresas de impacto. Buscan soluciones novedosas que estén bloqueadas por barreras sistemáticas y que requieran la intervención del sector público, eliminando barreras regulatorias (Laboratorio de innovación gubernamental de Estonia, 2024).

El programa e-Residency permite a los emprendedores extranjeros registrar una empresa en Estonia de manera rápida, sencilla y económica, gestionándola de forma remota desde cualquier lugar del mundo. Este programa no solo permite a las empresas beneficiarse del competitivo sistema fiscal de Estonia, sino que también les da acceso al mercado de la Unión Europea, lo cual es especialmente ventajoso para los fundadores de países fuera de la UE (Stofferis, 2024).

Los residentes electrónicos tienen acceso a una variedad de servicios electrónicos que simplifican la gestión de sus empresas desde cualquier lugar. Además, pueden acceder a inversiones y capital inicial, lo que facilita el crecimiento de sus negocios. Entre 2020 y 2022, se estima que se destinaron alrededor de 849 millones de dólares en financiación inicial al ecosistema de startups de Estonia, creando un entorno propicio para la innovación y el desarrollo empresarial (Estonian Investment Agency, 2022).

Estas condiciones crean un ambiente favorable para que los empresarios inicien y desarrollen sus negocios en Estonia, aprovechando las ventajas gubernamentales y tecnológicas que el país ofrece.

6.2.3 Infraestructura digital

La avanzada infraestructura digital de Estonia ha desempeñado un papel clave en el desarrollo de un próspero ecosistema de startups. El sistema incluye la posibilidad de crear una empresa de forma totalmente digital y utilizar servicios avanzados de identidad electrónica y digital, facilitando la gestión de su empresa de forma remota. Estos servicios

incluyen la presentación de impuestos en línea y servicios de banca digital para una gestión eficiente, accesibles desde cualquier parte del mundo.

La facilidad para fundar y gestionar nuevas empresas en Estonia, especialmente en el sector tecnológico, es asombrosa. El proceso es simple, rápido y rentable y no requiere estar físicamente presente en el país ni contratar un agente local, lo que supone una carga administrativa menor que en otros países. Los costes asociados a la gestión de una empresa en Estonia son mucho más bajos que en muchos otros países y empiezan en unos 200 EUR al año. Esta estructura de costos razonable, combinada con una sólida infraestructura digital, ha consolidado la reputación de Estonia una ubicación ideal para la tecnología empresarial (Stofferis, 2024).

6.2.4 Sistema tributario

Por décimo año consecutivo, el sistema tributario de Estonia ha sido reconocido como el mejor entre los países de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), ocupando el primer lugar en el Índice de Competitividad Fiscal Internacional (ICTI) 2023.

Un código tributario bien diseñado es vital para el desempeño económico de un país. Esto facilita que los contribuyentes cumplan con sus obligaciones tributarias, estimulando así el desarrollo económico y aumentando así los ingresos del presupuesto estatal. Por otro lado, según la Tax Foundation afirma que un sistema tributario mal organizado puede ser costoso, distorsionar las decisiones y dañar la economía nacional (Brown, 2023).

Debido a que los países de la OCDE tienen diferentes enfoques tributarios, se necesitan comparaciones importantes para evaluar su efectividad. Para lograr este objetivo, la Tax Foundation desarrolló el Índice ICTI, que analiza más de 40 variables de política tributaria para medir la competitividad y neutralidad del código tributario de cada país. Estas variables incluyen tasas impositivas, estructuras impositivas corporativas, impuestos a la renta personal, impuestos al consumo, impuestos a la riqueza y el tratamiento de las ganancias extranjeras. En 2023 Estonia alcanzó nuevamente la máxima puntuación de este índice (Brown, 2023).

A continuación, se presentan los tres factores clave que distinguen su sistema tributario:

1. Impuesto sobre sociedades: Estonia no sólo grava las ganancias de las empresas al 20% sino, lo que es más importante, sólo las grava cuando se distribuyen a los

accionistas y no cuando se reinvierten en el mercado interno para aumentar la capacidad de producción del negocio. Además, como el impuesto sobre la renta empresarial se paga sobre las ganancias distribuidas, los dividendos que las empresas pagan a sus accionistas están libres de impuestos. Es importante resaltar que las empresas tienen la posibilidad de compensar los impuestos adeudados sobre sus beneficios distribuidos actualmente, tanto con las pérdidas que hayan tenido en el pasado como con las que puedan tener en el futuro. Esto significa que si la empresa sufrió pérdidas en el pasado, puede utilizar estas pérdidas para reducir la base imponible positiva actual. De la misma manera, si en el futuro la empresa incurre en pérdidas después de haber pagado impuestos sobre beneficios en el pasado, puede recuperar esos impuestos hasta compensar la base imponible negativa (Rallo, 2020).

