

# DISEÑO Y SISTEMAS HIDROPÓNICOS: PERSPECTIVAS DESDE Y PARA EL NORTE Y EL SUR GLOBAL

## DESIGN AND HYDROPONIC SYSTEMS: PERSPECTIVES FOR AND FROM THE GLOBAL NORTH AND SOUTH

GIOVANNI INGLESE

DEPARTMENT OF PLANNING, DESIGN, AND TECHNOLOGY OF ARCHITECTURE, SAPIENZA UNIVERSITY, ROME, ITALY.

RECIBIDO: 26 DE JUNIO DE 2023 // ACEPTADO: 20 DE NOVIEMBRE DE 2023 • RECEIVED: JUNE 26, 2023 // ACCEPTED: NOVEMBER 20, 2023

AL ENFRENTAR LA COMPLEJIDAD DEL DESAFÍO QUE PLANTEAN EL CRECIMIENTO URBANO Y EL AUMENTO DE LA POBLACIÓN MUNDIAL, LAS DISCIPLINAS DEL DISEÑO ESTÁN LLAMADAS A CUESTIONAR NUEVAS ESTRATEGIAS PARA MITIGAR SU IMPACTO EN LA BIODIVERSIDAD Y EL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS. EN ESTE CONTEXTO, LA HIDROPONÍA REPRESENTA UNA SOLUCIÓN VIABLE PARA AYUDAR A RESTABLECER UNA CONEXIÓN CON LA NATURALEZA Y CREAR VEGETACIÓN PRODUCTIVA EN LOS CONTEXTOS MÁS DIVERSOS. AUNQUE EL POTENCIAL DE ESTOS SISTEMAS SE DISCUTE AMPLIAMENTE DESDE DIVERSAS PERSPECTIVAS, FALTAN ESTUDIOS COMPARATIVOS Y EVALUATIVOS QUE ILUSTREN SU POTENCIAL PARA LOS DISEÑADORES. A TRAVÉS DEL ANÁLISIS DE LA LITERATURA Y LOS ESTUDIOS DE CASOS CENTRADOS EN CULTIVOS HIDROPÓNICOS, PRETENDEMOS INVESTIGAR LAS POSIBILIDADES Y ASPECTOS CRÍTICOS QUE SE OFRECEN NO SOLO PARA LA PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS SINO TAMBIÉN COMO UN MEDIO PARA MEJORAR CONTEXTOS DEGRADADOS, DESENCADENAR MOVIMIENTOS DE INNOVACIÓN SOCIAL Y RESTAURAR LA IDENTIDAD Y LOS MEDIOS DE VIDA DE LAS PERSONAS Y LOS TERRITORIOS. AL COMPARAR PROYECTOS IMPLEMENTADOS EN DIFERENTES LATITUDES Y LA TRANSFERENCIA DE SOLUCIONES DE UN CONTEXTO A OTRO, PRETENDEMOS DOTAR AL DISEÑO DE MODELOS VIRTUOSOS, INTEGRANDO PERSPECTIVAS DEL NORTE Y DEL SUR GLOBAL, PARA UNA MEJOR COMPRENSIÓN Y NUEVA GESTIÓN DE PROYECTOS DE ESTOS SISTEMAS.

**PALABRAS CLAVE:** DISEÑO DE PRODUCTO, HIDROPONÍA, DISEÑO BASADO EN EL CONTEXTO, CODISEÑO, INNOVACIÓN SOCIAL

IN FACING THE COMPLEXITY OF THE CHALLENGE POSED BY URBAN GROWTH AND INCREASING WORLD POPULATION, DESIGN DISCIPLINES ARE CALLED UPON TO QUESTION NEW STRATEGIES TO MITIGATE THEIR IMPACT ON BIODIVERSITY AND THE FOOD PRODUCTION SYSTEM. IN THIS CONTEXT, HYDROPONICS REPRESENTS A VIABLE SOLUTION TO HELP RE-ESTABLISH A CONNECTION WITH NATURE AND TO CREATE PRODUCTIVE GREENERY WITHIN THE MOST DIVERSE CONTEXTS. ALTHOUGH THE POTENTIAL OF THESE SYSTEMS IS WIDELY DISCUSSED FROM VARIOUS PERSPECTIVES, THERE IS A LACK OF COMPARATIVE AND EVALUATIVE STUDIES ILLUSTRATING THEIR POTENTIAL FOR DESIGNERS. THROUGH THE ANALYSIS OF LITERATURE AND CASE STUDIES FOCUSING ON HYDROPONIC CROPS, WE INTEND TO INVESTIGATE THE POSSIBILITIES AND CRITICALITIES OFFERED NOT ONLY FOR FOOD PRODUCTION BUT ALSO AS A MEANS TO IMPROVE DEGRADED CONTEXTS, TRIGGER SOCIAL INNOVATION MOVEMENTS AND RESTORE IDENTITY AND LIVELIHOOD TO PEOPLE AND TERRITORIES. BY COMPARING PROJECTS IMPLEMENTED AT DIFFERENT LATITUDES AND THE TRANSFER OF SOLUTIONS FROM ONE CONTEXT TO ANOTHER, WE INTEND TO PROVIDE DESIGN WITH VIRTUOUS MODELS, INTEGRATING PERSPECTIVES FROM THE GLOBAL NORTH AND SOUTH, FOR A BETTER UNDERSTANDING AND NEW PROJECT MANAGEMENT OF THESE SYSTEMS.

**KEYWORDS:** PRODUCT DESIGN, HYDROPONICS, CONTEXT-BASED DESIGN, CO-DESIGN, SOCIAL INNOVATION



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-  
NoComercial-SinDerivadas 4.0 (CC BY-NC-ND 4.0).

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-  
NoDerivatives 4.0 International License (CC BY-NC-ND 4.0).

## 1. INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la población urbana y mundial, junto con los impactos directos e indirectos sobre la biodiversidad (Turner et al., 2004), han contribuido a limitar el acceso a la vegetación. Esta condición se ha visto exacerbada por conflictos y pandemias que, en diversos grados, han obligado a las personas a estados de confinamiento, reduciendo su exposición a entornos naturales (Inglese et al., 2023). Aunque este problema es común en el Norte y el Sur Global (Rigolon et al., 2018), estudios recientes muestran que el crecimiento urbano está impulsado principalmente por la urbanización en el Sur Global (Nagendra et al., 2018). El impacto indirecto de este proceso, debido al flujo de residuos y al consumo de energía y sobre todo de recursos alimentarios dentro de las ciudades (McDonald et al., 2020) ha contribuido a socavar el sistema agrícola tradicional. Este, que se enfrenta al problema de la disminución de la tierra per cápita y los efectos del cambio climático (Dholwani et al., 2018), necesita nuevas perspectivas para poder satisfacer la demanda actual y futura de alimentos, reduciendo costos y consumo de recursos (Gashgari et al., 2018). Para abordar estas megatendencias, actores que trabajan a diferentes escalas han iniciado acciones importantes para impulsar un cambio responsable y lograr objetivos compartidos y deseables. La ONU con sus Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) pretende para 2030 erradicar el hambre, lograr la seguridad alimentaria y promover la agricultura sostenible para incrementar la eficiencia en el uso del agua, luchar contra el cambio climático, mejorar la salud y el bienestar dentro de las ciudades e integrar nuevas estrategias para el consumo y la producción responsables (United Nations [UN] General Assembly, 2015). Estos objetivos se reflejan en la política del Pacto Verde Europeo. El núcleo de esta iniciativa es la creación de un nuevo equilibrio entre la naturaleza, los sistemas alimentarios, la biodiversidad y la circularidad de los recursos (Fetting, 2020). La Nueva Bauhaus Europea (NEB) es la herramienta operativa para llevar los resultados de estas políticas a una escala cercana a los espacios habitables. Esta enfatiza la importancia del diseño como motor de cambio para abordar los desafíos actuales con experiencia transdisciplinaria y un espíritu participativo abierto (Bason et al., 2020).

