

5. THE CIRCULAR ECONOMY APPLIED TO ARCHITECTURAL ELEMENTS IN PUBLIC AREAS

Alejandra Vidales Barriguete

5.1. Background of the circular economy

From the dawn of humanity up until the onset of the Industrial Revolution, the use of existing natural resources from the surrounding world caused very little environmental impact. Raw materials were extracted and waste returned in quantities that nature itself was capable of absorbing through natural cycles (Vidales Barriguete, 2016).

The problem began to take on an alarming scale in the 20th century, and more specifically from the final quarter of the century onwards, with *“the emergence of an economy based on consumption, a throwaway culture”* (UNED, 2016). Alongside the major changes brought about by technological progress, this has caused a serious environmental impact. *“The use of materials around the world has multiplied tenfold since 1900, and could double again by 2030”* (San juán-Barbudo, 2016).

Following the World Commission on Environment and Development (WCED), which in 1987 presented what is known as the Brundtland Report, “Our Common Future”, the EU changed its approach with regard to sustainable development. This idea represents a radical change in the perception of sustainability, understood as a balance between society and its surroundings, providing the initial basis for efforts through a series of programmes, agreements, activities, partnerships, etc., which have arisen in an attempt to provide solutions to existing environmental problems.

Having moved into the 21st century *“we face one of the greatest challenges of humanity: to achieve a truly sustainable global model”* (Barrón Ruiz, 2016). Our environmental awareness is awakening, with constant commitments *“to new ideas, to different formulae which will, when combined with imagination, fairness and resilience, plot courses towards another possible world”* (Novo Villaverde, 2006). This involves a change in attitude with regard to our predominant economic model.

The transition towards the model of a circular economy is a priority in European Union policies. The idea is to make our society efficient in the use of resources, generating less waste, while wherever possible reusing any waste that cannot be avoided as a resource (Secretaría de Estado y Medio Ambiente, 2016). It is here that innovation becomes a key element, not only in the incorporation of new technologies and business models, but also in integrating the circular economy within education, one of the factors responsible for shaping the consciousness of new generations (Espaliat Canu, 2017).

5.1.1. The circular economy model

Right now *the linear system of our economic model (extraction, manufacturing, use and elimination) has reached its limits, or is about to do so, hence the need to find alternatives* (Moraño Rodríguez, 2016). In response to not only environmental but also social and economic problems which have gradually built up over recent years, we are seeing a change in our economic model, giving rise to a circular economy (Fresneda, 2014).

In the 1990s two figures from the USA, the architect McDonough and chemist Braungart, introduced the concept of “cradle to cradle”. This involves the materials used in industrial and commercial processes being considered as nutrients, allowing them to be easily regenerated or returned to the earth (Hermida Balboa, Domínguez Somonte, 2014). Such an archetype proposes the foundations for a new paradigm of intelligent design based on closing the product life-cycle, just as we see in nature: the circular economy (Braungart, McDonough, Bollinger, 2007) (Fig. 5.1).

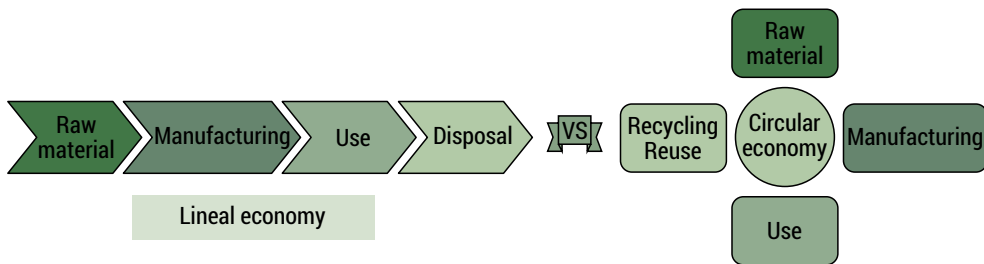


FIG. 5.1. Linear economy versus circular economy (Source: A. Vidales Barriguete, 2020)

The circular economy is a concept which aims to rethink how companies manage the production of their goods and services, while at the same time optimising the use of raw materials, water and energy sources. They are encouraged to achieve not only sustainable benefits for themselves, but also for society as a whole.

The key champions of this approach, such as Ellen MacArthur, a leading figure behind the model, point out that it goes far beyond recycling. The circular economy involves design and innovation, repurposing resources, opening up new markets, value creation, and even to a great extent job opportunities (Fresneda, 2016).

This philosophy emphasises 3 basic principles (Enciclopedia economica, 2018):

1. Preserve and enhance natural capital: the least possible amount of natural resources should be selected, or renewable resources used, in an attempt to manage finite reserves.
2. Optimise resource performance: the need is to achieve the longest possible product life-cycle. Eco-design plays an important role here, with products not simply being manufactured, but also repaired and/or recycled efficiently.
3. Promote the eco-efficacy of systems: negative external factors in the design must be detected and eliminated, in pursuit of harmony among the agents involved.

Many social and business benefits can be obtained by applying the circular economy model in any field. From the preservation of ecosystems in general, to cost-cutting and energy savings in the production of goods in particular.

5.1.2. The circular economy in construction

The construction sector is no exception. José Ignacio Tertre, the President of RCD Asociación (the Spanish Construction & Demolition Waste Recycling Association), points out that *given the considerable volume produced, the environmental impact and ease of recycling, CDW represents one of the five priority sectors for the EU circular economy Action Plan* (Tertre Torán, 2016).

It is a fact that the way we build has slowly adapted to the needs of each era, in response to a social and economic reality, which now also incorporates “ecological” factors as simply a further requirement (Baño Nieva, Vigil-Escalera del Pozo, 2005).