2. Impuesto sobre la renta: Estonia tiene una tasa fija del impuesto sobre la renta personal del 20%. Esto significa que todos los trabajadores de un país determinado pagan la misma tasa impositiva nominal (que también es la misma que la tasa impositiva corporativa nominal, lo que reduce el incentivo para el modelado corporativo). Sin embargo, esto no significa que todos los trabajadores paguen la misma tasa impositiva efectiva, ya que existen exenciones fiscales y bonificaciones especiales que benefician a quienes tienen ingresos más bajos (Rallo, 2020).
3. Impuestos sobre el patrimonio: los impuestos sobre la propiedad suelen considerarse los que menos distorsionan el comportamiento de los agentes económicos, en tanto en cuanto estos no disponen de demasiado margen de maniobra para reaccionar (los bienes inmuebles no pueden abandonar el país. Sin embargo, si los impuestos sobre la propiedad afectan no sólo al valor del terreno sino también al valor de los edificios construidos en él, todavía hay margen de regulación: en particular, los agentes podrían limitar la inversión en edificios residenciales o comerciales. Entendiendo esto, IBI Estonia sólo grava el valor del terreno, eximiendo así de impuestos las inversiones en edificios (residenciales y no residenciales) construidos en el territorio del país (Rallo, 2020).

Así como los ciudadanos y residentes fiscales de Estonia se benefician, los residentes electrónicos también pueden hacerlo a través de la plataforma e-residency. Aunque Estonia no es un paraíso fiscal y la residencia electrónica no exime de la doble residencia fiscal ni de las obligaciones fiscales en otros países, el claro sistema tributario de Estonia y su red de

62 tratados fiscales pueden ser una gran ventaja para empresarios extranjeros que buscan establecer un negocio sin fronteras. Los residentes electrónicos también pueden tomar medidas adicionales para que sus empresas adquieran la residencia fiscal en Estonia, lo que implica estructurar sus operaciones corporativas para asegurar una presencia comercial significativa en el país, como alquilar oficinas, contratar empleados, registrar activos o propiedad intelectual, y realizar reuniones de directorio en Estonia (Brown, 2023).

6.3 Casos de éxito: Unicornios Estonios

Según el informe de Google for Startups, la firma de capital riesgo Atómico y la plataforma de inteligencia Dealroom, Estonia acapara la atención como cuna del 30% de las 10 empresas tecnológicas más valiosas fundadas en Europa Central y Oriental (CEE) después del año 2000. En esta clasificación, están representadas tres de los siete unicornios estonios: Wise con una valoración de 14.000 millones de euros, Skype con 7.600 millones de euros y Bolt con 4.000 millones de euros (Estonian Investment Agency, 2022).

Figura 5. Las 10 empresas tecnológicas más valiosas fundadas en Europa Central y Oriental (CEE) después del año 2000

| Most valuable tech companies <u>founded</u> in CEE after 2000 | | | | | |
|---|--|----------------|-------------------|---------|-----------|
| | Name | Current HQ | Founding location | Founded | Valuation |
| #1 |  UiPath | US | Romania | 2005 | €25B |
| #2 |  Wise | UK | Estonia | 2011 | €14B |
| #3 |  InPost | Poland | Poland | 2006 | €8.4B |
| #4 |  Skype | US | Estonia | 2003 | €7.6B |
| #5 |  JetBrains | Czech Republic | Czech Republic | 2000 | €6.4B |
| #6 |  GitLab | US | Ukraine | 2014 | €6.0B |
| #7 |  CD Projekt | Poland | Poland | 2002 | €4.5B |
| #8 |  Bolt | Estonia | Estonia | 2013 | €4.0B |
| #9 |  LogMeIn | US | Hungary | 2003 | €3.9B |
| #10 |  Vinted | US | Lithuania | 2008 | €3.8B |

Fuente: Dealroom, 2021

Skype es el claro ejemplo de éxito de una compañía tecnológica fundada y desarrollada en Estonia, y que puso de nuevo en el mapa al país. Fue fundada en el año 2003 por el sueco Niklas Zennström y el danés Janus Friis, Estonia logró atraer a estos inversores extranjeros y les proporcionó el trampolín que necesitaban para construir una empresa global. La tecnología de Skype fue desarrollada por tres ingenieros estonios: Ahti Heinla, Priit Kasesalu

y Jaan Tallin. Estos ingenieros crearon un software de voz sobre IP (VoIP) que permitió realizar llamadas de voz y vídeo a través de Internet de forma gratuita o a bajo costo. Skype fue revolucionario porque proporcionó una alternativa barata y fácil de usar a los costosos servicios telefónicos tradicionales, permitiendo a los usuarios comunicarse internacionalmente sin tarifas elevadas. En poco tiempo, Skype se volvió popular en todo el mundo, llegando a millones de usuarios. En 2005, apenas dos años después de su lanzamiento, eBay adquirió Skype por 2.600 millones de dólares, un hito en la historia de la empresa. En 2011, Microsoft adquirió Skype por 8.500 millones de dólares, integrando la aplicación en su ecosistema de productos (Agencia Empresarial e Innovación de Estonia, 2024).

