

PRINCIPIOS DE ECONOMÍA CIRCULAR EN EL SECTOR DEL ASCENSOR

Alfredo Gómez. Instituto Tecnológico de Aragón. María de Luna 7-8, 50018 Zaragoza, España

SIEME 2024. I SIMPOSIO INTERNACIONAL DE ELEVACIÓN Y MOVILIDAD EN EDIFICIOS.

Palabras clave: economía circular, tecnología, materiales, digitalización, innovación, sostenibilidad, reciclaje

1. LA DOBLE TRANSICIÓN VERDE Y DIGITAL

El 10 de marzo de 2020, con la publicación del documento '[COM\(2020\) 102 final - Un nuevo modelo de industria para Europa](#)', la Comisión Europea sentó las bases de una estrategia industrial que impulsa la doble transición hacia una economía ecológica y digital, refuerza la competitividad industrial de la UE a nivel mundial y mejora la autonomía estratégica de Europa.

Desde entonces han ocurrido una serie de hechos como la pandemia COVID y la guerra de Ucrania que han ido desestabilizando las economías globales y que nos han llevado a unos momentos críticos que han acelerado enormemente problemáticas que ya se intuían antes de estas crisis. En particular las relacionadas con la pérdida de recursos y ecosistemas naturales y con la inestabilidad e incertidumbre de las cadenas de suministro globales que exponen a las empresas a fuertes riesgos y las hace fuertemente vulnerable y dependiente de factores y decisiones ajenas.

En este contexto cobra especial relevancia la necesidad de esa doble transición verde y digital a la que se orientaba la estrategia industrial europea y si en los últimos años se han acelerado los procesos de digitalización de las empresas por pura necesidad, en estos momentos parece que cobra mayor importancia la necesidad de redefinir de manera más profunda los modelos de producción. Es necesario ganar más capacidad de maniobra, reducir el efecto de la volatilidad de precios y mantener el control sobre los recursos y las cadenas de suministro. Se hace necesario pues cuestionar los modelos productivos actuales y encontrar nuevas formas de hacer las cosas desarrollando oportunidades rentables y disruptivas. Y aquí es donde entra en juego la Economía Circular.

2. HACIA LA ECONOMÍA CIRCULAR

La economía circular puede definirse como un modelo de organización de la actividad, principalmente de producción y consumo, que pone el foco en reducir el impacto medioambiental y la pérdida de valor de los productos y de los resultantes de las diferentes actividades a lo largo de toda la vida útil de los mismos.

Como nuevo modelo de organización de la economía puede contribuir a resolver las problemáticas comentadas anteriormente generando oportunidades de negocio disruptivas y de futuro.

En cualquier caso, esta definición es muy amplia y poco 'accionable'. Para ayudar a entender lo que hay detrás de la misma es interesante contemplar las actividades recogidas en el [REGLAMENTO \(UE\) 2020/852 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 18 de junio de 2020](#) relativo al establecimiento de un marco para facilitar las inversiones sostenibles, que considera que una actividad económica contribuye de forma sustancial a la transición hacia una economía circular, cuando dicha actividad:

- a) use los recursos naturales, especialmente materiales sostenibles de origen biológico y otras materias primas, en la producción de modo más eficiente, mediante, entre otras acciones: la reducción del uso de materias primas primarias, el aumento del uso de subproductos y de materias primas secundarias, o medidas de eficiencia energética y de los recursos;
- b) aumente la durabilidad, la reparabilidad o las posibilidades de actualización o reutilización de los productos, especialmente en las actividades de diseño y fabricación;
- c) aumente la reciclabilidad de los productos, así como la reciclabilidad de los distintos materiales contenidos en dichos productos, entre otras maneras mediante la sustitución de los productos y materiales no reciclables o su menor utilización, especialmente en las actividades de diseño y fabricación;
- d) reduzca de forma sustancial el contenido de sustancias peligrosas y sustituya las sustancias extremadamente preocupantes en materiales y productos a lo largo de todo su ciclo de vida, de conformidad con los objetivos establecidos en el Derecho de la Unión, en particular sustituyendo dichas sustancias por alternativas más seguras y garantizando su trazabilidad;
- e) prolongue el uso de productos, concretamente por medio de la reutilización, el diseño para su durabilidad, nuevas orientaciones, el desmontaje, actualizaciones, la reparación y el uso compartido;
- f) aumente el uso de materias primas secundarias y la calidad de estas, en particular mediante un reciclado de residuos de alta calidad;
- g) prevenga o reduzca la generación de residuos, especialmente la procedente de la extracción de minerales y los residuos de la construcción y demolición de edificios;
- h) incremente la preparación para la reutilización y el reciclado de residuos;
- i) aumente el desarrollo de la infraestructura de gestión de residuos necesaria para la prevención, para la preparación para la reutilización y para el reciclado, al tiempo que se garantiza que los materiales recuperados resultantes se reciclan como materias primas secundarias de alta calidad en la producción, evitando el ciclo de degradación;
- j) reduzca al mínimo la incineración y evite el vertido de los residuos, incluida la descarga en vertederos, de conformidad con los principios de la jerarquía de residuos;
- k) evite y reduzca la dispersión de residuos en el medio ambiente.