A circular economy focus in construction represents an opportunity for the design and innovation of new materials (Fig. 5.2). Given the need to maintain the added value of products for as long as possible, it is essential to propose long-lasting materials which also avoid waste generation and landfill (Argiz, 2016).



FIG. 5.2. Left: Plasterboard with plastic cable waste additives. Right: Cement mortar with mineral wool waste (Source: photos by A. Vidales Barriguete, 2020)

The circular economy in construction needs to be focused as a new strategy involving all parties:

- Designers: to design projects that extend the useful life of buildings and construction elements as far as possible; incorporate recycled and/or reused materials within such projects; and take into account their maintenance and/or deconstruction.
- Manufacturers: to incorporate recycled materials as a secondary raw material within their products; and provide information about their useful life, and how they can be reused or recycled once this comes to an end.
- Contractors: to play an active part in generating less waste during the construction process; and select suppliers that are committed to sustainability.
- Users: to raise awareness in opting for sustainable solutions.

5.2. Contribution of the circular economy in cities

One effect of following a linear economic model is that cities generate the greatest consumption of natural resources and produce the largest volume of waste and greenhouse gas emissions. The shift in cities to a circular economy awakens and activates the city, contributing not only in environmental terms, but also socially and economically, by making the city:

- Prosperous, with new business opportunities that serve to minimise waste and provide social decongestion.
- Habitable, with a reduction in urban pollution and improvements in the health of the population and their interactions.



FIG. 5.3. Bus stop in the city of Białystok, Poland (Source: photos by A. Vidales Barriguete, 2020)

- Resilient, by extending the useful life of materials and reducing the use of natural resources. There is also a commitment to the production and distribution of local materials, supported by digital technology (Fenollar, 2020).

This is achieved through a radical change in the way we plan, design, use and convert public spaces (Fig. 5.3). Meanwhile, such an operational approach in cities helps to resolve problems connected with mobility and development, and works towards the 2030 Sustainable Development Goals (SDGs).

It is down to public authorities, by applying the policy mechanisms and instruments available to them, to enable this transition towards a circular economy, since they have in their hands the tool of leadership capable of engaging all other public or private sectors (Ellen Macarthur Foundation, 2019).

5.2.1. Cradle to Cradle (C2C) certification

The term C2C (Cradle to Cradle) refers to the certification mark evaluated and issued by the Environmental Protection Encouragement Agency (EPEA), a German scientific institute (Fig. 5.4). It promotes the circular economy or “closed circuit” concept in business, with the aim that everything should be reused. In the case of a product that is a biological nutrient, it returns to the earth, while technical nutrient products are recycled again and again, to be used as a secondary raw material.



FIG. 5.4. C2C (Cradle to Cradle) certification mark (Source: WEB-1)

It all begins with a product (re)design applying the Cradle to Cradle® design protocol, to ensure that products are designed so they can in all cases be recovered through biological or technical cycles. In other words, consideration must be given to the raw materials used in the product manufacturing processes, aiming to select those of a biological nature (nutrients returned to the earth) and optimising these (reducing waste generation); evaluating what can be done with them when they reach the end of their useful life; analysing reduced water and energy usage in manufacturing, and modifying the company’s social responsibility strategies. All of which is done without overlooking the conditions that products need to fulfil in terms of usage, health, safety, comfort, appearance, environmental protection, etc. (Tarkett, 2020).

In order to manufacture a product in accordance with the C2C standard, consideration must be given to the three fundamental principles proposed by McDonough and Braungart:

- Waste: the waste obtained when a product has reached the end of its useful life can be converted into a biological nutrient which will again nourish the earth, or be converted into a technical nutrient which is fed back into a new production process.
- Renewable energies: use must be made of the natural energy we have available.
- Diversity: just as the planet has done for millions of years, energy and materials cycles must be closed through interaction among the different agents (industrial operators, consumers and governments), placing value on the diversity of the natural world in order to benefit from it (Prieto-Sandoval, Jaca, Ormazabal, 2017).

C2C certification provides an eco-label demonstrating an organisation’s commitment and effort to design eco-products from the perspective of human and environmental health, recyclability or compostability, and manufacturing characteristics (Fig. 5.5).

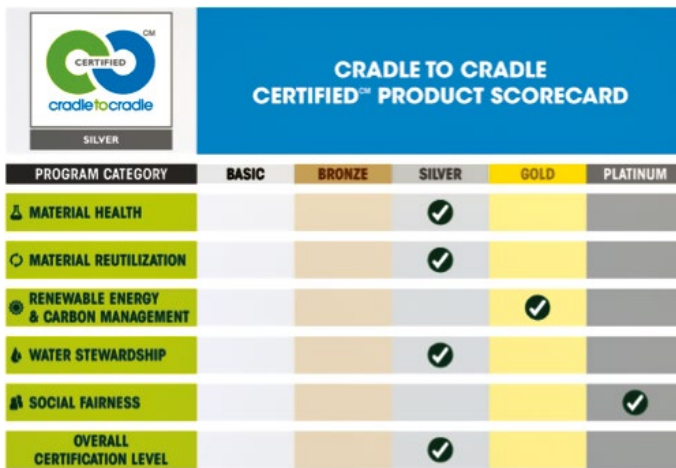


FIG. 5.5. C2C certification criteria (Source: WEB-2)

C2C certification establishes five levels: Basic, Bronze, Silver, Gold and Platinum, thereby allowing applicants to improve their classification in subsequent evaluations. The evaluation criterion take five factors into account (Estévez, 2014):

- Material Health: assessment of the use of positive chemical components, in other words confirmation of the elimination and/or replacement of any component classified as *high-risk* or *non-classifiable*.
- Material Reutilisation: identification of the flows of material generated when the product has reached the end of its useful life. Materials can be reused as a raw material to be fed back into the manufacturing process (technosphere) or as biological nutrients (biosphere).