Skype ha desempeñado un papel importante en la economía estonia por su impacto en el ecosistema tecnológico local. La "mafia de Skype", como se llamaba a los primeros empleados e ingenieros que trabajaron en Skype, jugó un papel decisivo en el desarrollo del sector tecnológico en Estonia, muchos de estos exempleados utilizaron su experiencia y capital de Skype para fundar nuevas empresas tecnológicas en Estonia, como Wise y Bolt, entre muchas otras. Además, el éxito de Skype ha ayudado a Estonia a convertirse en un centro de innovación tecnológica, atrayendo inversores y empresarios de todo el mundo (Agencia Empresarial e Innovación de Estonia, 2024).

Wise y Bolt también son el claro ejemplo de empresas tecnológicas e innovadoras, que surgen del ecosistema de emprendimiento de Estonia.

Wise fue fundada en enero de 2011 por los estonios Kristo Käärman y Taavet Hinrikus , se trata una cuenta online que permite enviar dinero, recibir pagos y gastar dinero de forma internacional. Con una cuenta Wise, se puede enviar dinero al extranjero, recibir dinero en otras divisas y hacer pagos en el extranjero con la tarjeta Wise. Opera en más de 80 países, permitiendo transferencias en más de 50 monedas diferentes. Su plataforma ha sido utilizada por millones de clientes en todo el mundo. En julio de 2021, Wise se hizo pública mediante una cotización directa en la Bolsa de Valores de Londres, convirtiéndose en una de las fintech más valiosas de Europa con una capitalización de mercado inicial superior a los 11 mil millones de dólares (Wise, 2024).

Bolt fue fundada por el estonio Markus Villig con tan sólo 19 años en 2013 en Tallin. Se trata de la mayor app europea de movilidad, que ofrece a sus usuarios la posibilidad de solicitar un taxi o un conductor privado, alquilar patinetes y bicicletas eléctricas, coches, pedir

comida a domicilio o hacer la compra. Cuentan con más de 200 millones de clientes y operan en más de 50 países (Bolt, 2024).

7. Problemas y desafíos de la digitalización

A pesar de ser uno de los países más digitalizados del mundo, Estonia enfrenta varios desafíos derivados de su rápida transformación digital. La digitalización ha permitido la modernización de servicios públicos, ha impulsado la economía y ha mejorado la calidad de vida de sus ciudadanos. Sin embargo, estos avances no están exentos de problemas que requieren atención urgente para asegurar que los beneficios de la digitalización se distribuyan de manera equitativa y segura.

Entre los principales retos se encuentran la brecha digital y el acceso desigual a las tecnologías, así como la creciente necesidad de fortalecer la seguridad cibernética y la protección de datos. Estos desafíos no solo afectan la cohesión social y la equidad, sino que también ponen en riesgo la infraestructura digital del país, exponiendo a ciudadanos, empresas e instituciones gubernamentales a posibles amenazas y vulnerabilidades.

7.1 Brecha digital y acceso desigual a las tecnologías

A pesar de los importantes avances en la digitalización, la brecha digital sigue siendo un problema grave en Estonia. Esta brecha digital se manifiesta en desigualdades en el acceso y uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) entre diferentes grupos de población, generando desigualdades que no solo afectan al acceso de los servicios digitales, sino que también afectan a la participación económica y social de diferentes segmentos de la sociedad.

Aunque la mayoría de la gente en Estonia tiene acceso a Internet y a servicios digitales, todavía existen diferencias significativas entre las zonas urbanas y rurales. Las zonas urbanas, especialmente en la capital, Tallin, y otras ciudades importantes, tienen una infraestructura digital bien desarrollada con acceso generalizado a Internet de alta velocidad y tecnología avanzada. Sin embargo, las zonas rurales del país aún enfrentan desafíos de conectividad, donde la cobertura efectiva es menor y, en algunos casos, la velocidad de conexión no logra los estándares necesarios para el acceso efectivo a servicios digitales avanzados (Ministerio de Asuntos Económicos y Comunicaciones, 2021).

Estas desigualdades no solo limitan el acceso de las personas a los servicios digitales esenciales, sino que también afectan a su capacidad para participar en la economía digital, lo que puede arrastrar una larga desigualdad económica y social entre las zonas urbanas y rurales. Como resultado, los residentes rurales se enfrentan a barreras adicionales para

acceder a oportunidades de empleo remoto, educación en línea y otros servicios esenciales disponibles en las áreas urbanas.

Además de la desigualdad geográfica, en Estonia también existe una importante brecha digital basada en la edad que se generaliza en toda la Unión Europea. Según los datos extraídos de la encuesta de Eurostat sobre el uso de las TIC en los hogares y por parte de las personas, solo el 28% de las personas de entre 65 y 74 años tiene al menos competencias digitales básicas, en contraste con el 70% de los "nativos digitales" de entre 16 y 24 años, y un porcentaje similar en el grupo de edad de 25 a 34 años. Aunque los hombres, en general, muestran un nivel ligeramente superior de competencias digitales (57% frente al 54% en mujeres), la brecha de género varía significativamente según la edad. En los grupos de 16 a 24, 25 a 34 y 35 a 44 años, más mujeres jóvenes poseen competencias digitales básicas en comparación con los hombres de las mismas edades. Sin embargo, a partir de los 45 años, esta tendencia se invierte, y la proporción de hombres con competencias digitales supera a la de las mujeres, con una brecha de género que se amplía en los grupos de mayor edad (Eurostat, 2024).