La clave está en la idea de reducir la pérdida de valor de los productos a lo largo de todo su ciclo de vida, trabajando en el diseño de los mismos para facilitar aprovechamientos posteriores y eliminar desperdicio y emisiones, intentando alargar su tiempo de uso y minimizando impactos finales en el medio ambiente al final de su vida útil.

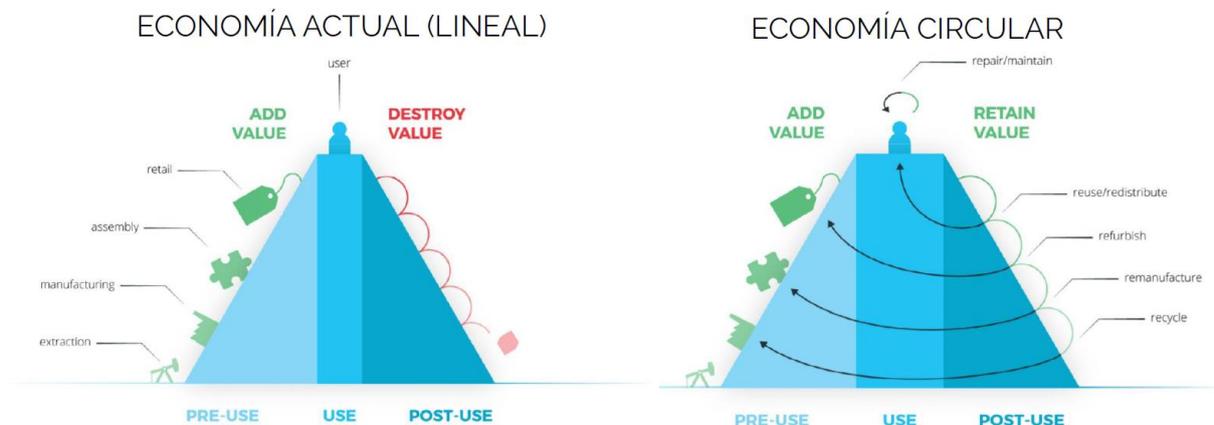


Figura 1. Economía lineal y economía circular. Fuente <http://www.circle-economy.com/financing-circular-business>

En esta situación, la transición hacia la economía circular se está convirtiendo en un aspecto crucial para las empresas industriales. Esta transformación no solo implica un cambio en los procesos de producción y consumo, sino que también representa una oportunidad para innovar y adaptarse a un mercado cada vez más enfocado en la sostenibilidad.

3. EL IMPULSO DESDE LA UNIÓN EUROPEA

La importancia de la economía circular se ve reforzada por las regulaciones y políticas impulsadas desde Europa en materia de sostenibilidad destacando entre ellas el [Pacto Verde Europeo](#). Con esto, la Unión Europea ha sido pionera en la promoción de prácticas circulares mediante legislaciones y directrices que incentivan la reutilización, el reciclaje y la reducción de residuos. Estas regulaciones no solo establecen estándares ambientales más estrictos, sino que también fomentan la innovación y la adaptación de las empresas hacia modelos de negocio más sostenibles. Este enfoque regulatorio refleja una creciente conciencia sobre la necesidad de transitar hacia una economía que respete los límites planetarios y asegure un futuro sostenible.