- Renewable Energy: confirmation that energy use during the life-cycle is as far as possible renewable.
- Water Stewardship: analysis of responsible and efficient water use, and discharge into drainage networks as cleanly as possible.
- Social Fairness: verification that the staff of the organisation are committed to this philosophy, along with companies in the supply and distribution chain.

The effort required to obtain this certificate for a product involves acknowledging not only its functionality or aesthetic appearance, but also its contribution to planetary sustainability.

5.2.2. Biological cycles and technical cycles

It is not always possible for products to be returned to the earth through biological cycles when they reach the end of their useful life, and on occasions, depending on the nature of the material itself, reuse via a technical cycle might be required (Fig. 5.6).

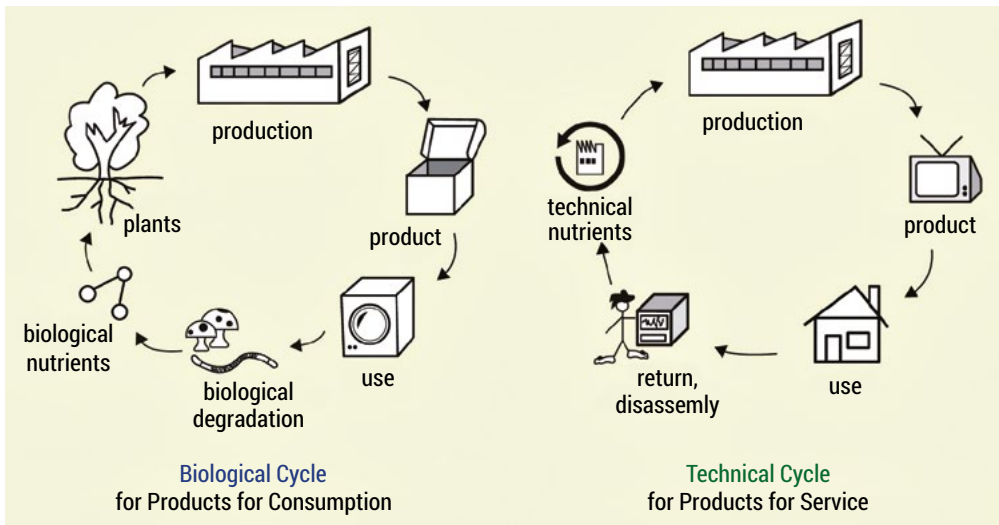


FIG. 5.6. Biological cycle and Technical cycle (Source: WEB-1)

In biological cycles, designs are created for biologically based materials such as wood, allowing them to return to the system through processes of composting and/or anaerobic digestion. These cycles regenerate living systems, such as the soil (Ellen Macarthur Foundation, 2017).

In technical cycles, meanwhile, the materials are not suitable to be returned safely to the system, such as plastics or metals, and the design is therefore conducted in order to return them over and over again to the production process for reuse, repair or recycling (Ellen Macarthur Foundation, 2018).

5.3. Circular economy applied to architectural elements in public areas: opportunities

The Urban Agenda of the United Nations, the Urban Agenda for the European Union and the Urban Agendas of each signatory country all aim to achieve the goal of sustainability in urban development policies. Working methods are defined to this end, involving all relevant public and private actors in cities in pursuit of sustainable resource management and support for a circular economy.

The commitment involves fulfilling the 17 Sustainable Development Goals (SDGs) proposed by all the Member States in 2015 in order to achieve a future bringing poverty and inequality to an end, protecting the planet and guaranteeing justice, peace and prosperity by 2030 (ONU, 2020).

The eleventh SDG specifically refers to cities, in pursuit of their sustainability, inclusiveness, safety and resilience.

Public spaces are playing an increasingly important role in society. They serve as a factor identifying a city, and provide platforms for socialisation, gatherings and activity, and so must fulfil suitable conditions for urban living, while successfully maintaining or enhancing the quality of life for their users (Goncalvez, 2011).

On this basis, the urban elements that make up such spaces must also be governed by the same principles as referred to above: resource use and management in selecting these elements, optimal energy efficiency, minimal impact on ecosystems, mobility, accessibility, etc.



FIG. 5.7. Urban elements in the city of Vienna, Austria (Source: photos by A. Vidales Barriguete, 2020)

A wide range of urban elements (rubbish bins, panels, street lamps, bus stops, benches, parking meters, etc.) need to be replaced, and should fulfil not only functional criteria, but also sustainability criteria, so as to be able to achieve the goals which have been set.

Companies, designers and users are increasingly committed to this, to protecting the environment, no longer seeing this as an expense, but viewing it as a strategy for savings and corporate social responsibility (Dirección General de Industria Energía y Minas de la Comunidad de Madrid, 2009). Examples would include the use of photovoltaic or wind energy rather than electrical energy, the use of recycled materials, multifunctional design, rainwater collection, etc. (Fig. 5.7). We must remain committed to this approach, since as Leonardo da Vinci said, “*all those that do not find their model or mentor in the natural world are destined to strive in vain*”.