El nivel de educación formal influye significativamente en las competencias digitales de las personas. A medida que aumenta el nivel de educación, también lo hace la proporción de individuos con al menos competencias digitales básicas, alcanzando un 80% entre aquellos con una educación formal alta, frente a solo un 34% entre quienes tienen una educación formal baja o no tienen educación formal. Las diferencias más pronunciadas en esta proporción se observan en Irlanda (74 puntos porcentuales), Portugal (66 pp.), Grecia (63 pp.) y Malta (59 pp.). En contraste, Estonia presenta una de las brechas más pequeñas, con solo 12 puntos porcentuales de diferencia (Eurostat, 2024).

Estonia ha reconocido estos problemas y ha implementado varias estrategias para reducir la brecha digital. La Agenda Digital 2030 incluye objetivos específicos para mejorar la conectividad en las zonas rurales y reducir las desigualdades en el acceso a las TI. Además, Estonia ha puesto en marcha programas de formación en habilidades digitales dirigidos a grupos específicos, como las personas mayores. Estas iniciativas, que incluyen cursos de habilidades digitales y talleres comunitarios, tienen como objetivo mejorar las habilidades digitales básicas y promover una mayor inclusión digital. (Ministerio de Asuntos Económicos y Comunicaciones, 2021).

7.2 Seguridad cibernética y protección de datos

En Estonia, donde la digitalización y los servicios públicos digitales son fundamentales para el funcionamiento del país, la seguridad cibernética y la protección de datos son de suma importancia. La creciente dependencia de sistemas digitales en todos los aspectos de la vida pública y privada hace que la integridad y seguridad de estos sistemas sean cruciales para mantener la confianza y el funcionamiento eficaz de las infraestructuras. El año 2023 ha puesto de manifiesto este desafío, con varios incidentes significativos que destacan la necesidad de robustecer la ciberseguridad, afectando a grandes empresas.

En noviembre de 2023, una empresa de calefacción en Estonia sufrió un ciberataque que comprometió los sistemas de control de ocho calderas, obligando a operar manualmente estos equipos esenciales. Este incidente es representativo de un aumento generalizado en los ataques de denegación de servicio, que alcanzaron un total de 484 ataques en el año, lo que representa un incremento del 60% en comparación con 2022. Muchos de estos ataques están relacionados con las decisiones de Estonia de apoyar a Ucrania y sancionar a Rusia (Republic of Estonia Information System Authority, 2024).

A principios de 2023, un ciberataque afectó a dos empresas metalúrgicas en Estonia, AS Estanc y Tammer OÜ, que emplean a alrededor de 400 trabajadores. El ataque paralizó parcialmente su producción durante un mes, causando pérdidas millonarias. El ataque fue detectado el 1 de febrero cuando los sistemas dejaron de funcionar debido a que los atacantes explotaron una vulnerabilidad en un viejo servidor de correo electrónico que debía haber sido desactivado. (Republic of Estonia Information System Authority, 2024).

Otro ataque significativo ocurrió en diciembre de 2023, cuando se descubrió que los datos personales y de salud de 10,000 personas habían sido robados de los sistemas de Asper Biogene, una empresa de pruebas genéticas. Los atacantes explotaron una vulnerabilidad en los servidores de la empresa en septiembre, descargando aproximadamente 100,000 archivos con información sensible, incluidos resultados de pruebas genéticas y datos personales (Republic of Estonia Information System Authority, 2024).

El phishing también sigue siendo un problema creciente en Estonia, con fraudes que van desde la suplantación de identidad hasta engaños financieros. Las vulnerabilidades de seguridad, especialmente aquellas que no han sido parcheadas, continúan siendo una puerta abierta para los atacantes (Republic of Estonia Information System Authority, 2024).

Estonia ha adoptado un enfoque proactivo para fortalecer su ciberseguridad mediante varias iniciativas clave. El Equipo Rojo de la RIA, encargado de evaluar y mejorar la seguridad de los sistemas de información, realizó simulaciones avanzadas, incluyendo correos electrónicos de phishing y pruebas de penetración física, para identificar vulnerabilidades en las infraestructuras gubernamentales y corporativas. Este enfoque ha sido crucial para prevenir posibles ataques cibernéticos y asegurar la resiliencia de los servicios esenciales (Oyetunde, 2024).

Además, el Equipo Rojo ofreció sus servicios a departamentos gubernamentales y empresas interesadas en reforzar sus defensas cibernéticas. El equipo realizó intentos de phishing dirigidos a más de 14,000 personas en el sector público y privado, revelando una tasa de susceptibilidad del 30%. Este hallazgo subraya la importancia de una continua concienciación sobre seguridad cibernética y la necesidad de mitigar riesgos (Oyetunde, 2024).

Complementando estas medidas, Estonia lanzó campañas de prevención para aumentar la conciencia sobre ciberseguridad entre empresas y ciudadanos. La implementación de la Norma de Seguridad de la Información de Estonia (E-ITS) en aproximadamente 3,500 organizaciones demuestra un enfoque sistemático para proteger el ecosistema digital del país (Oyetunde, 2024).