A partir del Pacto Verde Europeo se están impulsando directivas y regulaciones relacionadas con la gestión de residuos, el reciclaje y el ecodiseño, así como la promoción de patrones sostenibles de producción y consumo. En particular, la [Regulación de Ecodiseño para Productos Sostenibles \(ESPR\)](#) expande el alcance de la directiva de Ecodiseño para cubrir una amplia gama de productos más allá de los relacionados con la energía. Esta regulación establece criterios para la mayoría de los artículos físicos en el mercado de la UE y presenta el Pasaporte Digital de Producto, que proporciona información integral y estandarizada sobre los atributos ambientales y de sostenibilidad de un producto a lo largo de todo su ciclo de vida.

Estas iniciativas son un claro indicador de la importancia y el impacto que la economía circular y las regulaciones de sostenibilidad tienen y tendrán en la industria manufacturera europea. La adaptación a estas nuevas regulaciones y la transición hacia prácticas más sostenibles serán esenciales para la competitividad y el éxito a largo plazo de las empresas del sector.

4. LA SITUACIÓN EN EL SECTOR DEL ASCENSOR

El sector del ascensor no es ajeno a estas tendencias y ha lanzado varias iniciativas impulsadas por las propias empresas y sus asociaciones, que contribuyen a avances en esta línea. Entre estas iniciativas destacan las siguientes:

- La serie de normas [EN-ISO 25745 Eficiencia energética en el ascensor](#). Estas normas establecen un método estandarizado para la medida del consumo y evaluación de la eficiencia energética de ascensores. Fueron publicadas en 2015 y desde entonces han demostrado ser un método de aplicación generalizada a nivel global dado su estatus simultáneo como norma europea (EN) e internacional (ISO).

- Las reglas de categoría de producto para ascensores (PCR for Lifts). Estas reglas vienen a ser en la práctica una especie de normas que establecen directrices para uniformizar los procedimientos de análisis de ciclo de vida en ascensores. La PCR para ascensores surgió en su primera edición en 2015 y está en proceso de revisión profunda para adecuarla a la Directiva de Eficiencia Energética en Edificios. A partir de este método estandarizado, las empresas del ascensor pueden publicar sus declaraciones medioambientales de producto (EPDs) de una manera fiable y estandarizada.

- El [Smart Readiness Indicator \(SRI\)](#). Esta es una iniciativa de la Comisión Europea que pretende definir un esquema común para calificar la capacidad de un edificio para alojar servicios basados en nuevas tecnologías. Ahí se incluyen aspectos relacionados con la

digitalización, la eficiencia energética, el uso de materiales, el mantenimiento, etc. Los ascensores, como aparatos presentes en los edificios, han de ser considerados dentro de este esquema.

Este conjunto de acciones ataca a varios de los objetivos expuestos anteriormente y que contribuyen a la economía circular, en particular los relacionados con los consumos energéticos y otros aspectos derivados de la fase de uso del ascensor en el edificio, pero no abordan otras cuestiones clave como las que exponen a continuación.

5. OPORTUNIDADES PARA MEJORAR LA CIRCULARIDAD EN EL ASCENSOR

El uso sostenible de los materiales y los materiales sostenibles

Actualmente, un ascensor de tracción convencional utiliza más de 60 materiales diferentes encabezados por el acero que puede suponer más del 50% de la masa total, pero incluyendo muchos otros materiales, desde plásticos, gomas, pinturas, embalajes, etc. a materiales elementales como los usados en muchos componentes electrónicos y aleaciones de muy diferente tipología. El uso de esta amplia variedad de materiales supone importantes dificultades en varios aspectos relacionados con la circularidad del producto ascensor como son los siguientes:

- El reciclado. Cuantos más materiales diferentes se utilicen en la construcción de un producto, más complejo se vuelve el proceso de reciclaje. La separación y clasificación de estos materiales pueden ser costosas y técnicamente inviables como cuando por ejemplo se dan problemas de contaminación como los derivados por el uso de revestimientos, adhesivos o componentes electrónicos que pueden dificultar la recuperación de materiales valiosos.

- Complejidad en la gestión de residuos. Una variedad excesiva de materiales puede generar problemas en la gestión de residuos al final de la vida útil del producto. La falta de infraestructuras adecuadas para gestionar esta complejidad puede resultar en la acumulación de residuos no reciclados.

- Consumo de recursos en la fabricación. La extracción, procesamiento y transporte de una amplia gama de materiales implica mayor consumo de recursos naturales y energía. Esto va en contra de los principios de la economía circular, que busca minimizar el impacto ambiental a lo largo del ciclo de vida del producto.