References

1. Argiz, C. (2016) La economía circular en el contexto de las futuras normas de especificaciones de cementos, *Cem. Hormigón*, vol. 976, no. 8
2. Baño Nieva, A., Vigil-Escalera del Pozo, A. (2005) *Guía de construcción sostenible*, Madrid
3. Barrón Ruiz, Á. (2002) Ética, ecología y educación ambiental en el siglo XXI, *La educación y el medio ambiente natural y humano: libro homenaje al profesor Nicolás S. Sosa*, Universidad de Salamanca, 21–38
4. Braungart, M., McDonough, W., Bollinger, A. (2007) Cradle to cradle design: creating healthy emissions – a strategy for ecoeffective product and system design, *J. Clean. Prod.*, vol. 15, no. 13, 1337–1348
5. Dirección General de Industria Energía y Minas de la Comunidad de Madrid (2009) *Guía de mobiliario urbano sostenible con eficiencia energética*, Available: madrid.org.
6. Ellen Macarthur Foundation (2017) Economía circular, *Ellen Macarthur Foundation*, Available: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular/concepto>.
7. Ellen Macarthur Foundation (2018) Glossary circular economy, *Ellen Macarthur Foundation*, Available: <https://www.circulardesignguide.com/resources#glossary>.
8. Ellen Macarthur Foundation (2019) *Economía circular en ciudades: guía de proyecto*
9. Enciclopedia económica (2018) Economía circular, *Encicl. económica*
10. Espaliat Canu, M. (2017) *Introducción a los principios de la economía circular y de la sostenibilidad*. Itelspain, 99
11. Estévez, R. (2014) Registra tus productos con la certificación Cradle to Cradle, *Ecointeligencia*, Available: <https://www.ecointeligencia.com/2014/05/certificacion-cradle-to-cradle-c2c/>
12. Fenollar (2020) Economía circular en ciudades: pavimento descontaminante Available: <https://alfredofenollar.com/economia-circular-pavimentodescontaminante/>.
13. Fresneda, C. (2014) La economía circular, *El Mundo*, Londres, 08-Mar-2014
14. Fresneda, C. (2016) Las ciudades serán el motor de la economía circular, *El Mundo*, Barcelona, 26-Nov-2016

15. Goncalvez, P. (2011) Espacios urbanos sustentables, *Apunt. Rev. Digit. Arquit.*
16. Hermida Balboa, C., Domínguez Somonte, M. (2014) Economía circular como marco para el ecodiseño: el modelo ECO-3, *Inf. Técnico*, vol. 78, no. 1, 82–90
17. Moraño Rodríguez, A. J. (2016) Hormigón estructural térmico. Economía circular, *Cem. Hormigón*, vol. 976, no. 8
18. Novo Villaverde, M. (2006) *El desarrollo sostenible: su dimensión ambiental y educativa*. Madrid
19. ONU (2020) Objetivos de desarrollo sostenible, *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*, Available: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>.
20. Prieto-Sandoval, V., Jaca, C., Ormazabal, M. (2017) Economía circular: Relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación, *Mem. Investig. en Ing.*, no. 15, 85–95 Available: <https://www.circulardesignguide.com/resources#glossary>
21. Sanjuán-Barbudo, M. Á. (2016) Cemento y hormigón en la economía circular, *Cem. Hormigón*, vol. 976, no. 10
22. Secretaría de Estado y Medio Ambiente (2016) *Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos 2016–2022. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente*, 192
23. Tarkett (2020) ¿Qué es cradle to cradle? Available: <https://profesional.tarkett.es/>
24. Tertre Torán, J. I. (2016) Realizaciones con áridos reciclados, *Cem. Hormigón*, vol. 976, no. 8
25. UNED (2016) *Gestión y tratamiento de los residuos urbanos* Available: <https://www2.uned.es/biblioteca/rsu/pagina3.htm>
26. Vidales Barriguete, A. (2019) *Caracterización fisicoquímica y aplicaciones de yeso con adición de residuo plástico de cables mediante criterios de economía circular*, Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid doi: 10.20868/UPM.thesis.57437
27. WEB-1 <https://2012books.lardbucket.org> [Accessed: 10.10.2020]
28. WEB-2 <https://www.ecointeligencia.com> [Accessed: 10.10.2020]

5. LA ECONOMÍA CIRCULAR APLICADA EN ELEMENTOS ARQUITECTÓNICOS DE ÁREAS PÚBLICAS

Alejandra Vidales Barriguete

5.1. Antecedentes de la economía circular

Desde el origen de la humanidad hasta el inicio de la Revolución Industrial, el uso que se daba de los recursos naturales existentes en la naturaleza apenas causaba impacto ambiental sobre ella. Se extraía materia prima y se devolvía residuo en unas cantidades que la propia naturaleza era capaz de absorber mediante ciclos naturales (Vidales Barriguete, 2016).

El problema empieza a tomar dimensiones alarmantes en el siglo XX y, más concretamente, a partir del último cuarto, cuando *“se origina una economía basada en el consumo, una cultura del usar y tirar”* (UNED, 2016). Esto, junto con los grandes cambios generados por los avances tecnológicos, ocasiona un grave impacto ambiental. *“La utilización de materiales en el mundo se multiplica por diez desde el año 1900 hasta la actualidad y podría duplicarse nuevamente antes de 2030”* (Sanjuán-Barbudo, 2016).

Tras la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo (CMMAD), que en 1987 aporta el denominado Informe Brundtland – “Nuestro futuro en común”, las orientaciones comunitarias cambian en relación con el desarrollo sostenible. Esta idea supone un cambio radical en la percepción de la sustentabilidad o sostenibilidad, entendiéndose como tal, el equilibrio entre la sociedad y el entorno que la rodea y, sobre ello, se empieza a trabajar a través de una serie de programas, acuerdos, actividades, asociaciones, etc, que nacen para intentar aportar soluciones a los problemas ambientales existentes.