8. Planes futuros y retos de la digitalización: la IA, nube y análisis de datos

Estonia supera la media de la UE en la adopción de tecnologías como IA, nube y análisis de datos por parte de las empresas, con un 60% de adopción frente al 54% de la media europea. Aunque se destaca en la adopción de la nube, el país está por debajo de la media en IA y análisis de datos. La hoja de ruta del país no establece objetivos específicos para estas tecnologías, pero se abordan de forma conjunta a través de estrategias y centros de innovación como el Centro Europeo de Innovación Digital (EDIH) y AI & Robotics Estonia (AIRE). Estos centros ofrecen apoyo gratuito para digitalizar empresas, principalmente en manufactura y tecnologías de la salud, financiado por el gobierno y otros organismos. El Ministerio de Asuntos Económicos y Comunicaciones de Estonia alienta a las empresas estonias a desarrollar y utilizar la IA a través del Programa de Desarrollo de IA que también se ocupará de los servicios en la nube y el análisis de datos (Comisión Europea, 2024).

La inteligencia artificial generativa hace referencia al uso de la IA para generar contenido como textos, imágenes, música, audio y videos. Esta tecnología se apoya en modelos fundacionales, que son grandes modelos de IA capaces de realizar múltiples tareas simultáneamente y ejecutar acciones predefinidas, como la elaboración de resúmenes, responder preguntas, y clasificar información, entre otras. Estos modelos requieren una preparación mínima y pueden adaptarse fácilmente a situaciones específicas con pocos datos de ejemplo, lo que los hace altamente versátiles y efectivos para aplicaciones concretas (Google Cloud, 2024).

El informe preparado por Implement para Google y el Gobierno de Estonia revela que la adopción generalizada de la inteligencia artificial generativa podría aportar entre 2.500 y 3.000 millones de euros anuales a la economía de Estonia, representando hasta un 8% del PIB del país. Según Tiit Riisalo, ministro de Asuntos Económicos y Tecnologías de la Información de Estonia, esta cifra podría alcanzarse en el año pico de adopción de la IA generativa, lo que equivaldría al gasto combinado del país en educación y defensa (Kaha, 2024).

Durante su discurso en el Foro Empresarial Finlandés-Estonio, Riisalo destacó que Estonia está preparada para aprovechar las oportunidades de la IA generativa, comparando su impacto con un tsunami tecnológico que podría inundar a los países o elevarlos si saben

"surfear" estas olas disruptivas. Aunque el potencial máximo de la IA generativa podría significar un 8% del PIB, incluso una adopción más limitada podría añadir entre un 3% y un 5% (Kaha, 2024).

El informe prevé que en el futuro, el 61% de la fuerza laboral de Estonia trabajará con inteligencia artificial generativa. Aunque se estima que menos del 10% de los empleos altamente expuestos serán sustituidos por la automatización, se espera que surjan nuevos puestos de trabajo en una economía impulsada por la IA, con un incremento en la productividad. Los sectores con mayor potencial para beneficiarse de la IA generativa son los servicios empresariales intensivos en conocimiento, como las finanzas, los asuntos jurídicos y la ciencia, donde se espera una contribución anual de hasta 750 millones de euros. Otros sectores como el comercio, transporte, turismo, administración pública, sanidad, manufactura y energía también se beneficiarán significativamente (Kaha, 2024).

Para maximizar los beneficios de la IA generativa, el informe recomienda inversiones en investigación y desarrollo, promover su adopción generalizada y preparar a la fuerza laboral mediante la capacitación y el reciclaje profesional. El gobierno de Estonia está comprometido con estos objetivos y ve en la IA una oportunidad de disrupción digital que no se puede dejar pasar (Kaha, 2024).

9. Conclusiones

- El análisis realizado sobre la historia reciente de Estonia ha permitido entender los acontecimientos clave del siglo XX que precedieron su independencia y el inicio de su proceso de digitalización. Tras 50 años de dominación extranjera, Estonia logró resurgir en el mapa de Europa con sistemas tecnológicos limitados y escasos recursos. Sin embargo, a pesar de estas dificultades iniciales, el país ha experimentado una notable transformación, posicionándose como un referente en la innovación digital a nivel mundial. Además, se han proporcionado datos e información que contextualizan el perfil actual de Estonia. Este recorrido histórico y contextual no sólo subraya la resiliencia del país, sino también su capacidad para adaptarse y prosperar en un entorno global cada vez más competitivo.

- El presente trabajo ha permitido realizar una descripción del proceso de digitalización que ha seguido Estonia. A través del análisis de los hitos clave en esta evolución, se ha evidenciado cómo Estonia ha logrado construir un modelo de referencia global en la materia. Asimismo, se ha profundizado en la infraestructura digital que ha sido fundamental para este desarrollo, destacando particularmente el papel crucial de la plataforma X-Road y la Identidad Digital. Este estudio no solo proporciona una visión clara del camino recorrido por Estonia, sino que también ofrece un marco de referencia para entender las bases tecnológicas y estratégicas que pueden ser replicadas en otros contextos para fomentar el desarrollo digital.