En la evolución de los movimientos de desarrollo sostenible liderados por el diseño, ha habido un cambio gradual desde estrategias destinadas a minimizar los impactos negativos en el medio ambiente y la sociedad a aquellas basadas en la capacidad de la naturaleza para mejorar la calidad de la experiencia y el bienestar humanos (Wolfs, 2015). Fundado en la hipótesis de la biofilia (Wilson, 1984), el diseño biofílico, una herramienta en el conjunto de herramientas del diseñador (Ryan et al., 2014), utiliza la naturaleza en el diseño de artefactos para promover la salud y el bienestar. Desarrollada a partir de estudios de psicología, medicina y ciencias sociales que muestran que los entornos naturales son preferidos y tienen impactos positivos en la salud, esta estrategia genera beneficios en diversos contextos como la atención sanitaria, la educación, el comercio minorista, los lugares de trabajo y los entornos comunitarios (Browning et al., 2012).

## 2. HIDROPONÍA

Al abordar el doble desafío de integrar la naturaleza en el diseño y mitigar la crisis alimentaria, los sistemas hidropónicos son una solución viable en manos de los diseñadores. Aquí las plantas crecen en ausencia de suelo y se les suministra una solución

## 1. INTRODUCTION

Urban and global population growth together with direct and indirect impacts on biodiversity (Turner et al., 2004) have contributed to limiting access to greenery. This condition has been exacerbated by conflicts and pandemics that, to varying degrees, have forced people into states of confinement, reducing their exposure to natural environments (Inglese et al., 2023). Although this problem is common in the Global North and Global South (Rigolon et al., 2018), recent studies show that urban growth is mainly driven by urbanisation in the Global South (Nagendra et al., 2018). The indirect impact of this process, due to the flow of waste and the consumption of energy and above all food resources within cities (McDonald et al., 2020) has contributed to undermining the traditional agricultural system. This, which is faced with the problem of diminishing land per capita and the effects of climate change (Dholwani et al., 2018), needs new perspectives to be able to meet the current and future demand for food, reducing costs and resource consumption (Gashgari et al., 2018). To address these megatrends, important actions have been initiated by actors working at different scales to drive responsible change and achieve shared and desirable goals. The UN, with its Sustainable Development Goals (SDGs), aims by 2030 to eradicate hunger, achieve food security and promote sustainable agriculture, to increase water use efficiency, fight climate change, improve health and well-being within cities, and integrate new strategies for responsible consumption and production (United Nations [UN] General Assembly, 2015). These goals are reflected in the European Green Deal policy: the core of the initiative is the creation of a new balance between nature, food systems, biodiversity and circularity of resources (Fetting, 2020). The New European Bauhaus (NEB) is the operational tool to bring the results of these policies to a scale close to living spaces. It emphasises the importance of design as a driver for change to address current challenges with transdisciplinary expertise and an open participatory spirit (Bason et al., 2020).

In the evolution of Design-led sustainable development movements, there has been a gradual shift from strategies aimed at minimising negative impacts on the environment and society to those based on nature's ability to enhance the quality of human experience and well-being (Wolfs, 2015). Founded on the Biophilia hypothesis (Wilson, 1984), Biophilic Design, a tool in the designer's toolkit (Ryan et al., 2014), uses nature in the design of artefacts to promote health and well-being. Developed on psychology, medical and social science studies that show that natural environments are preferred and have positive impacts on health, this strategy generates benefits in various contexts such as healthcare, education, retail, workplaces and community environments (Browning et al., 2015).

## 2. HYDROPONICS

In addressing the dual challenge of integrating nature into the design and mitigating the food crisis, hydroponic systems are a viable solution in the hands of designers. Here, plants grow in the absence of soil and are supplied with a nutrient solution (Malorgio, 2004). They represent one of the major process innovations in protected crops, allowing very high yields in a short time; less use of soil, allowing 3 to 10 times more crops in the same space (Boylan, 2020); water savings of 80 to 90% in a global context where 70% of water use is for agricultural production (Khokhar, 2017).



nutritiva (Malorgio, 2004). Estos representan una de las mayores innovaciones de procesos en cultivos protegidos, permitiendo rendimientos muy elevados en poco tiempo; menor uso de suelo al alojar de 3 a 10 veces más cultivos en un mismo espacio (Boylan, 2020); y ahorros de agua del 80 al 90% en un contexto global donde el 70% del uso del agua es para la producción agrícola (Khokhar, 2017).

El potencial de los cultivos hidropónicos y los cultivos simbióticos en superficie son promovidos por la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO), que está trabajando activamente para compartir conocimientos y avances en esta área (Somerville et al., 2014). Estos son amigables con la biodiversidad, no utilizan pesticidas ni fertilizantes químicos y permiten la producción de alimentos con altas propiedades nutricionales y organolépticas. Son compatibles con las condiciones más extremas, lo que los convierte en una solución viable tanto en el Norte como en el Sur Global; desde entornos urbanos caracterizados por una escasez de tierra cultivable (y a menudo contaminada), hasta desiertos y entornos árticos. La hidroponía puede ayudar a proporcionar alimentos locales frescos ahora que, debido en parte al cambio climático, las condiciones de cultivo se han vuelto aún más extremas. Incluso es factible en estaciones espaciales, donde se utiliza para la autoproducción de alimentos en órbita y para crear entornos más estimulantes para los astronautas (Inglese et al., 2024). En combinación con los invernaderos, la hidroponía se ha vuelto cada vez más popular, especialmente en Estados Unidos, Canadá, Europa occidental y Japón (Jensen, 1997). Pero también en los Países Bajos, donde más del 90% de las hortalizas de invernadero se producen hidropónicamente (Van Os & Stanghellini, 2001), y en Australia. Aunque es Europa la que pasará a tener la mayor cuota de mercado, debido también a su creciente progreso tecnológico, los cultivos hidropónicos también están ganando popularidad en Asia, África y América Latina. En estos territorios ya habían sido una solución en la antigüedad. Ejemplos de ello son los jardines colgantes babilónicos y la chinampa de los aztecas.

### 3. METODOLOGÍA

Varias revisiones de la literatura han abordado el desarrollo de sistemas hidropónicos desde una perspectiva histórica (Khan et al., 2020), económica (Manos & Xydis, 2019) y ambiental (Khan, 2018). Otras revisiones los han analizado desde un punto de vista tecnológico, comparando diferentes nutrientes (Cifuentes-Torres, 2021) o posibles tratamientos de aguas residuales (Richa et al., 2020). Este artículo pretende hacer un aporte al estado del arte actual a través de una revisión integradora (Torraco, 2005) que pretende ampliar el horizonte de la investigación en Diseño para crear nuevos modelos teóricos y prácticos (Snyder, 2019). Esto se logrará mediante un análisis y una comparación cualitativa y cuantitativa de proyectos basados en hidroponía, que hagan un uso creativo de ella, sin limitarla a la producción de alimentos. Los contenidos de la revisión se identificaron a través de plataformas como Google Scholar, Elsevier, Springer, pero sobre todo DRS Library y Design Issues, que están más orientadas al diseño. También se consultaron los portales NEB de la Unión Europea, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y el Programa Mundial de Alimentos de las Naciones Unidas para identificar los proyectos premiados. Las palabras clave utilizadas fueron “hidroponía”, “hidropónico”, “agricultura urbana”, “diseño” y “diseño de producto”. Se tuvieron en cuenta aquellos proyectos más maduros, de los que se

The potential of hydroponic crops, and symbiotic crops above ground, are promoted by the Food and Agriculture Organization (FAO), which is actively working on sharing knowledge and developments in this area (Somerville et al., 2014). These are biodiversity-friendly, do not use pesticides, chemical fertilisers and allow the production of food with high nutritional and organoleptic characteristics. They are compatible with the most extreme conditions, making them a viable solution in both the Global North and South: from urban environments, characterised by a scarcity of cultivable (and often polluted) land, to deserts and arctic environments. Hydroponics can help provide fresh local food now that, due in part to climate change, growing conditions have become even more extreme. It is even feasible in space stations, where it is used for self-production of food in orbit and to make environments more stimulating for astronauts (Inglese et al., 2024). In combination with greenhouses, hydroponics has become increasingly popular, especially in the United States, Canada, Western Europe and Japan (Jensen, 1997). But also in the Netherlands, where more than 90% of greenhouse vegetables are produced hydroponically (Van Os & Stanghellini, 2001), and Australia. Although it is Europe that will come to hold the largest market share, due also to its increasing technological progress, hydroponic crops are also gaining popularity in Asia, Africa and Latin America. In these territories they had already been a solution in antiquity. Examples are the Babylonian hanging gardens and the chinampa of the Aztecs.