Ya iniciado el siglo XXI *“nos encontramos ante uno de los mayores desafíos de la humanidad: el conseguir un modelo global verdaderamente sustentable”* (Barrón Ruiz, 2016). Nuestra conciencia ambiental está despertando y, constantemente, se apuesta *“por nuevas ideas, por fórmulas distintas que, junto a la imaginación, la equidad y la resiliencia, construyan caminos hacia otro mundo posible”* (Novo Villaverde, 2006). Esto pasa, por un cambio de actitud sobre el modelo de economía predominante.

La transición hacia un modelo de economía circular es una prioridad en las políticas de la Unión Europea. Trata de convertirse en una sociedad eficiente en el uso de los recursos, que produzca menos residuos y que utilice como recursos, siempre que sea posible, los residuos que no pueden ser evitados (Secretaría de Estado y Medio Ambiente, 2016). Es aquí donde la innovación se convierte en elemento clave, no solo con la incorporación de nuevas tecnologías y modelos empresariales, sino también con la integración de la economía circular en la educación, una de las responsables de la concienciación de las nuevas generaciones (Espaliat Canu, 2017).

5.1.1. El modelo de economía circular

En la actualidad *el modelo de sistema lineal de la economía (extracción, fabricación, utilización y eliminación) ha alcanzado sus límites o está a punto de llegar, por tanto, es necesario encontrar alternativas* (Moraño Rodríguez, 2016). Como respuesta a los problemas no solo ambientales, sino también sociales y económicos, que se han ido acumulando durante los últimos años, se está modificando el modelo de economía, dando lugar a una economía circular (Fresneda, 2014).

En los años noventa, fueron dos estadounidenses, el arquitecto Mc Donough y el químico Braungart, quienes introdujeron el concepto *cradle to cradle* (de la cuna a la cuna). De esta manera, los materiales involucrados en los procesos industriales y comerciales se consideran como nutrientes, de manera que son fácilmente regenerados o devueltos a la tierra (Hermida Balboa, Domínguez Somonte, 2014). Este arquitecto plantea las bases de un nuevo paradigma de diseño inteligente basado en el cierre del ciclo de vida de los productos, tal y como ocurre en la naturaleza: la economía circular (Braungart, McDonough, Bollinger, 2007) (Fig. 5.1).

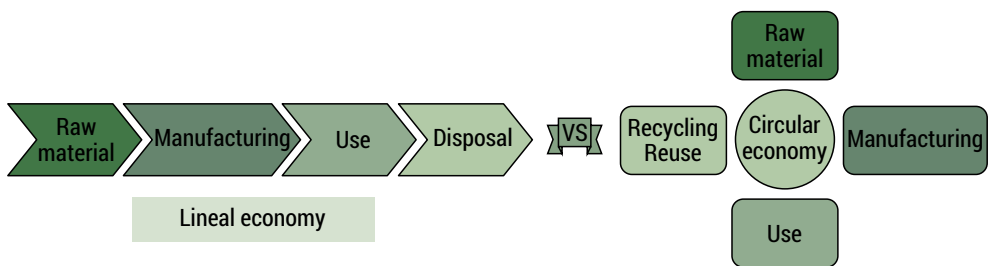


FIG. 5.1. Lineal economy versus circular economy (Fuente: A. Vidales Barriguete, 2020)

La economía circular es un concepto con el que se trata de hacer reconsiderar a las empresas cómo gestionan la producción de sus bienes y servicios al tiempo que optimizan el uso de materias primas, agua y fuentes de energía. Se les anima a conseguir no solo sus propios beneficios sostenibles, sino también beneficios sostenibles para el resto de la sociedad.

Sus principales defensores, como Ellen MacArthur impulsora de este modelo, señalan que este modelo va mucho allá del reciclaje. La economía circular implica diseño e innovación, reaprovechamiento de recursos, apertura de nuevos mercados, creación de valor e, incluso, en buena medida, creación de empleo (Fresneda, 2016).

En su filosofía, destacan 3 principios básicos (Enciclopedia económica, 2018):

1. Preservar y mejorar el capital natural: se debe seleccionar el menor número de recursos naturales o emplear recursos renovables, tratando de controlar las reservas finitas.
2. Optimizar el rendimiento de los recursos: se debe tratar de lograr el mayor ciclo de vida de los productos. Aquí cobra importancia el ecodiseño, con el que el producto no solo se fabrique, sino que también se repare y/o recicle de manera eficiente.
3. Promover la eco-eficacia de los sistemas: se deben detectar y eliminar los factores externos negativos del diseño, buscando el acuerdo entre los agentes intervinientes.

Son muchos los beneficios, sociales y empresariales, que se obtienen aplicando el modelo de economía circular en cualquier ámbito. Desde la preservación de los ecosistemas en general, hasta la reducción de gastos y ahorro de energía en la producción de bienes en particular.

5.1.2. La economía circular en la construcción

En el sector de la construcción esto no es una excepción. El presidente de la Asociación Española de Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición (RCD Asociación), José Ignacio Tertre, señala que *los RCD, por su gran volumen de producción, impacto en el medio y, facilidad de reciclaje, representan uno de los cinco sectores prioritarios del Plan de Acción de la Unión Europea para la economía circular* (Tertre Torán, 2016).

Es cierto que la forma de construir se ha ido adaptando lentamente a las necesidades de cada época, respondiendo a una realidad social y económica a la que, en nuestros días, lo “ecológico” se ha añadido como un requisito más (Baño Nieva, Vigil-Escalera del Pozo, 2005).

El enfoque de la economía circular en la construcción supone una oportunidad para el diseño y la innovación de nuevos materiales (Fig. 5.2). Teniendo en cuenta que se debe mantener el valor añadido de los productos el mayor tiempo posible, se deben plantear materiales durables con los que, además, se evite la generación y vertido de residuos (Argiz, 2016).