- La digitalización ha tenido un impacto significativo y positivo en los indicadores económicos clave de Estonia, como el Producto Interno Bruto (PIB) y la tasa de desempleo. Desde el inicio de su proceso de digitalización, Estonia ha experimentado un notable crecimiento económico, impulsado por un entorno favorable para el desarrollo de nuevas empresas tecnológicas y un robusto ecosistema de gobierno electrónico. Estas estrategias no solo han mejorado la eficiencia del sector público, sino que también han estimulado la innovación en el sector privado, atrayendo inversión extranjera y contribuyendo al aumento del PIB per cápita.

Asimismo, la digitalización ha tenido un efecto favorable en el empleo, promoviendo el desarrollo empresarial y reduciendo la tasa de desempleo. El análisis sectorial revela que la digitalización ha provocado una evolución en diversos sectores económicos, introduciendo innovaciones y mejoras que han fortalecido la economía del país. En conjunto, estos

resultados subrayan la importancia de la digitalización como motor clave para el crecimiento económico sostenible y la mejora del bienestar social en Estonia.

- La comparación del nivel de digitalización de Estonia con otros países de la Unión Europea revela que, aunque ocupa la novena posición en el Índice DESI general, su liderazgo en la dimensión de Servicios Públicos Digitales es sobresaliente, situándose como el país más avanzado en este ámbito dentro de la UE. Esta fortaleza en los servicios digitales, con una penetración y eficacia muy superiores a la media europea, ha sido un factor clave para que Estonia sea reconocida como uno de los países más digitalizados del mundo. Sin embargo, enfrenta desafíos en otras dimensiones de la digitalización.

- España y Estonia han avanzado notablemente en digitalización, aunque cada país sigue enfoques distintos y presenta diferentes niveles de desarrollo. Estonia es líder en servicios públicos digitales, y aunque España tiene buenos resultados en este ámbito, podría beneficiarse de aprender de las prácticas estonias para mejorar la eficiencia y cohesión de su administración digital.

- La digitalización en Estonia ha sido un factor clave en el desarrollo de su ecosistema de startups, especialmente en el ámbito tecnológico e innovador. No obstante, además de la digitalización, otros factores como un sistema tributario favorable, el sólido apoyo gubernamental y una cultura de emprendimiento dinámica han sido igualmente cruciales para facilitar la creación de startups en el país. El éxito de empresas como Skype evidencia cómo la combinación de estos elementos ha impulsado la innovación y el crecimiento en el ecosistema emprendedor de Estonia.

- Estonia enfrenta desafíos significativos que amenazan con limitar los beneficios de su transformación digital. La brecha digital, tanto geográfica como demográfica, y el acceso desigual a tecnologías afectan la equidad y la cohesión social. Además, la creciente dependencia de sistemas digitales ha incrementado los riesgos de ciberseguridad, con incidentes recientes que evidencian la necesidad de fortalecer la protección de datos y la seguridad informática. Estonia está implementando estrategias para abordar estos problemas, pero el éxito de estas iniciativas será crucial para mantener la confianza y resiliencia de su infraestructura digital.

- Estonia está bien posicionada para aprovechar el potencial de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial (IA) generativa, la nube y el análisis de datos, superando la media de la UE en adopción tecnológica. Aunque el país aún enfrenta desafíos en la

adopción de IA y análisis de datos, su estrategia futura se centra en la creación de centros de innovación y programas de desarrollo para fomentar su uso. Para maximizar estos beneficios, es crucial invertir en investigación, promover la adopción tecnológica y preparar a la fuerza laboral.

Bibliografía

- Agencia Empresarial e Innovación de Estonia. (2024). *Start up Estonia*. Obtenido de <https://startupestonia.ee/about-us/our-story/>
Fecha de consulta: Julio 2024
- Banco Mundial. (2024). *Banco Mundial*. Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.PCAP.CN?locations=EE>
Fecha de consulta: Agosto 2024
- Banco Mundial. (2024). *Banco Mundial*. Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/SL.UEM.TOTL.ZS?locations=EE>
Fecha de consulta: Agosto 2024
- Bolt. (2024). *Bolt*. Obtenido de Bolt: <https://bolt.eu/es-es/>
Fecha de consulta: Agosto 2024
- Brown, H. (2023). *e-Residency*. Obtenido de e-Residency: <https://www.e-resident.gov.ee/blog/posts/estonias-tax-system-most-competitive-in-the-world-3/#>
Fecha de consulta: Junio 2024
- Camara de Comercio de España. (2020). *Camara de Comercio de España*. Obtenido de Camara de Comercio de España: <https://www.camara.es/blog/creacion-de-empresas/que-es-una-startup>
Fecha de Consulta: Julio 2024
- Collera, V. (2018). Estonia, el primer país digital del mundo. *El País*.
- Comisión Europea. (2022). *Comisión Europea*. Obtenido de Comisión Europea: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/es/policies/desi>
Fecha de consulta: Julio 2024
- Comisión Europea. (2024). *Digital Decade Country Report: Estonia*. Obtenido de <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/digital-decade-2024-country-reports>
Fecha de consulta: Julio 2024
- Compton, M., & Hart, P. (2019). *Great Policy Success*. OXFORD UNIVERSITY PRESS.
- Delors, J. (1991). *El País - Hemeroteca*. Obtenido de https://elpais.com/diario/1991/08/28/portada/683330401_850215.html
Fecha de consulta: Mayo 2024
- e-Estonia*. (2024). Obtenido de https://docs.google.com/document/d/12p6rQdPG6gw-5jxefeqWUgMIKX39nrrl6K7RB_oVGeM/edit
Fecha de consulta: Junio 2024