### 3. METHODOLOGY

Several literature reviews have addressed the development of hydroponic systems from a historical (Khan et al., 2020), economical (Manos & Xydis, 2019) and environmental (Khan, 2018) perspective. Other reviews have analysed them from a technological point of view, comparing different nutrients (Cifuentes-Torres, et al., 2021) or possible wastewaters treatment (Richa et al., 2020). This paper aims to make a contribution to the current state of the art through an integrative review (Torraco, 2005) that intends to broaden the horizon of research in Design to create new theoretical and practical models (Snyder, 2019). This will be achieved through a qualitative and quantitative analysis and comparison of hydroponics-based projects, that make creative use of it, not limiting it to food production. The contents of the review were identified through platforms such as Google Scholar, Elsevier, Springer, but above all DRS Library, Design Issues, which are more design-oriented. The NEB portals of the European Union, the Food and Agriculture Organisation and the World Food Program of the United Nations were also consulted to identify awarded projects. The keywords used were “hydroponics”, “hydroponic”, “urban agriculture”, “urban farming”, “design” and “product design”. Consideration was given to those more mature projects, of which a fair amount of information on their development and impact had been available, in order to allow an appropriate analysis. Preference was given to projects that had been transferred or replicated from one context to others, in order to be able to add an assessment of the implications of these transfers into the picture. Finally, the projects were divided according to their geographical origin. By evaluating, critiquing and synthesising these data, we intend to make a contribution to the development of the discipline and professional practice of Design by providing virtuous models that can inspire and guide the use of hydroponics as a tool for innovation.

disponía de bastante información sobre su desarrollo e impacto, para permitir un análisis adecuado. Se dio preferencia a los proyectos que habían sido transferidos o replicados de un contexto a otro, para poder añadir al panorama una evaluación de las implicancias de estas transferencias. Finalmente, los proyectos se dividieron según su origen geográfico. Al evaluar, criticar y sintetizar estos datos, pretendemos contribuir al desarrollo de la disciplina y la práctica profesional del Diseño proporcionando modelos virtuosos que puedan inspirar y guiar el uso de la hidroponía como herramienta de innovación.

#### 4. RESULTADOS

##### 4.1 NUEVA BAUHAUS EUROPEA Y LA HIDROPONÍA

La NEB mostró un gran interés en el potencial de la tecnología hidropónica. Así lo demuestran Nabo Farm, una de las cuatro *start-ups* inscritas en la New European Bauhaus Booster Programme, y Garden to connect (GTC), entre los proyectos seleccionados para el NEB Festival.

###### 4.1.1 GRANJA NABO

Identificada dentro del programa European Institute of Innovation and Technology (EIT) Food (2022), Nabo Farm aborda el desafío de los sistemas alimentarios de las ciudades a través de una red de granjas urbanas sostenibles que utilizan hidroponía. Nabo trabaja como una granja vecinal para mejorar la cadena de suministro de alimentos, combatir el desperdicio (un concepto ahora integrado en nuestro sistema alimentario) y cualquier otro impacto negativo, como los resultantes del transporte, el embalaje y la degradación de los alimentos en el camino. La sostenibilidad del servicio se respeta en cada etapa del proyecto: desde la recolección manual hasta las entregas en bicicleta y el sistema de devolución de envases. El objetivo de los propietarios es equilibrar la producción con las demandas de los clientes para evitar la sobreproducción. Trabajan simultáneamente en la prestación de servicios y tecnología como soluciones de *hardware, software y know-how*. Diseñan y prueban modelos de negocio ad hoc para socios, identificando estrategias ganadoras para implementar la agricultura urbana en su área local. Nabo Farm ofrece formación y seminarios a estudiantes y organizaciones activas en este campo y colabora con el Ayuntamiento de Copenhague para fomentar la inclusión a través de la inserción laboral y la formación de jóvenes necesitados. Finalmente, busca concientizar e inspirar a los planificadores sobre la asignación de parte de nuevos edificios o sitios institucionales (como escuelas) a la producción de alimentos y la gestión de residuos para crear sistemas circulares.

###### 4.1.2 JARDÍN PARA CONECTAR

Jardín para conectar (GTC) desarrolla soluciones creativas para el uso de residuos de construcción de PVC en la producción de alimentos urbanos, evitando el uso de energía necesaria para el reciclaje. GTC fomenta la reutilización y prolonga la vida útil de estos productos mediante la realización de instalaciones de cultivo hidropónico. El objetivo es conectar a las personas entre sí y con la naturaleza a través de sistemas de jardines urbanos de baja tecnología y bajo costo. El proyecto se replicó con la ayuda de dos ONG locales en Ruanda, un país donde la sequía es un problema creciente. En el proyecto piloto, los residuos locales procedentes de procesos de urbanización y proyectos de infraestructura hidráulica, se convirtieron en recursos que se pueden explotar para la creación de tambores y rodillos de gimnasia, pero sobre todo en apoyo a la agricultura urbana (Figura 1).

#### 4. RESULTS

##### 4.1 NEW EUROPEAN BAUHAUS AND HYDROPONICS

The NEB showed great interest in the potential of hydroponic technology. This is evidenced by Nabo Farm, one of the four start-ups entered in the NEB Booster Programme, and Garden to connect (GTC), among the projects selected for the NEB Festival.

###### 4.1.1 NABO FARM

Identified within the European Institute of Innovation and Technology (EIT) Food (2022) programme, Nabo Farm addresses the challenge of city food systems through a network of sustainable urban farms using hydroponics. Nabo works as a neighbourhood farm to improve the food supply chain, combat waste (a concept now embedded in our food system) and any other negative impacts, such as those resulting from transport, packaging and food degradation along the way. The sustainability of the service is respected at every stage of the project: from hand-harvesting, to bicycle deliveries and packaging return system. The owners' aim is to balance production with customer demands to avoid overproduction. They work concurrently in the provision of services and technology such as hardware solutions, software and know-how. They design and test ad hoc business models for partners, identifying winning strategies to implement urban agriculture in their local area. Nabo Farm offers training and seminars to students and organisations active in the field and collaborates with Copenhagen City Hall to foster inclusion through job placement and training of young people in need. Finally, it seeks to raise awareness and inspire planners regarding the allocation of part of new buildings or institutional sites (such as schools) to food production and waste management to create circular systems.

###### 4.1.2 GARDEN TO CONNECT

GTC develops creative solutions for the use of PVC building waste in urban food production, avoiding the use of energy needed for recycling. GTC encourages the reuse and prolongs the life of these products by realising hydroponic growing facilities. The aim is to connect people with each other and with nature through low-tech and low-cost urban garden systems. The project was replicated with the help of two local NGOs in Rwanda, a country where drought is a growing problem. The pilot project saw local waste, from urbanisation processes and water infrastructure projects, turned into resources to be exploited for the creation of drums, and gymnastic rollers but above all into support for urban agriculture (Figure 1).





**FIG 1.** Comunidades locales fotografiadas durante las actividades del Jardín para Conectar Ruanda. Crédito: Jardín para conectar <https://www.gardentconnect.eu/>

**FIG 1.** Local communities photographed during Garden to Connect Rwanda activities. Credit: Garden to Connect <https://www.gardentconnect.eu/>



**FIG 2.** Comunidades locales fotografiadas en una de las instalaciones de cultivo hidropónico construidas por H2Grow en Lima. Crédito: Programa Mundial de Alimentos | Acelerador de innovación <https://innovation.wfp.org/project/h2grow-hydroponics/how-grow-food-desert-slums-lima>

**FIG 2.** Local communities photographed in one of the hydroponic growing facilities built by H2Grow in Lima. Credit: World Food Program | Innovation Accelerator <https://innovation.wfp.org/project/h2grow-hydroponics/how-grow-food-desert-slums-lima>

Los niños se involucraron y aprovecharon para aprender sobre jardinería y reutilización de materiales. En este caso, la hidroponía demostró ser una herramienta para fortalecer a las comunidades, para educar a la población en los valores de la jardinería, la reutilización y la conservación de la naturaleza (Garden to connect, s.f.).