FIG. 5.2. (Izquierda) paneles de yeso con agregados de residuos plásticos de cables. (Derecha) mortero de cemento con residuos de lanas minerales (Fuente: fotos por A. Vidales Barriguete, 2020)

La economía circular en la construcción debe orientarse como una nueva estrategia en la que todos deben involucrarse:

- Diseñadores: para diseñar proyectos que prolonguen la vida útil de las edificaciones y elementos constructivos lo máximo posible; incorporar materiales reciclados y/o reutilizados en ellos; y tener en cuenta el mantenimiento, y/o la deconstrucción de los mismos.
- Fabricantes: para incorporar en sus productos, como materia prima secundaria, materiales reciclados; y proporcionar información sobre la vida útil de los mismos y modos de reutilizarlos o reciclarlos una vez acabada la misma.
- Contratistas: para implicarse con la obtención de menos residuos durante el proceso de construcción; y elegir proveedores comprometidos con la sostenibilidad.
- Usuarios: para sensibilizarse en optar por soluciones sostenibles.

5.2. Aporte de la economía circular en las ciudades

Como efecto de seguir un modelo económico lineal, en las ciudades se origina el mayor consumo de recursos naturales y se produce la mayor cantidad de residuos y emisiones de gases de efecto invernadero. El cambio en las ciudades a un modelo de economía circular hace que la ciudad despierte, se active y contribuya no solo medioambientalmente hablando, sino también social y económicamente, pues se convierte en una ciudad:

- Próspera, con nuevas oportunidades de negocio que impliquen minimización de residuos y descongestión social.
- Habitable, con una reducción de la contaminación urbana y una mejora en la salud de sus habitantes y sus interacciones.



FIG. 5.3. Parada del autobús en la ciudad de Białystok (Polonia) (Fuente: fotos por A. Vidales Barriquete, 2020)

- Resiliente, pues alarga la vida útil de sus materiales y reduce el uso de recursos naturales. Además apuesta por la producción y distribución de materiales locales y se apoya en la tecnología digital (Fenollar, 2017).

Esto se consigue cambiando radicalmente la forma de planificar, diseñar, usar y reconvertir los espacios públicos (Fig. 5.3). Además, esta forma de actuar en las ciudades ayuda a solucionar problemas relacionados con la movilidad y el desarrollo, y se acerca a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de 2030 (ODS).

Son las administraciones públicas, aplicando los mecanismos e instrumentos de política que tienen a su disposición, las que pueden hacer posible esta transición hacia la economía circular, pues disponen de la herramienta de liderazgo capaz de involucrar al resto de sectores públicos o privados [18].

5.2.1. La certificación Cradle to Cradle (C2C)

El acrónimo C2C (Cradle to Cradle) hace referencia a la marca de certificación que evalúa y emite el Instituto Científico Alemán de la Agencia de Protección del Medioambiente (EPEA) (Fig. 5.4). Promueve el concepto de economía circular en la empresa o “circuito cerrado”, que trata de que todo vuelva a reutilizarse. Si se trata de un producto nutriente biológico, éste vuelve a la tierra y si se trata de un producto nutriente técnico, vuelve a ser reciclado una y otra vez utilizándose como materia prima secundaria.



FIG. 5.4. Marca de la certificación C2C (Cradle to Cradle) (Fuente: WEB-1)

Todo comienza (re)diseñando los productos, aplicando el protocolo de diseño Cradle to Cradle®, de manera que los productos sean diseñados de tal manera que siempre puedan ser recuperados a través de ciclos biológicos o técnicos. Es decir, se tienen que tener en cuenta las materias primas que se utilizan en los procesos de fabricación los productos, tratando de seleccionar las de carácter biológico (nutrientes que vuelven a la tierra) y de optimizarlas (disminuyendo la generación de residuos); evaluando qué se puede hacer con ellos cuando termina su vida útil; analizando la reducción del uso de agua y energía utilizado en su fabricación y modificando las estrategias de responsabilidad social de la empresa. Todo ello, sin olvidar las condiciones que deben cumplir los productos en cuanto a uso, seguridad, salubridad, confort, estética, protección del medioambiente, etc (Tarkett, 2020).

Para la fabricación de un producto con el estándar C2C, hay que tener en cuenta los tres principios fundamentales que propusieron McDonough y Braungart:

- Residuos: los residuos obtenidos cuando un producto ha llegado al fin de su vida útil, puede convertirse en un nutriente biológico que alimentará de nuevo la tierra, o puede convertirse en un nutriente técnico que se reincorpore en un nuevo proceso productivo.
- Energías renovables: debe utilizarse la energía natural que está a nuestra disposición.
- Diversidad: del mismo modo que el planeta viene haciéndolo durante millones de años, se deben cerrar los ciclos de energía y materiales con la interacción entre los distintos agentes (industrias, consumidores y gobiernos) y valorando la diversidad de la naturaleza para sacar provecho de ella (Prieto-Sandoval, Jaca, Ormazabal, 2017).

Con la certificación C2C se obtiene una ecoetiqueta que demuestra el compromiso y esfuerzo de una organización por diseñar ecoproductos desde la perspectiva de la salud humana y ambiental, la reciclabilidad o compostabilidad y las características de fabricación (Fig. 5.5).