- e-Estonia. (2024). *e-Estonia*. Obtenido de e-Estonia:
https://docs.google.com/document/d/12p6rQdPG6gw-5jxefeqWUgMIKX39nr16K7RB_oVGeM/edit
Fecha de consulta: Junio 2024
- e-Estonia. (2024). *e-Estonia*. Obtenido de
https://docs.google.com/document/d/12p6rQdPG6gw-5jxefeqWUgMIKX39nr16K7RB_oVGeM/edit
Fecha de consulta: Mayo 2024
- e-Estonia. (2024). *e-Estonia*. Obtenido de <https://e-estonia.com/solutions/estonian-e-identity/id-card/>
Fecha de consulta: Julio 2024
- e-Estonia. (2024). *La historia de E-estonia*. Obtenido de <https://e-estonia.com/story/>
Fecha de consulta: Mayo 2024
- Estonian Investment Agency. (2020). *Investinestonia*. Obtenido de
<https://investinestonia.com/estonia-exports-digital-transformation-for-industries/>
Fecha de consulta: Julio 2024
- Estonian Investment Agency. (2022). *Invesinestonia*. Obtenido de Investinestonia:
<https://investinestonia.com/wp-content/uploads/estonian-startup-and-vc-ecosystem-2022-overview-1.pdf>
Fecha de consulta: Julio 2024
- Estonian Research Council (ETAG). (2023). *ETAG*. Obtenido de https://etag.ee/wp-content/uploads/2022/07/Overview-of-the-Estonian-ICT-sector_2023.pdf
Fecha de consulta: Julio 2024
- Eurostat. (2024). *Eurostat*. Obtenido de Eurostat: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Skills_for_the_digital_age#The_digital_divide
Fecha de consulta: Agosto 2024
- Freedom House Survey Team. (1992). *Freedom in the World: Political Rights and Civil Liberties*. Freedom House.
- Gaskell, A. (2021). Growing Entrepreneurs And Entrepreneurship: Lessons From Estonia. *Forbes*.
- Gasparini, A. (8 de Junio de 2024). *Friedrich Naumann Foundation for Freedom*. Obtenido de <https://www.freiheit.org/central-europe-and-baltic-states/state-market-thirty-years-economic-success-estonia>
Fecha de consulta: Agosto 2024
- Google Cloud. (2024). *Google Cloud*. Obtenido de <https://cloud.google.com/use-cases/generative-ai?hl=es>
Fecha de consulta: Agosto 2024

- Halsall. (1997). *Libro de consulta de historia moderna de Internet*. FORDHAM UNIVERSITY.
- Iwaskiw, W. (1995). *Estonia, Latvia and Lithuania: Country Studies*. Biblioteca del Congreso de Estados Unidos.
- Kaha, A. (2024). *e-estonia*. Obtenido de <https://e-estonia.com/report-generative-ai-can-boost-estonias-gdp-up-to-8/>
Fecha de consulta: Agosto 2024
- Kalvet, T. (2007). *The Estonian Information Society Developments since the 1990s*. Obtenido de <http://www.praxis.ee/fileadmin/tarmo/Toimetised/>
Fecha de consulta: Mayo 2024
- Kalvet, T; Aaviksoo, A. (2008). *The Development of e-Services in an Enlarged EU: e-Government and e-Health in Estonia*. Obtenido de <http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC40679/jrc40679.pdf>
Fecha de consulta: Mayo 2024.
- Kattel, R., & Mergel, I. (2018). *Estonia's digital transformation: Mission mystique and the hiding hand*. Kostanz: UCL Institute for Innovation and Public Purpose.
- Laboratorio de innovación gubernamental de Estonia. (2024). *AccelerateEstonia*. Obtenido de AccelerateEstonia: <https://accelerateestonia.ee/apply/>
Fecha de consulta: Agosto 2024
- Mina Akhavan, M. H. (2023). *European Narratives on Remote Working and Coworking During the COVID-19 Pandemic*.
- Ministerio de Asuntos Económicos y Comunicaciones. (2021). *Estonian Government*. Obtenido de Estonian Government: file:///C:/Users/ferna/Downloads/Digi%C3%BChiskonna%20arengukava_ENG.pdf
Fecha de consulta: Agosto 2024
- OECD. (Mayo de 2024). *OECD*. Obtenido de <https://www.oecd.org/en/topics/sub-issues/economic-surveys/estonia-economic-snapshot.html>
Fecha de consulta: Julio 2024
- OECD/The European Commission. (2013). *Estonia: ENTRUM (Youth Entrepreneurship Development programme)*. Obtenido de Estonia: ENTRUM (Youth Entrepreneurship Development programme): https://read.oecd-ilibrary.org/industry-and-services/the-missing-entrepreneurs/estonia-entrum-youth-entrepreneurship-development-programme_9789264188167-19-en#page1
Fecha de consulta: Julio 2024
- Oyetunde, B. (9 de Abril de 2024). *e - Estonia*. Obtenido de <https://e-estonia.com/2023-estonia-advanced-cybersecurity-threats/>
Fecha de consulta: Agosto 2024