#### 4.2 H2GROW

H2Grow es una innovación del Programa Mundial de Alimentos que brinda soluciones hidropónicas asequibles y adaptables localmente a comunidades vulnerables de todo el mundo. Ha impactado positivamente a más de 89.000 personas, el 47% de ellas mujeres, en 21 países (Programa Mundial de Alimentos, 2023). A través de 800 unidades activas en escuelas, campos de refugiados y asentamientos urbanos informales, su objetivo, además de proporcionar subsistencia alimentaria en áreas sensibles, es inspirar y capacitar a los agricultores en replicar la solución para construir la autosuficiencia alimentaria (escapar del hambre y mejorar su estado nutricional) y autosuficiencia económica (obtener sus ingresos vendiendo el excedente).

El papel del Diseño es fundamental en H2Grow: a través de los principios de Human Centered Design y Lean Start Up, se estimulan prácticas de innovación social, incluida la formación a medida en técnicas agrícolas y gestión diaria de cultivos, plagas y enfermedades. A través de prácticas de codiseño, las comunidades participan en el diseño de sistemas hidropónicos accesibles, de baja tecnología y basados en el contexto. Además, Diseño colabora con Economía para analizar la relación costo-beneficio y acordar estrategias para ingresar al mercado local de cada país. El proyecto se involucra a través de una plataforma para compartir contenido generado por usuarios a nivel mundial conectando a diferentes partes interesadas como las Naciones Unidas, ONG o empresas sociales, gobiernos y expertos.

##### 4.2.1 H2GROW PERÚ

En 2016 H2Grow operó en Lima, Perú, donde, aunque las exportaciones de frutas y verduras son bastante activas, los alimentos nutritivos no son accesibles para todas las familias de los barrios marginales urbanos. El proyecto piloto funcionó en tres distritos y proporcionó a más de 200 mujeres vulnerables un programa de capacitación y herramientas para cultivar sus alimentos y diversificar su dieta, pero también una oportunidad de negocio (Cómo cultivar alimentos en los barrios marginales del desierto de Lima, 2019). A través de la gestión conjunta de instalaciones locales en los barrios marginales del desierto, se fomentó la cohesión dentro de la comunidad de mujeres (Figura 2). Para promover la aceptación del programa, se capacitó como instructores a una selección de personas de organizaciones locales. Para permitir que el proyecto continuara más allá del sitio piloto, el programa se integró en las políticas institucionales locales y así llegó a muchas más personas. Los desarrollos futuros incluyen la creación de una estructura para la ampliación e identificación de canales de venta y distribución, junto con la creación de una aplicación en la que una red de expertos apoyará el trabajo de los coaches con tutoriales y facilitará el intercambio de ideas.

##### 4.2.2 H2GROW ZAMBIA

El proyecto también funcionó en Zambia, donde los sistemas alimentarios no son lo suficientemente sólidos para satisfacer las necesidades de la población. Aquí, como en otros países en

Children were involved and took the opportunity to learn about gardening and the reuse of materials. In this case, hydroponics proved to be a tool to strengthen communities, to educate the population on the values of gardening, reuse and nature conservation (Garden to connect, n.d.).

#### 4.2 H2GROW

H2Grow is a World Food Programme innovation that brings locally adaptable and affordable hydroponic solutions to vulnerable communities around the world. It has impacted more than 89,000 people, 47% of them women, in 21 countries (World Food Programme, 2023). Through 800 active units in schools, refugee camps and informal urban settlements its aim, besides providing food subsistence in sensitive areas, is to inspire and train farmers to replicate the solution to build food self-sufficiency (escaping hunger and improving their nutritional status) and economic self-sufficiency (earning their income by selling the surplus).

The role of Design is fundamental in H2Grow: through the principles of Human Centered Design and Lean Start Up, social innovation practices are stimulated, including tailor-made training on agricultural techniques, and daily management of crops, pests and diseases. Through co-design practices, communities are involved in the design of accessible, low-tech and context-based hydroponic systems. In addition, Design collaborates with Economics to analyse the cost-benefit ratio and to agree on strategies to enter the local market in each country. The project engages through a platform to share user-generated content globally by connecting different stakeholders such as the UN, NGOs or social enterprises, governments and experts.

##### 4.2.1 H2GROW PERU

In 2016, H2Grow operated in Lima, Peru, where, although fruit and vegetable exports are quite active, nutritious food is not accessible to all families in urban slums. The pilot project operated in 3 districts providing more than 200 vulnerable women with a training programme, and tools to grow their food and diversify their diet. But also, a business opportunity (United Nations World Food Programme [WFP], 2019). Through the joint management of local facilities in the desert slums, cohesion within the women's community was fostered (Figure 2). To promote acceptance of the programme, a selection of people from local organisations were trained as instructors. To enable the project to continue beyond the pilot site, the programme was integrated into local institutional policies and thus reached many more people. Future developments include the creation of a structure for the expansion and identification of sales and distribution channels, together with the creation of an application in which a network of experts will support the work of the coaches with tutorials and facilitate the exchange of ideas.

##### 4.2.2 H2GROW ZAMBIA

The project also worked in Zambia, where food systems are not strong enough to meet the needs of the population. Here, as in other developing countries, millions of children suffer from undernutrition (Emmanuel et al., 2013). The *Model Hydroponics School Garden*, supported by Basf Stiftung, is a pilot project of a solar-powered school garden at Woodlands B Primary School. Here, different types of low-cost, low-tech hydroponic systems are used to bring it closer to schools, for the benefit of students, teachers, families and the community (World Food Program [WFP]



desarrollo, millones de niños sufren desnutrición (Emmanuel et al., 2013). El *Huerto Escolar Hidropónico Modelo*, apoyado por Basf Stiftung, es un proyecto piloto de un huerto escolar con energía solar en la Escuela Primaria Woodlands B. Aquí se utilizan diferentes tipos de sistemas hidropónicos de bajo costo y baja tecnología para acercarlo a las escuelas, en beneficio de estudiantes, docentes, familias y la comunidad (World Food Program [WFP] Innovation Accelerator, 2021). Se brinda capacitación para administrar invernaderos escolares que producirán alimentos para las comidas escolares e ingresos para familias enteras. El objetivo es crear conciencia sobre la accesibilidad práctica y económica de los cultivos hidropónicos y el valor de la educación, capacitando a las personas para utilizarlos. En este proyecto los diseñadores buscaron adaptaciones innovadoras para estas instalaciones como el uso de botellas recicladas. A través de este programa, el WFP ha logrado que el gobierno nacional se apropie de los programas de comidas escolares.

#### 4.2.3 H2GROW DE AMÉRICA CENTRAL

H2Grow también ha operado en el “Corredor Seco”, una vasta franja de Centroamérica donde la sequía, ligada al fenómeno climático de El Niño, está empujando cada vez a más personas hacia la inseguridad alimentaria. La hidroponía ha ayudado a los agricultores de El Salvador, Honduras y Guatemala que ya no pueden cultivar, con importantes consecuencias en términos de acceso a los alimentos para millones de personas. Se proporcionaron conocimientos técnicos para esta forma de agricultura, energía renovable, fertirrigación y acceso al mercado. Desde la construcción del invernadero hasta aprender a facilitar diversas dietas, la iniciativa fortaleció los lazos familiares y las relaciones sociales. En la construcción de las plantas, los diseñadores utilizaron soluciones basadas en el contexto como el uso de piedra pómez molida como sustrato para el crecimiento de las plantas (Paguaga, 2022).