- Dificultades en la trazabilidad: la trazabilidad de los materiales utilizados en un producto puede volverse complicada cuando se emplea una gran diversidad de ellos. Esto dificulta la identificación de los componentes específicos que deben ser reciclados o tratados de manera adecuada.



Figura 2. Variedad de materiales usados en la construcción de un ascensor. Fuente Elaboración propia.

A escala global, esta cuestión supone un gran problema ya que hay determinados materiales críticos considerados esenciales para la economía y la sociedad de la Unión Europea, pero que se encuentran en una situación de escasez o vulnerabilidad. Algunos de estos materiales críticos son el Litio, utilizado en el ascensor en determinados componentes electrónicos y en casos en los que se usan baterías, el Cobalto, también usado en las baterías de iones de litio y en los imanes permanentes de los motores de tracción y las Tierras raras, materiales también usados en imanes permanentes y en determinados componentes electrónicos.

La Unión Europea ha identificado 30 materiales críticos, que representan el 80% de la demanda de la UE de materias primas y ha tomado una serie de iniciativas para garantizar el suministro de materiales críticos. Estas iniciativas incluyen la [Ley Europea de Materias Primas Fundamentales \(CRMA\)](#), que entró en vigor en marzo de 2023, el [Plan de Acción de la UE sobre Materiales Fundamentales](#), que se adoptó en 2020 y el Pacto Verde Europeo que incluye una serie de medidas para reducir la demanda de materiales críticos, como el aumento de la eficiencia energética y la sustitución de materiales críticos por materiales alternativos. A pesar de estas medidas queda mucho camino por recorrer, especialmente en el aspecto de reciclaje de estos materiales.

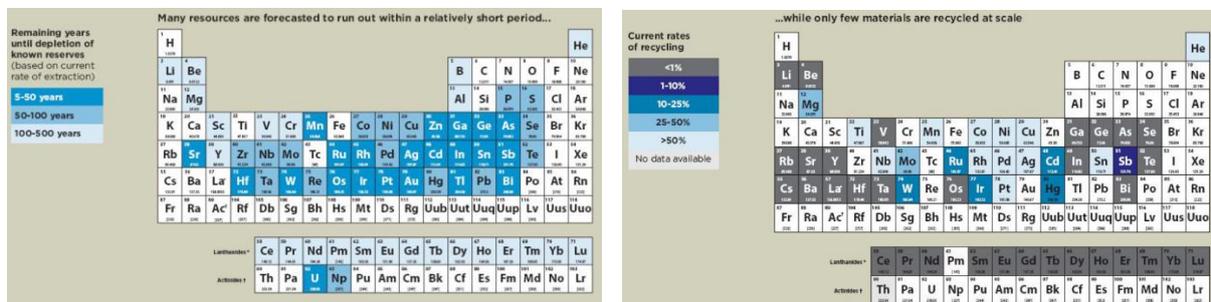


Figura 3. Materiales críticos y tasa de reciclaje actuales. Fuente Professor James Clark, Green Chemistry, University of York

Con estas condiciones de contorno, se hace necesario por tanto revisar los procesos de diseño para puede minimizar el uso de materiales sin comprometer la funcionalidad o seguridad. Esto puede incluir la optimización de diseños para usar menos material o el uso de técnicas de fabricación avanzadas como la impresión 3D o materiales multifuncionales. También se puede contemplar el uso de materiales reciclados como acero y aluminio reciclado para componentes estructurales, lo que disminuye la demanda de recursos vírgenes y la energía asociada a su producción, plásticos biodegradables o compuestos de origen natural para componentes no estructurales o recubrimientos que no impidan el aprovechamiento posterior de los materiales al final de la vida útil del ascensor. Otras medidas orientadas a la estandarización de materiales y el diseño modular también pueden facilitar la gestión de productos al final de su vida útil.

Diseño sostenible

En el contexto del diseño sostenible, se destaca la importancia de la simplicidad, la elección de materiales sostenibles, la reducción de peso y materiales y la facilidad de desmontaje y reciclaje. Para ello se pueden aplicar enfoques de diseño modular que facilite el mantenimiento, la reparación y el eventual reciclaje de partes del ascensor. Esto también podría incluir la estandarización de componentes para facilitar su intercambio y reciclaje.

Trasladar todos estos principios al caso del diseño de ascensores no es fácil ya que un aparato convencional integra multitud de componentes de todo tipo, mecánico, electrónico, hidráulico y además relacionados entre si y en uso durante un buen número de años sometidos a diferentes condiciones de funcionamiento.