- Proaño, L. F. (2014). *La Cultura del Emprendimiento y su Formación*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5599803#:~:text=La%20cultura%20del%20emprendimiento%20es,o%20reingenier%C3%ADas%20de%20procesos%20existentes>.
Fecha de consulta: Agosto 2024
- Rallo, J. R. (2020). ¿Por qué Estonia tiene el mejor sistema tributario del mundo? *El Confidencial*.
Fecha de consulta: Julio 2024
- Republic of Estonia Information System Authority. (2024). *Estonian Government*. Obtenido de <https://www.ria.ee/sites/default/files/documents/2024-02/Cyber-security-in-Estonia-2024.pdf>
Fecha de consulta: Agosto 2024
- Stofferis, A. (2024). *e-Residency*. Obtenido de e-Residency: <https://www.e-resident.gov.ee/blog/posts/the-rise-of-estonias-startup-ecosystem/>
Fecha de consulta: Julio 2024
- Taylor. (2018). *Estonia: A Modern History*. Hurst & Company. Obtenido de <https://www.collegesidekick.com/study-docs/5590390>
Fecha de consulta: Mayo 2024
- Vaga, K. (12 de Febrero de 2024). e-Residency de Estonia: simplificando e impulsando la actividad empresarial en la UE. *Libre Mercado*.
- Vicente Nieves, M. B. (22 de Abril de 2024). El país con la deuda más baja de Europa se enfrenta a un dilema fiscal que puede cambiar su economía para siempre. *El Economista*.
- Westreicher, G. (2021). *economipedia.com*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/digitalizacion.html>
Fecha de consulta: Junio 2024
- Wise. (2024). *Wise*. Obtenido de <https://wise.com/es/help/articles/2817401/consejos-para-empezar-a-usar-wise>
Fecha de consulta: Agosto 2024

Anexo I. Relación del trabajo con los objetivos de desarrollo sostenible de la agenda 2030

Figura 6. Grado de relación del trabajo con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

| Objetivos de Desarrollo Sostenibles | Alto | Medio | Bajo | No Procede |
|--|------|-------|------|---------------|
| ODS 1. Fin de la pobreza. | | | x | |
| ODS 2. Hambre cero. | | | x | |
| ODS 3. Salud y bienestar. | | x | | |
| ODS 4. Educación de calidad. | | x | | |
| ODS 5. Igualdad de género. | | | x | |
| ODS 6. Agua limpia y saneamiento. | | | | x |
| ODS 7. Energía asequible y no contaminante. | | | | x |
| ODS 8. Trabajo decente y crecimiento económico. | x | | | |
| ODS 9. Industria, innovación e infraestructuras. | x | | | |
| ODS 10. Reducción de las desigualdades. | | x | | |
| ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles. | x | | | |
| ODS 12. Producción y consumo responsables. | | | x | |
| ODS 13. Acción por el clima. | | | | x |
| ODS 14. Vida submarina. | | | | x |
| ODS 15. Vida de ecosistemas terrestres. | | | | x |
| ODS 16. Paz, justicia e instituciones sólidas. | | | x | |
| ODS 17. Alianzas para lograr objetivos. | | | x | |

En relación con el ODS 8 (Trabajo decente y crecimiento económico), el estudio muestra cómo la digitalización ha impulsado el crecimiento económico de Estonia. A través de la implementación de un robusto ecosistema de gobierno electrónico y un entorno favorable para nuevas empresas tecnológicas, Estonia ha conseguido no solo aumentar su Producto Interno Bruto (PIB) per cápita, sino también reducir la tasa de desempleo. La promoción del emprendimiento y el desarrollo de startups tecnológicas han sido clave para crear empleos de calidad.

Respecto al ODS 9 (Industria, innovación e infraestructuras), el trabajo resalta cómo Estonia ha construido una infraestructura digital avanzada, destacando la plataforma X-Road y la Identidad Digital como pilares fundamentales de su transformación digital. Estas innovaciones no solo han mejorado la eficiencia de los servicios públicos, sino que también

han estimulado la innovación en el sector privado, promoviendo la creación de nuevas empresas tecnológicas y atrayendo inversiones extranjeras.

Por último, en lo que se refiere al ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles), el caso de Estonia demuestra cómo la digitalización puede contribuir a la sostenibilidad de ciudades y comunidades. Los servicios públicos digitales eficientes y accesibles han mejorado la calidad de vida de los ciudadanos al facilitar el acceso a servicios esenciales.