#### 4.2.4 H2GROW JORDANIA

En 2017 se implementó el programa H2Grow con *Personal Food Computers* (PFC), un innovador dispositivo hidropónico de ambiente controlado y de código abierto para el cultivo de plantas desarrollado por un equipo de investigación del Massachusetts Institute of Technology (MIT), que también puede utilizarse como plataforma de investigación y herramienta docente (Castelló Ferrer et al., 2019). La colaboración se creó para dar a los refugiados sirios en el campo de Azraq (al este de Ammán), en el desierto jordano a 90 km de la frontera, los medios para cultivar sus propios alimentos. Como lo describe la líder del proyecto, Nina Schroeder, el programa piloto tenía como objetivo ayudar a los investigadores a evaluar la tecnología y determinar si debía instalarse. Probado durante seis meses, reveló sus problemas críticos en el contexto de la intervención (Lund et al., 2022). Las condiciones del lugar resultaron ser muy duras: el calor deformó las puertas de plástico de los PFC creando grietas que contaminaron el entorno de crecimiento. Se encontraron problemas debido a la irregularidad del suministro eléctrico, lo que provocó fallas en el sistema de aire acondicionado e iluminación. Otros problemas, relacionados con la conexión a Internet, hicieron que el seguimiento (mediante cámaras, sensores de temperatura, humedad y niveles de pH) fuera muy ineficiente. También hubo problemas con la calidad del agua local y la luz

Innovation Accelerator, 2021). Training is provided to manage school greenhouses that will produce food for school meals and income for entire families. The aim is to raise awareness of the practical and economic accessibility of hydroponic crops and the value of education, empowering people to use them. In this project, the designers sought innovative adaptations for these facilities such as the use of recycled bottles. The WFP through this programme has obtained national government ownership of school meal programmes.

#### 4.2.3 H2GROW CENTRAL AMERICA

H2Grow has also operated in the “Dry Corridor”, a vast stretch of Central America where drought, linked to the El Niño climate phenomenon, is pushing more and more people towards food insecurity. Hydroponics has helped farmers in El Salvador, Honduras and Guatemala who are no longer able to grow crops, with major consequences in terms of access to food for millions of people. Technical know-how for this form of agriculture, renewable energy, fertigation and market access was provided. From building the greenhouse to learning how to facilitate various diets, the initiative strengthened family ties and social relations. In the construction of the plants, the designers used context-based solutions such as the use of ground pumice stone as a substrate for plant growth (Paguaga, 2022).

#### 4.2.4 H2GROW GIORDANIA

In 2017, the H2Grow programme was implemented with Personal Food Computers (PFC), an innovative open-source controlled-environment hydroponics device for growing plants developed by a Massachusetts Institute of Technology (MIT) research team, which can also be used as a research platform and teaching tool (Castelló Ferrer et al., 2019). The collaboration was set up to give Syrian refugees in the Azraq camp (east of Amman), in the Jordanian desert 90 km from the border, the means to grow their own food. As described by project leader Nina Schroeder, the pilot programme was intended to help researchers evaluate the technology and determine whether it should be installed. Tested for six months, it revealed its critical issues in the context of the intervention (Lund et al., 2022). The site conditions proved to be very harsh: the heat deformed the plastic doors of the PFC creating cracks that contaminated the growth environment. Problems were encountered due to the irregularity of the electricity, which led to malfunctions in the air conditioning and lighting system. Other problems, related to the internet connection, made monitoring (by cameras, temperature, humidity and pH levels sensors) very inefficient. There were also problems with the quality of the local water and the light filtering through the door that favoured the growth of algae inside the facilities (Goldstein, 2022). The failure of the initiative led H2Grow towards the implementation of low-tech hydroponic systems made for specific contexts and using local resources in subsequent projects in Algeria, Chad, Jordan, Kenya, Namibia, Peru and Sudan.

#### 4.3 MALINI AGRO PARK

Malini Agro Park (MAP), according to Suartana & Suryanawa (2020) represents a virtuous example where hydroponics becomes not only a tool to meet local food needs but a means to promote economic, social and environmental development. It

que se filtraba por la puerta, lo que favoreció el crecimiento de algas dentro de las instalaciones (Goldstein, 2022). El fracaso de la iniciativa llevó a H2Grow a implementar sistemas hidropónicos de baja tecnología, diseñados para contextos específicos y utilizando recursos locales, en proyectos posteriores en Argelia, Chad, Jordania, Kenia, Namibia, Perú y Sudán.

#### 4.3 PARQUE AGRO MALINI

El Parque Agro Malini (MAP), según Suartana & Suryanawa (2020) representa un ejemplo virtuoso donde la hidroponía se convierte no solo en una herramienta para satisfacer las necesidades alimentarias locales sino en un medio para promover el desarrollo económico, social y ambiental. Nació en 2016 en el pueblo de Pecatu, cerca de Bali (Indonesia) con el deseo de recuperar a agricultores que habían abandonado la agricultura desde 1970 debido a que las tierras áridas y estériles no podían proporcionarles suficiente sustento. El proyecto ayudó a revertir el proceso por el cual el fuerte impacto del turismo había antropizado fuertemente la tierra y convertido a los agricultores supervivientes en guías turísticos, empleados de hoteles, empleados de restaurantes, etc. A través de la hidroponía se reintrodujo la agricultura, permitiendo la producción de productos orgánicos, reduciendo el consumo y la contaminación. Esto ha favorecido el desarrollo del agroturismo, cuyo centro son los agricultores: dentro del parque encontramos un centro gastronómico y un parque recreativo abierto a todos. Un centro educativo proporciona a los agricultores herramientas de gestión, mantenimiento y comercialización. También sensibiliza a los jóvenes estudiantes sobre el potencial de la agricultura para el país. Se han desarrollado programas para difundir un estilo de vida saludable para la comunidad desde edades tempranas, con el objetivo de mejorar la salud pública. El parque establece formas de cooperación tanto comerciales como sociales con diversos actores, desde guías turísticos hasta minoristas. La iniciativa emplea a 30 personas (30% mujeres) y las solicitudes están abiertas a personas con discapacidad para fomentar la inclusión.

### 5. DISCUSIÓN

#### 5.1 LAS EXPERIENCIAS DEL NORTE GLOBAL

GTC, además de la reutilización de recursos destinados a convertirse en residuos, promueve la accesibilidad del verde en contextos urbanos donde cada vez escasea más, con todos los beneficios que ello conlleva. Contribuye a la difusión de la educación ambiental y alimentaria entre la ciudadanía. Utiliza la naturaleza para estimular la convivencia y el desarrollo de un sentido de cuidado de la tierra. *Nabo Farm* contribuye a abordar el desafío de los sistemas alimentarios urbanos a través de un servicio que trabaja no sólo en la producción (granjas urbanas, producción impulsada por el cliente, recolección manual) y distribución (sistema de pedidos, entregas en bicicleta, sistema de devolución de envases), sino también en la capacitación, sensibilización y oferta de servicios para el desarrollo de la hidroponía. Esto fomenta la agricultura urbana, ese proceso de cultivo, procesamiento, distribución y venta de productos alimenticios agrícolas en la ciudad para la ciudad (Mougeot, 2000) transformando, según Jac Smith, los contextos urbanos de consumidores a preservadores de recursos con un impacto positivo en la vida. calidad de vida y bienestar de los ciudadanos (Gallo, 2016). Proyectos como este demuestran que la hidroponía puede crear empleo e inclusión.

was born in 2016 in the village of Pecatu, near Bali (Indonesia) out of the desire to bring back farmers who had abandoned farming since 1970 due to the arid and barren land that could not provide them with enough sustenance. The project helped to reverse the process whereby the strong impact of tourism had heavily anthropicised the land and turned the surviving farmers into tourist guides, hotel clerks, restaurant employees and so on. Through hydroponics, agriculture was reintroduced, allowing the production of organic products, reduced consumption and pollution. This has favoured the development of agrotourism, of which farmers are the centre: we find within the park a culinary centre and a recreational park open to all. An educational centre provides farmers with tools for management, maintenance and marketing. It also sensitises young students to the potential of agriculture for the country. Programmes have been developed to disseminate a healthy lifestyle for the community from an early age, with the aim of improving public health. The park establishes both commercial and social forms of cooperation with various actors, from tour guides to retailers. The initiative employs 30 people (30% women), and applications are open to people with disabilities to encourage inclusion.