 CRADLE TO CRADLE CERTIFIED™ PRODUCT SCORECARD					
PROGRAM CATEGORY	BASIC	BRONZE	SILVER	GOLD	PLATINUM
 MATERIAL HEALTH			✓		
 MATERIAL REUTILIZATION			✓		
 RENEWABLE ENERGY & CARBON MANAGEMENT				✓	
 WATER STEWARDSHIP			✓		
 SOCIAL FAIRNESS					✓
OVERALL CERTIFICATION LEVEL			✓		

FIG. 5.5. Criterios de certificación C2C (Fuente: WEB-2)

En la certificación C2C se establecen cinco niveles: Básico, Bronce, Plata, Oro y Platino, de manera que un solicitante puede mejorar su calificación en siguientes evaluaciones. En su criterio de evaluación se tienen en cuenta cinco factores (Estévez, 2014):

- Salud material: se juzga el uso de componentes químicos positivos, es decir, se comprueba la eliminación y/o reemplazo de cualquier componente que esté clasificado como de *riesgo alto* o *no clasificable*.
- Reutilización de materiales: se identifican los flujos de materiales que se generan cuando el producto ha llegado al fin de su vida útil. Los materiales pueden ser reutilizados como materia prima de nuevo en el proceso de fabricación (tecnosfera) o como nutrientes biológicos (biosfera).
- Uso de energía renovable: se comprueba que el uso de energía durante su ciclo de vida sea renovable, en la mayor medida posible.
- Administración del agua: se analiza que el uso de agua se hace de manera responsable y eficiente, y que los vertidos a la red de saneamiento es lo más limpio posible.
- Responsabilidad social: se verifica que el personal de la organización está comprometido con esta filosofía, así como las empresas de la cadena de suministro y distribución.

El trabajar para obtener este certificado en los productos, es tomar conciencia no solo de la funcionalidad o estética de los mismos, sino también del aporte a la sostenibilidad del planeta.

5.2.2. Ciclos biológicos y ciclos técnicos

No siempre es posible que los productos, una vez acabada su vida útil puedan devolverse a la tierra a través de ciclos biológicos, sino que, en ocasiones y dependiendo de la naturaleza del propio material, debe reutilizarse a través de un ciclo técnico (Fig. 5.6).

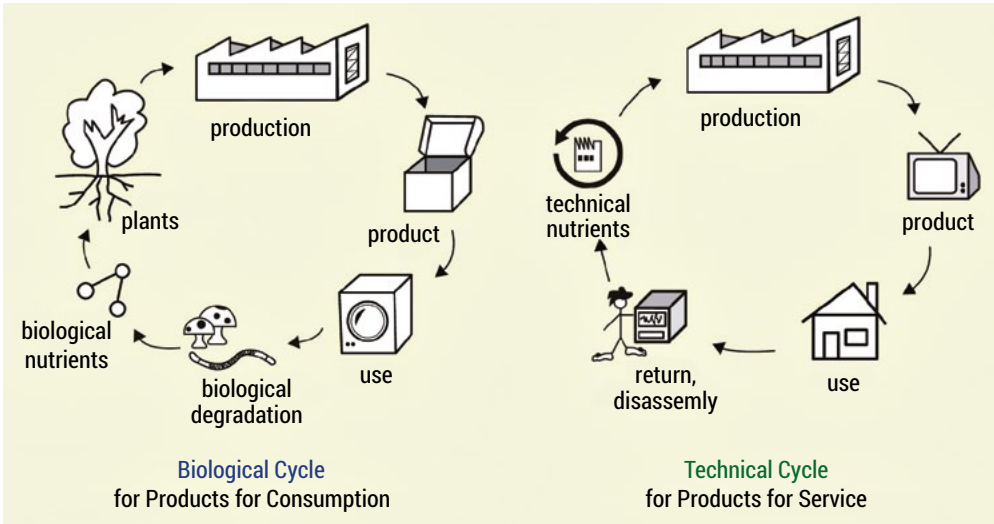


FIG. 5.6. Ciclos biológico y técnico de los productos (Fuente: WEB-1)

Es en los ciclos biológicos donde para materiales de base biológica, como la madera, se crean diseños que permiten su regreso al sistema mediante procesos de compostaje y/o digestión anaerobia. Estos ciclos regeneran sistemas vivos, como el suelo (Ellen Macarthur Foundation, 2017).

Por el contrario, en los ciclos técnicos los materiales no son adecuados para ser devueltos al sistema de manera segura, por ejemplo plásticos o metales, por lo que su diseño se realiza para devolverlo una y otra vez al proceso de producción para su reutilización, reparación o reciclaje (Ellen Macarthur Foundation, 2018).

5.3. Economía circular aplicada en elementos arquitectónicos de áreas públicas: oportunidades

Tanto la Agenda Urbana de las Naciones Unidas, la Agenda Urbana para la Unión Europea y las Agendas Urbanas de cada país adherido, buscan alcanzar el objetivo de sostenibilidad en las políticas de desarrollo urbano. Para ello, se marcan métodos de trabajo en la que todos los agentes intervinientes en las ciudades, públicos y privados, busquen una gestión sostenible de los recursos y favorezcan la economía circular.

El compromiso pasa por cumplir los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), planteados por todos los Estados Miembros en 2015, para conseguir un futuro en el que poner fin a la pobreza, la desigualdad, proteger el planeta y garantizar la justicia, paz y prosperidad para el 2030 (ONU, 2020).

En concreto, en el undécimo ODS se hace referencia a las ciudades. En él se busca la sostenibilidad, inclusividad, seguridad y resiliencia de las mismas.

Los espacios públicos, cada vez más, desempeñan papeles relevantes en la sociedad. Constituyen un factor de identificación de la ciudad, son lugares de socialización, reunión, actividad, por lo que deben recoger las condiciones idóneas para la vida urbana y permitir mantener o aumentar la calidad de vida de sus usuarios (Goncalvez, 2011).