En ese contexto, el uso de técnicas avanzadas de diseño como la Simulación multifísica y el Gemelo Digital pueden resultar de gran ayuda. Estas tecnologías permiten a las empresas modelar y analizar el comportamiento de sus diseños en entornos virtuales, reduciendo el desperdicio y optimizando el diseño para mayor eficiencia y menor impacto ambiental.

De manera particular, la simulación Multifísica permite modelar y analizar simultáneamente diferentes fenómenos físicos que afectan a un determinado diseño, como la mecánica, la electrónica y la termodinámica. Al utilizar la simulación multifísica, los diseñadores pueden predecir cómo se comportará un ascensor en diversas condiciones operativas y ambientales, lo que permite optimizar el diseño para maximizar la eficiencia energética y minimizar el desgaste de los componentes. Esto no solo mejora la sostenibilidad del ascensor, sino que también reduce los costos de operación y mantenimiento a largo plazo.

Por su parte, el gemelo digital es una réplica virtual de un ascensor físico que puede ser utilizada para monitorear, analizar y optimizar su rendimiento a lo largo de todo su ciclo de vida. Mediante el uso de datos en tiempo real recopilados de sensores instalados en el ascensor, el gemelo digital permite a los ingenieros y operadores identificar problemas potenciales antes de que ocurran, planificar el mantenimiento de manera más efectiva y probar soluciones virtuales para mejorar la eficiencia y sostenibilidad del ascensor. Además, el gemelo digital puede ser utilizado para simular modificaciones y mejoras en el diseño del ascensor, lo que permite una innovación continua y la implementación de prácticas de diseño sostenible.

La digitalización y nuevos modelos de negocio

La tendencia hacia la digitalización, el mantenimiento predictivo y los nuevos modelos de negocio asociados pueden contribuir de manera importante a la mejora de la circularidad y el sector del ascensor, en el que tan fuertemente están entrando estas tendencias, puede colocarse en punta de lanza industrial en el ámbito industrial en estas cuestiones.

Así, las tecnologías digitales han permitido la monitorización continua de los ascensores en remoto y las nuevas tecnologías del mundo de la inteligencia artificial están dando lugar a capacidades de mantenimiento predictivo que están cambiando el negocio. Gracias a estas posibilidades, el mantenimiento de los ascensores se optimiza, alargándose la vida útil de los mismos y aprovechando los recursos de manera más eficiente.

Por otra parte, los nuevos modelos de negocio que pueden derivarse de estas posibilidades, como el pago por uso de los ascensores puede contribuir de manera determinante a los objetivos de la economía circular gracias a los incentivos que se generan para que los fabricantes produzcan productos más duraderos y fácilmente mantenibles impulsando también la innovación. De la misma manera también se generan incentivos para la renovación de ascensores antiguos con tecnologías más eficientes y sostenibles sin necesidad de sustituirlos por completo.

Todo esto puede articularse a través de plataformas digitales que faciliten la colaboración entre fabricantes, proveedores de servicio, y usuarios finales, permitiendo un flujo de información constante para mejorar la eficiencia y sostenibilidad. Otras ventajas que pueden derivarse de estas plataformas digitales colaborativas tienen que ver con:

- Las posibilidades de recopilación y análisis de datos compartidos, que puede ayudar a identificar patrones de uso, necesidades de mantenimiento y oportunidades para mejoras energéticas y operativas.
- El fomento de la innovación abierta, donde diferentes actores aportan ideas y soluciones para mejorar la sostenibilidad y eficiencia de los ascensores.

Adicionalmente la posibilidad de proporcionar soporte y tomar decisiones basadas en datos en tiempo real puede mejorar significativamente la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente.

6. NORMATIVA DE REFERENCIA PARA LA CIRCULARIDAD

Ante este panorama, resulta evidente la necesidad para las empresas industriales y el sector del ascensor, el avanzar hacia la búsqueda de una mayor circularidad en sus procesos, pero como todo cambio, la transición a una economía más circular presenta desafíos significativos. Las empresas deben invertir en nuevas tecnologías y procesos, lo que puede requerir un gasto inicial considerable. Además, pueden enfrentar resistencia al cambio dentro de la organización y en su cadena de suministro lo cual es especialmente relevante para el sector del ascensor dónde la mayor parte de OEMs son integradores de componentes en gran medida.