### 5. DISCUSSION

#### 5.1 THE EXPERIENCES OF THE GLOBAL NORTH

GTC, in addition to the reuse of resources destined to become waste, promotes the accessibility of greenery in city contexts where it is increasingly lacking, with all the benefits that this entails. It contributes to the dissemination of environmental and food education among citizens. It uses nature to stimulate conviviality and the development of a sense of care for the land. *Nabo Farm* contributes to addressing the challenge of urban food systems through a service that works not only on production (urban farms, customer-driven production, hand-harvesting) and distribution (ordering system, bicycle deliveries, packaging return system) but also on training, awareness-raising and offering services for the development of hydroponics. This fosters the urban agriculture, that process of growing, processing, distributing and selling agricultural food products in the city for the city (Mougeot, 2000) transforming, according to Jac Smith, urban contexts from consumers to resource preservers with a positive impact on the quality of life and well-being of citizens (Gallo, 2016). Projects like this one demonstrate that hydroponics can create employment and inclusion.

#### 5.2 THE EXPERIENCES OF THE GLOBAL SOUTH

Case studies show that hydroponics can help address nutrition problems in contexts characterised by resource scarcity and extreme climatic situations compounded by the effects of human activity and climate change. Experiences such as MAP show that, through hydroponics, it is possible to limit the negative effects of globalisation by revitalising agriculture. From an educational point of view, through its dissemination in school contexts, it can contribute to the application of theoretical teachings to the concrete experience of cultivation. Sharing this knowledge, from students to their families and from them to communities, reduces the information asymmetry between different generations and strengthens cohesion and self-reliance. The provision of training and information sharing have proven to be important prerequisites for the creation of a well-functioning innovation



## 5.2 LAS EXPERIENCIAS DEL SUR GLOBAL

Los estudios de caso muestran que la hidroponía puede ayudar a abordar problemas de nutrición en contextos caracterizados por la escasez de recursos y situaciones climáticas extremas agravadas por los efectos de la actividad humana y el cambio climático. Experiencias como MAP muestran que, a través de la hidroponía, es posible limitar los efectos negativos de la globalización revitalizando la agricultura. Desde el punto de vista educativo, a través de su difusión en contextos escolares, puede contribuir a la aplicación de las enseñanzas teóricas a la experiencia concreta de cultivación. Compartir este conocimiento, de los estudiantes a sus familias y de ellos a las comunidades, reduce la asimetría de información entre diferentes generaciones y fortalece la cohesión y la autosuficiencia. La provisión de capacitación y el intercambio de información han demostrado ser requisitos previos importantes para la creación de un ecosistema de innovación que funcione bien, capaz de ayudar a mejorar la capacidad de las comunidades para realizarse y resistir la explotación por parte de los sistemas de mercado. Desde una perspectiva social y económica, los proyectos demuestran su éxito a la hora de empoderar a las comunidades locales, los pequeños agricultores y las minorías, con acceso a medios de vida y formas de ingresos. Era importante adoptar prácticas de codiseño con empresas, ONG, gobiernos locales y comunidades para evitar sesgos y adaptar la gestión de proyectos a las especificidades locales (Jagtap, 2019). Un fuerte enfoque en la identidad material del contexto quedó evidenciado por el uso de las propiedades nutritivas de la piedra pómez como sustituto del suelo para los sistemas del Corredor Seco o *GTC Ruanda*. En Zambia, John Serwanga, consultor en hidroponía del WFP, sugirió el uso de bambú en lugar de tuberías de PVC (Balasubramanya & Shaafiu, 2022), un material familiar y abundante allí. Por último, los proyectos han promovido la igualdad de género, la cohesión y el empoderamiento dentro de las comunidades de mujeres: H2Grow ha involucrado a muchas mujeres vulnerables en Perú y Zambia, donde el 80 por ciento de los pequeños agricultores son mujeres.

## 5.3 DE UN CONTEXTO A OTRO

La experiencia de PFC en el campamento de Azraq fue una prueba de que las soluciones probadas en un contexto determinado pueden resultar no válidas cuando este cambia. Desde el punto de vista medioambiental, las grandes diferencias de temperatura hicieron que los materiales no fueran aptos para cumplir sus funciones y la diferente calidad del agua permitió el desarrollo de algas indeseables. Desde el punto de vista tecnológico, la falta de infraestructura (internet, electricidad estable) contribuyó a su fracaso. Adaptar el nivel tecnológico de las soluciones a la fuerza laboral, la infraestructura y los recursos locales, como en desarrollos posteriores de *H2Grow*, puede ser una gran fuente de diferenciación e innovación (Becattini, 2004). Por otro lado, las experiencias desarrolladas en contextos difíciles son la manifestación de que la investigación en Diseño en el Sur Global introduce un nuevo escenario en el que las prácticas culturales, sociales, religiosas y administrativas muchas veces plantean desafíos, pero pueden crear nuevas oportunidades que pueden aplicarse a contextos críticos en todo el mundo. Los diseñadores se encuentran en una posición privilegiada para trabajar en este contexto, debido a su actitud hacia la planificación de interacciones (objetos,

ecosystem, capable of helping to improve the ability of communities to realise themselves and resist exploitation by market systems. From a social and economic perspective, the projects demonstrate their success in empowering local communities, small farmers and minorities with access to livelihoods and forms of income. It was important to adopt co-design practices with companies, NGOs, local governments and communities in order to avoid biases and adapt project management to local specificities (Jagtap, 2019). A strong focus on the material identity of the context was evidenced by the use of the nutrient properties of pumice stone as a soil substitute for the systems in the Dry Corridor or *GTC Rwanda*. In Zambia, John Serwanga, WFP's hydroponics consultant, suggested the use of bamboo instead of PVC pipes (Balasubramanya & Shaafiu, 2022), a familiar and abundant material there. Finally, projects have promoted gender equality, cohesion and empowerment within women's communities: H2Grow has involved many vulnerable women in Peru and Zambia, where 80 per cent of smallholder farmers are female.

## 5.3 FROM ONE CONTEXT TO ANOTHER

The experience of PFC in the Azraq camp was proof that solutions tested in a given context may prove to be no longer valid when this changes. From the environmental point of view, the large differences in temperatures made the materials unsuitable to fulfil their functions and the different water quality allowed undesirable algae to develop. From a technological point of view, the lack of infrastructure (internet, stable electricity) contributed to its failure. Adapting the technological level of solutions to the local workforce, infrastructure and resources, as in subsequent H2Grow developments, can be a great source of differentiation and innovation (Becattini, 2004). On the other hand, the experiences developed in difficult contexts are the manifestation that research in Design in the Global South introduces a new scenario in which cultural, social, religious and administrative practices often pose challenges, but can create new opportunities that can be applied to critical contexts around the world. Designers are in a privileged position to work in this context, because of their attitude towards planning interactions (objects, services, or events) and finding a balance between technologically possible and socially desirable (Morelli, 2006). Through interdisciplinary collaboration, it is possible to generate new processes or their adaptation to meet the most pressing challenges and to build international partnerships between the global North and South in and for design research (Tseklevs et al., 2020). This, together with a systemic approach involving and integrating local communities, information and experience sharing can be a virtuous model for Design to implement that progressive push towards a New Green Bauhaus from the Global South.

servicios o eventos) y la búsqueda de un equilibrio entre lo tecnológicamente posible y lo socialmente deseable (Morelli, 2006). A través de la colaboración interdisciplinaria, es posible generar nuevos procesos o su adaptación para enfrentar los desafíos más apremiantes y construir asociaciones internacionales entre el Norte y el Sur Global en y para la investigación en diseño (Tsekleves et al., 2020). Esto, junto con un enfoque sistémico que involucra e integra a las comunidades locales, el intercambio de información y experiencias, puede ser un modelo virtuoso para que el Diseño implemente ese impulso progresivo hacia una Nueva Bauhaus Verde desde el Sur Global.