En base a esto, los elementos urbanos que las conforman también deben regirse por los mismos principios mencionados con anterioridad: uso y gestión de recursos a la hora de su elección, máxima eficiencia energética, mínima alteración de los ecosistemas, movilidad, accesibilidad, etc.

Existe una gran variedad de elementos urbanos, papeleras, paneles, farolas, marquesinas, bancos, parquímetros, etc, que tienen que renovarse y responder no solo a criterios funcionales, sino también a criterios de sostenibilidad, para poder alcanzar los objetivos planteados.



FIG. 5.7. Elementos urbanos en la ciudad de Viena, Austria (Fuente: fotos por A. Vidales Barriguete, 2020)

Cada vez más, las empresas, diseñadores y usuarios apuestan por ello, por la protección del medio ambiente, dejando de verlo como un gasto y considerándolo una estrategia de ahorro y responsabilidad social corporativa (Dirección General de Industria Energía y Minas de la Comunidad de Madrid, 2009). Algunos ejemplos son la utilización de energía fotovoltaica o eólica en vez de energía eléctrica, utilización de materiales reciclados, diseño multifuncional, recogida de agua de lluvia, etc (Fig. 5.7). Debemos seguir apostando por ello, porque tal y como dijo Leonardo da Vinci *„todo aquel que tiene como modelo o mentor algo que no es la naturaleza está destinado a trabajar en vano”*.

Referencias

1. Argiz, C. (2016) La economía circular en el contexto de las futuras normas de especificaciones de cementos, *Cem. Hormigón*, vol. 976, no. 8
2. Baño Nieva, A., Vigil-Escalera del Pozo, A. (2005) *Guía de construcción sostenible*, Madrid
3. Barrón Ruiz, Á. (2002) Ética, ecología y educación ambiental en el siglo XXI, *La educación y el medio ambiente natural y humano: libro homenaje al profesor Nicolás S. Sosa*, Universidad de Salamanca, 21–38
4. Braungart, M., McDonough, W., Bollinger, A. (2007) Cradle to cradle design: creating healthy emissions – a strategy for ecoeffective product and system design, *J. Clean. Prod.*, vol. 15, no. 13, 1337–1348
5. Dirección General de Industria Energía y Minas de la Comunidad de Madrid (2009) *Guía de mobiliario urbano sostenible con eficiencia energética*, Available: madrid.org.
6. Ellen Macarthur Foundation (2017) Economía circular, *Ellen Macarthur Foundation*, Available: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/economia-circular/concepto>.
7. Ellen Macarthur Foundation (2018) Glossary circular economy, *Ellen Macarthur Foundation*, Available: <https://www.circulardesignguide.com/resources#glossary>.
8. Ellen Macarthur Foundation (2019) *Economía circular en ciudades: guía de proyecto*
9. Enciclopedia economica (2018) Economía circular, *Encicl. económica*
10. Espaliat Canu, M. (2017) *Introducción a los principios de la economía circular y de la sostenibilidad*. Itelspain, 99
11. Estévez, R. (2014) Registra tus productos con la certificación Cradle to Cradle, *Ecointeligencia*, Available: <https://www.ecointeligencia.com/2014/05/certificacion-cradle-to-cradle-c2c/>
12. Fenollar (2020) Economía circular en ciudades: pavimento descontaminante Available: <https://alfredofenollar.com/economia-circular-pavimentodescontaminante/>.
13. Fresneda, C. (2014) La economía circular, *El Mundo*, Londres, 08-Mar-2014
14. Fresneda, C. (2016) Las ciudades serán el motor de la economía circular, *El Mundo*, Barcelona, 26-Nov-2016
15. Goncalvez, P. (2011) Espacios urbanos sustentables, *Apunt. Rev. Digit. Arquit.*
16. Hermida Balboa, C., Domínguez Somonte, M. (2014) Economía circular como marco para el ecodiseño: el modelo ECO-3, *Inf. Técnico*, vol. 78, no. 1, 82–90
17. Morano Rodríguez, A. J. (2016) Hormigón estructural térmico. Economía circular, *Cem. Hormigón*, vol. 976, no. 8
18. Novo Villaverde, M. (2006) *El desarrollo sostenible: su dimensión ambiental y educativa*. Madrid
19. ONU (2020) Objetivos de desarrollo sostenible, *Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo*, Available: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>.
20. Prieto-Sandoval, V., Jaca, C., Ormazabal, M. (2017) Economía circular: Relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación, *Mem. Investig. en Ing.*, no. 15, 85–95 Available: <https://www.circulardesignguide.com/resources#glossary>

21. Sanjuán-Barbudo, M. Á. (2016) Cemento y hormigón en la economía circular, *Cem. Hormigón*, vol. 976, no. 10
22. Secretaría de Estado y Medio Ambiente (2016) *Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos 2016–2022*. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, 192
23. Tarkett (2020) ¿Qué es cradle to cradle? Available: <https://profesional.tarkett.es/>
24. Tertre Torán, J. I. (2016) Realizaciones con áridos reciclados, *Cem. Hormigón*, vol. 976, no. 8
25. UNED (2016) *Gestión y tratamiento de los residuos urbanos* Available: <https://www2.uned.es/biblioteca/rsu/pagina3.htm>
26. Vidales Barriguete, A. (2019) *Caracterización fisicoquímica y aplicaciones de yeso con adición de residuo plástico de cables mediante criterios de economía circular*, Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid doi: 10.20868/UPM.thesis.57437
27. WEB-1 <https://2012books.lardbucket.org>
28. WEB-2 <https://www.ecointeligencia.com>