Otro desafío importante es la necesidad de adaptarse a las regulaciones y políticas que apoyan la economía circular. En este sentido son destacables los esfuerzos en el campo de la normalización y en particular del comité internacional ISO/TC 323 que está trabajando en una serie de normas que seguro facilitarán la aplicación de los principios de economía circular en las empresas industriales.

Las principales normas de esta serie son las siguientes (en todos los casos en fase de borrador a fecha de Enero 2024):

- ISO/DIS 59010:2023 proporciona orientación para las organizaciones que buscan transformar sus modelos de negocio y redes de valor de un enfoque lineal a uno circular. Este documento se aplica a organizaciones de cualquier tamaño, sector o región, y se enfoca en aspectos como la definición de metas para la transición hacia la economía circular, la comprensión del modelo de negocio actual de la organización, y la identificación de oportunidades para mejorar la sostenibilidad y eficiencia de sus operaciones y redes de valor.
- ISO/DIS 59020:2023 se centra en la medición y evaluación de la circularidad en las organizaciones. Proporciona un marco para medir y evaluar el rendimiento en circularidad de un sistema seleccionado en un momento específico. Incluye la recopilación y cálculo de datos con indicadores de circularidad y métodos complementarios, como el análisis del ciclo de vida. El objetivo es ofrecer una visión integrada de la circularidad y el desarrollo sostenible y apoyar la transición hacia una economía circular, considerando impactos sociales, ambientales y económicos.
- ISO/DIS 59040:2023 se centra en la creación y gestión de una Hoja de Datos de Circularidad del Producto (PCDS). Proporciona una metodología general y requisitos para el intercambio de información relacionada con la economía circular, utilizando una PCDS al adquirir o suministrar productos. Este documento aborda la estructura de una PCDS, incluyendo categorías, módulos y declaraciones requeridas y adicionales, así como la gestión de la PCDS a lo largo de su ciclo de vida. Está destinado a cualquier organización que desee adoptar prácticas basadas en la economía circular en sus relaciones con proveedores o adquirentes.

También es destacable el esfuerzo desde el comité de normalización europeo - CEN – con varias iniciativas normativas que pretenden servir de apoyo a la Directiva de Ecodiseño , entre las que destaca (también a nivel de borrador):

- prEN 45560:2023 aborda los principios para el diseño circular de productos. Propone un método para definir reglas de diseño circular, especificando requisitos y orientaciones para

integrar la circularidad en el proceso de diseño y desarrollo de productos. Se centra en la eficiencia del uso de materiales y no es una norma de sistema de gestión. Este documento es aplicable cuando no existen estándares específicos para un producto o grupo de productos, y puede utilizarse como referencia para asegurar la coherencia y armonización en diferentes áreas de productos y cadenas de suministro.

Estas iniciativas normativas buscan en definitiva fomentar la adopción de prácticas de economía circular en diferentes sectores industriales proporcionando herramientas y métodos para una gestión más eficiente de los recursos y una mayor reutilización y reciclaje de materiales y productos contribuyendo con eso a la sostenibilidad y a reducir el impacto ambiental de las empresas.

BIBLIOGRAFÍA

- COM(2020) 102 final - Un nuevo modelo de industria para Europa. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0102>
- REGLAMENTO (UE) 2020/852 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 18 de junio de 2020. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2020-80947>
- Pacto Verde Europeo https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/attachment/869813/EGD_brochure_ES.pdf.pdf
- Propuesta de REGLAMENTO DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO por el que se insta un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos sostenibles y se deroga la Directiva 2009/125/CE. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX%3A52022PC0142>
- Ley Europea de Materias Primas. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/green-deal-industrial-plan/european-critical-raw-materials-act_es
- Plan de Acción sobre Materias Primas Fundamentales. <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/42849>
- EN-ISO 25745 Eficiencia energética en el ascensor
- c-PCR-008 Lifts (elevators)
- Smart Readiness Indicator (SRI). https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/smart-readiness-indicator_en
- ISO/DIS 59010:2023. Circular Economy — Guidance on the transition of business models and value networks.
- ISO/DIS 59020:2023. Circular economy. Measuring and assessing circularity performance.
- ISO/DIS 59040:2023. Circular economy. Product circularity data sheet.
- DIN EN 45560:2023-10. Method to achieve circular designs of products.