#### 6. CONCLUSIONES

Los sistemas hidropónicos, que están recibiendo cada vez más atención a nivel mundial, están en manos de los diseñadores como herramientas para implementar una fuerte innovación. Esta revisión integradora pretende sugerir la hidroponía como un área en la que ampliar el panorama de la investigación en Diseño, incluidos desarrollos futuros y estudios de casos adicionales que se analizarán. Aunque la enorme falta de información y el carácter fragmentario de esta no permitieron una evaluación cuantitativa precisa de los proyectos, sus impactos y su comparación, los resultados muestran claramente el potencial de estos cultivos no sólo para la producción de alimentos sino también como medio para mejorar contextos degradados, desencadenando movimientos de innovación y cohesión social, y restaurando la identidad y los medios de vida de las personas y los territorios. La comparación de experiencias sirvió para señalar un modelo virtuoso para el diseño de estos sistemas y la transferencia de soluciones desarrolladas para un contexto a otro. Se basa en un enfoque sistémico, teniendo en cuenta el contexto, involucrando e integrando a las comunidades locales y trabajando en compartir información y experiencias. Este nuevo paradigma operativo reconoce la importancia que tienen múltiples valores ambientales, culturales y económicos para guiar la actividad de diseño, tomando como materia prima las características identitarias del contexto y sus necesidades.

#### 6. CONCLUSIONS

Hydroponic systems, which are receiving increasing attention globally, are in the hands of designers, tools for implementing strong innovation. This integrative review intends to suggest hydroponics as an area in which to broaden the research landscape in Design, including in future developments, and further case studies to be analysed. Although the lack of a large amount of information and its fragmentary nature did not allow for an accurate quantitative assessment of projects, impacts and their comparison, the results clearly show the potential of these crops not only for food production but also as a means of improving degraded contexts, triggering movements of innovation and social cohesion, and restoring identity and livelihood to people and territories. The comparison of experiences served to indicate a virtuous model for the design of these systems and the transfer of solutions developed for one context to another. It is based on a systemic approach, taking into account the context, involving and integrating local communities and working on sharing information and experiences. This new operational paradigm recognises the importance that multiple environmental, cultural and economic values have in guiding design activity, taking the identity characteristics of the context and its needs as raw material.



## REFERENCIAS / REFERENCES

- Balasubramanya, A. N., & Shaafiu, F. Z. (2022). *Empowering Smallholder Farmers to Achieve Food Sovereignty Through Soil-Less Agriculture*. [Master thesis, Uppsala University]. DiVA Portal. <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1694775/FULLTEXT01.pdf>
- Bason, C., Conway, R., Hill, D., & Mazzucato, M. (2020). *A new Bauhaus for a Green Deal*. UCL Institute for Innovation and Public Purpose. <https://www.ucl.ac.uk/bartlett/public-purpose/publications/2021/jan/new-bauhaus-green-deal>
- Becattini, G. (2004). *Industrial districts: A new approach to industrial change*. Edward Elgar Publishing.
- Boylan, C. (2020, November 9). *The future of farming: Hydroponics*. Princeton Student Climate Initiative. Retrieved June 24, 2023, from <https://psi.princeton.edu/tips/2020/11/9/the-future-of-farming-hydroponics>
- Browning, W. D., Kallianpurkar, N. K., Ryan, C. O., & Labruto, L. (2015). *The economics of Biophilia: why designing with nature in mind makes financial sense*. Terrapin Bright Green LLC. [https://www.terrapinbrightgreen.com/wp-content/uploads/2012/06/The-Economics-of-Biophilia\\_Terrapin-Bright-Green-2012e.pdf](https://www.terrapinbrightgreen.com/wp-content/uploads/2012/06/The-Economics-of-Biophilia_Terrapin-Bright-Green-2012e.pdf)
- Castelló Ferrer, E., Rye, J., Brander, G., Savas, T., Chambers, D., England, H., & Harper, C. (2019). Personal Food Computer: A New Device for Controlled-Environment Agriculture. In: K. Arai, R. Bhatia, S. Kapoor (Eds.) *Proceedings of the Future Technologies Conference (FTC) 2018*. Vol 881 (pp. 1077-1096). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-02683-7\\_79](https://doi.org/10.1007/978-3-030-02683-7_79)
- Cifuentes Torres, L., Mendoza Espinosa, L. G., Correa Reyes, G., & Daesslé, L. W. (2021). Hydroponics with wastewater: a review of trends and opportunities. *Water and Environment Journal*, 35(1), 166-180. <https://doi.org/10.1111/wej.12617>
- Dholwani, S. J., Marwadi, S. G., Patel, V. P., & Desai, V. P. (2018). Introduction of Hydroponic system and its Methods. *International Journal of Recent Technology Engineering*, 3(3), 69-73. <https://www.ijrti.org/papers/IJRTI1803011.pdf>
- European Institute of Innovation and Technology (EIT) Food (2022, November 14). *New European Bauhaus start-up Nabo Farm: "Waste is built into our current food system."* Retrieved June 24, 2023, from <https://www.eitfood.eu/blog/new-european-bauhaus-start-up-nabo-farm-waste-is-built-into-our-current-food-system>
- Emmanuel, K., Sackey, A. S., & Awere, E. (2013). Assessment of the nutritional status of junior high school students-evidence from Mfantseman municipality of Ghana. *Science Journal of Public Health*, 1(5), 222-226. <https://doi.org/10.11648/j.sjph.20130105.16>
- Fetting, C. (2020). The European Green Deal. *ESDN Report, December 2020*. ESDN Office. [https://www.esdn.eu/fileadmin/ESDN\\_Reports/ESDN\\_Report\\_2\\_2020.pdf](https://www.esdn.eu/fileadmin/ESDN_Reports/ESDN_Report_2_2020.pdf)
- Gallo, P. (2016). Tecnologia idroponica per l'Agricoltura Urbana. *Ingenio*, 40, 1-11. <https://www.ingenio-web.it/articoli/tecnologia-idroponica-per-l-agricoltura-urbana/>
- Garden to connect. (n.d.). <https://www.gardentocconnect.eu/>
- Gashgari, R., Alharbi, K., Mughrbil, K., Jan, A., & Glolam, A. (2018, August). Comparison between growing plants in hydroponic system and soil based system. In *Proceedings of the 4th World Congress on Mechanical, Chemical, and Material Engineering (Vol. 18, pp. 1-7)*. Madrid, Spain: ICMIE. <https://doi.org/10.11159/icmie18.131>
- Goldstein, H. (2022, August 18). MIT Media Lab Scientist Used Syrian Refugees to Tout Food Computers That Didn't Work. *IEEE Spectrum*. Retrieved May 27, 2022, from <https://spectrum.ieee.org/mit-media-lab-scientist-used-syrian-refugees-to-tout-food-computers>
- Inglese, G., Lucibello, S., & Rotondi, C. (2024). Resilience Envelopes: The "Fourth Environment" as a Source of Inspiration, a Place for Speculation and a Territory for Experimenting with New Models of Life. In *For Nature/With Nature: New Sustainable Design Scenarios* (pp. 1039-1060). Cham: Springer Nature Switzerland.
- Inglese, G., Mura, A. M., Bonaiuto, M., Alves, S., & Villani, T. (2023 April 12-15). Biophilic Design for remote studying environments: Analysis of case studies involving a collaboration between Ergonomics and Environmental Psychology. In L. Imbesi (Ed.). *Cumulus conference: Connectivity and Creativity in times of Conflict*, (pp. 98-102). Faculty of Design Sciences, University of Antwerp, Belgium. <https://library.open.org/bitstream/handle/20.500.12657/85813/020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Jagtap, S. (2019). Key guidelines for designing integrated solutions to support development of marginalised societies. *Journal of Cleaner Production*, 219, 148-165. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.340>
- Jensen, M. H. (1997). Hydroponics worldwide. In *International Symposium on Growing Media and Hydroponics 481* (pp. 719-730). <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1999.481.87>
- Khan, F. A. (2018). A review on hydroponic greenhouse cultivation for sustainable agriculture. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 2(2), 59-66. <https://doi.org/10.31015/jaefs.18010>
- Khan, S., Purohit, A., & Vadsaria, N. (2020). Hydroponics: Current and future state of the art in farming. *Journal of Plant Nutrition*, 44(10), 1515-1538. <https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1860217>
- Khokhar, T. (22 Mar. 2017) *Chart: Globally, 70% of Freshwater is Used for Agriculture*. <https://blogs.worldbank.org/opendata/chart-globally-70-freshwater-used-agriculture>
- Lund, H. H., Exner, M., Jensen, N. E., Leggieri, M., Outzen, M., Ravn-Haren, G., von Sehested, M., Væring, A., & Andersen, R. (2022). GrowBot: An Educational Robotic System for Growing Food. *Applied Sciences*, 12(11), 5539. <https://doi.org/10.3390/app12115539>
- Malorgio, F. (2004). Le colture fuori suolo per le produzioni floricole di serra. *Quaderno Arsia*, 5, 2004. [https://www.clamerinforma.it/ARSIA/Schede\\_acqua/Arsia\\_Capitolo\\_V.pdf](https://www.clamerinforma.it/ARSIA/Schede_acqua/Arsia_Capitolo_V.pdf)
- Manos, D. P., & Xydis, G. (2019). Hydroponics: are we moving towards that direction only because of the environment? A discussion on forecasting and a systems review. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(13), 12662-12672. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04933-5>
- McDonald, R. I., Mansur, A. V., Ascensão, F., Colbert, M. L., Crossman, K., Elmqvist, T., ... & Ziter, C. (2020). Research gaps in knowledge of the impact of urban growth on biodiversity. *Nature Sustainability*, 3(1), 16-24.
- Morelli, N. (2006, November 1-4) Industrialisation and Social Innovation: Design in a New Context. In K. Friedman, T. Love, E. Côte-Real, & C. Rust (Eds.) *Wonderground - DRS International Conference 2006, Lisbon, Portugal*. <https://dl.designresearchsociety.org/drs-conference-papers/drs2006/researchpapers/27>
- Mougeot, L. J. (2000). Urban agriculture: Definition, presence, potentials and risks, and policy challenges. *Cities feeding people series; rept. 31*. <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/server/api/core/bitstreams/a0cf4b0d-b96c-4124-alde-f006d4a97f00/content>
- Nagendra, H., Bai, X., Brondizio, E. S., & Lwasa, S. (2018). The urban south and the predicament of global

- sustainability. *Nature sustainability*, 1(7), 341-349. <https://doi.org/10.1038/s41893-018-0101-5>
- Paguaga, H. (2022, June 17). *Desertification and drought: In El Salvador 'green gold' takes on the Dry Corridor*. Innovation Accelerator - WFP. Retrieved June 24, 2023, from <https://www.wfp.org/stories/el-salvador-el-nino-crops-farming-central-america-dry-corridor-un-hydroponics>
- Richa, A., Touil, S., Fizir, M., & Martinez, V. (2020). Recent advances and perspectives in the treatment of hydroponic wastewater: a review. *Reviews in Environmental Science and Biotechnology*, 19(4), 945-966. <https://doi.org/10.1007/s11157-020-09555-9>
- Rigolon, A., Browning, M. H., Lee, K., & Shin, S. (2018). Access to urban green space in cities of the Global South: A systematic literature review. *Urban science*, 2(3), 67. <https://doi.org/10.3390/urbansci2030067>
- Ryan, C. O., Browning, W. D., Clancy, J. O., Andrews, S. L., & Kallianpurkar, N. B. (2014). Biophilic design patterns: emerging nature-based parameters for health and well-being in the built environment. *ArchNet-IJAR: International Journal of Architectural Research*, 8(2), 62. <https://earthwise.education/wp-content/uploads/2019/10/Biophilicdesign-patterns.pdf>
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333-339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- Somerville, C., Cohen, M., Pantanella, E., Stankus, A., & Lovatelli, A. (2014). Small-scale aquaponic food production: integrated fish and plant farming. *FAO Fisheries and aquaculture technical paper*, (589), 1. <https://www.fao.org/3/i4021e/i4021e.pdf>
- Suartana, I. W., & Suryanawa, I. K. (2020). Application of Green Economy in Malini Agro Park. *Journal of A Sustainable Global South*, 4(2), 23. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/JSGS/article/download/64712/36706>
- Torraco, R. J. (2005). Writing integrative literature reviews: Guidelines and examples. *Human Resource Development Review*, 4, 356-367. <https://doi.org/10.1177/1534484305278283>
- Tsekleves, E., Darby, A., Ahorlu, C., Pickup, R., de Souza, D., & Boakye, D. (2020, August 11-14) Challenges and Opportunities in Conducting and Applying Design Research beyond Global North to the Global South. In S. Boess, M. Cheung & R. Cain, (Eds), *Synergy - DRS International Conference 2020, 11-14 August, Held online*. <https://doi.org/10.21606/drs.2020.145>
- Turner, W. R., Nakamura, T., & Dinetti, M. (2004). Global urbanization and the separation of humans from nature. *Bioscience*, 54(6), 585-590. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2004\)054\[0585:GUATSO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2004)054[0585:GUATSO]2.0.CO;2)
- United Nations General Assembly, (2015) *Transforming our world : the 2030 Agenda for Sustainable Development*. Retrieved September 2, 2023 <https://www.refworld.org/docid/57b6e3e4.html>
- United Nations World Food Programme (2019, November 7). How to grow food in the desert slums of Lima. *Innovation Accelerator*. Retrieved June 24, 2023, from <https://innovation.wfp.org/project/h2grow-hydroponics/how-grow-food-desert-slums-lima>
- van Os, E., Stanghellini, C. (2001, November 15-16). Diffusion and environmental aspects of soilless growing systems. *Italus Hortus* 8 (6), 9-15. In E. van Os & C. Stanghellini, *National meeting on vegetable soilless cultivation, 15-16 November, Mola, Bari (Italy)*.
- Wilson, E. O. (1984). *Biophilia*. Harvard university press.
- Wolfs, E. L. (2015). Biophilic design and Bio-collaboration: Applications and implications in the field of Industrial Design. *Archives of design research*, 28(1), 71-89. <https://doi.org/10.15187/adr.2015.02.113.1.71>
- World Food Programme, (2023, August 23). *H2grow. Growing food in impossible places*. H2Grow | WFP Innovation. Retrieved September 1, 2023 <https://innovation.wfp.org/project/h2grow-hydroponics>
- World Food Programme Innovation Accelerator. (2021, December 23). *H2Grow Model Hydroponics School Garden | WFP Zambia* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=UYmBXUNG5eQ>

**GIOVANNI INGLESE**  
 giovanni.inglese@uniroma1.it  
 DEPARTMENT OF PLANNING, DESIGN, AND  
 TECHNOLOGY OF ARCHITECTURE, SAPIENZA  
 UNIVERSITY, ROME, ITALY

ORCID 0000-0002-7447-6015

DISEÑADOR DE PRODUCTO E INGENIERO DE SONIDO QUE INVESTIGA LAS PROPIEDADES SENSOESTÉTICAS DE BIOMATERIALES CON ESPECIAL ATENCIÓN AL SONIDO. ACTUALMENTE ES ESTUDIANTE DE DOCTORADO INDUSTRIAL EN EL DEPARTAMENTO DE PLANIFICACIÓN, DISEÑO Y TECNOLOGÍA DE LA ARQUITECTURA DE LA UNIVERSIDAD LA SAPIENZA DE ROMA. EL TEMA DE SU INVESTIGACIÓN EN DISEÑO INDUSTRIAL ES LA APLICACIÓN DEL DISEÑO BIO-INSPIRADO PARA LA EXPERIMENTACIÓN DE SISTEMAS DE ILUMINACIÓN LED INTEGRADOS PARA CULTIVOS HIDROPÓNICOS EN INTERIORES.

PRODUCT DESIGNER & SOUND ENGINEER WHO INVESTIGATES THE BIOMATERIAL'S SENSOAESTHETIC PROPERTIES WITH A PARTICULAR FOCUS ON SOUND. ACTUALLY, HE IS AN INDUSTRIAL PHD STUDENT AT THE DEPARTMENT OF PLANNING, DESIGN AND TECHNOLOGY OF ARCHITECTURE OF THE SAPIENZA UNIVERSITY OF ROME. THE TOPIC OF HIS RESEARCH IN INDUSTRIAL DESIGN IS THE APPLICATION OF BIO-INSPIRED DESIGN FOR THE EXPERIMENTATION OF INTEGRATED LED LIGHTING SYSTEMS FOR INDOOR HYDROPONIC CULTIVATION.