

ISSN: 2594-0937

REVISTA ELECTRÓNICA MENSUAL

Debates sobre Innovación

DICIEMBRE
2019

VOLUMEN 3
NÚMERO 1

XVIII Congreso Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica
ALTEC 2019 Medellín



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
METROPOLITANA
Unidad Xochimilco



MEGI
MAESTRÍA EN ECONOMÍA, GESTIÓN
Y POLÍTICAS DE INNOVACIÓN



LALICS

LATIN AMERICAN NETWORK FOR ECONOMICS OF LEARNING,
INNOVATION AND COMPETENCE BUILDING SYSTEMS

VRISSA – Vivienda Regional integral, Social, Sostenible y Amigable

Ana Carolina Cárdenas Sánchez

Servicio Nacional De Aprendizaje SENA, Centro de la Construcción Regional Valle, Colombia
ancardenas@sena.edu.co

Andrés Fernando Cuenca Bedoya

Servicio Nacional De Aprendizaje SENA, Centro de la Construcción Regional Valle, Colombia
acuencab@sena.edu.co

Luis Fernando Rodríguez Lozano

Servicio Nacional De Aprendizaje SENA, Centro de la Construcción Regional Valle, Colombia
lfrodriguezl@sena.edu.co

Resumen

El objetivo de la ponencia es mostrar los avances realizados en materia de vivienda sostenible en la ejecución del proyecto VRISSA (Vivienda Regional Integral, Social, Sostenible y Amigable), como desarrollo del SENA en el marco de la competencia internacional SOLAR DECATHLON en sus dos versiones para Latinoamérica y el Caribe, que han tenido sede en la ciudad de Cali, Colombia, en los años 2015 y 2019.

El SOLAR DECATHLON es la competencia académica más importante del mundo en el tema de vivienda sostenible alimentada con energía solar, este evento promovido desde el año 2002 por el departamento de energía de los estados unidos y el laboratorio de energías renovables en la ciudad de Washington, convoca a las mejores instituciones de formación superior a desarrollar prototipos que se construyen en un campus durante 10 días y se exhiben al público en una smartcity temporal. Este ha sido un proyecto de mucha relevancia dado que busca desarrollar viviendas sostenibles para las comunidades menos favorecidas, integrando aspectos técnicos, económicos, sociales, culturales y ambientales que hagan de la vivienda un lugar digno de ser habitado.

Desde el punto de vista de la generación y convergencia de conocimiento ha sido una experiencia muy importante, ya que en sus diversas fases de desarrollo ha articulado centros de formación del país en aspectos relacionados con las pruebas de la competencia, para lo cual se han involucrado aprendices, instructores, empresas y expertos asesores en las áreas del conocimiento asociado a la construcción, la energía, la automatización, la electrónica, lo ambiental y temas como la metrología, el marketing y las comunicaciones.

Cabe resaltar, que el equipo SENA ganó 2 de las 10 categorías del concurso en la versión 2015, asunto que ha permitido desarrollar nueva oferta de formación, emprendimientos de varios aprendices vinculados al proyecto y una nueva oferta de servicios tecnológicos asociados a la construcción sostenible.

Palabras clave

Sostenibilidad, agua potable, saneamiento, energía asequible, ciudades sostenibles.

Introducción / Problema

Desde que los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) fueron puestos en marcha en el año 2015 se han adoptado medidas que permitan implementar acciones para reducir la pobreza, proteger el planeta, mejorar la vida de manera sostenible y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad. El desarrollo del proyecto VRISSA se ha enmarcado dentro de los 17 ODS, basándose principalmente en los ODS 6, 7 y 11. (PNUD, 2019)

Dentro del Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos, el proyecto VRISSA ha establecido conceptos de aprovechamiento de aguas lluvias, aguas grises, tratamiento de aguas negras y reducción de consumo de agua potable, dentro de la casa SENA, que permitan el acceso al agua potable y al saneamiento básico de la población aportando al logro de dicho objetivo. (PNUD, 2019)

Al respecto de la Energía, uno de los objetivos de la competencia Solar Decathlon es promover la generación de propuestas que permitan diseñar y construir viviendas de bajo costo que combinan la arquitectura, la construcción, el uso de electrodomésticos eficientes y la producción de energía renovable in situ, que puedan ser replicadas y construidas en lugares donde existan necesidades de vivienda y electricidad. Estas propuestas buscan ayudar a alcanzar el Objetivo 7 de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas, el cual busca garantizar el acceso a una energía asequible, confiable, sostenible y moderna para todos para el año 2030.

A nivel de energía, proponemos el uso de:

- a) Domótica: automatiza elementos eléctricos en la vivienda.
- b) Eficiencia energética: Usos de elementos activos y pasivos que disminuyen el consumo eléctrico.
- c) Gestión de la energía: Sistema que monitorea los hábitos de consumo energético e interactúa con el usuario con el fin de crear una cultura de ahorro.

Para el desarrollo de la casa SENA se tienen en cuenta los siguientes aspectos; Arquitectura, Ingeniería y construcción, Eficiencia energética, Consumo energético, Confort, Sostenibilidad, Funcionamiento, Comunicaciones y marketing, Diseño urbano y factibilidad, Innovación, los cuales son evaluados por esta competencia en las propuestas de vivienda presentadas.

Aspectos que se enmarcan en el concepto de construcción sostenible: “Una construcción sostenible es aquella que está en sincronía con el sitio, hace uso de energía, agua y materiales de un modo eficiente y provee confort y salud a sus usuarios. Todo esto es alcanzado gracias a un proceso de diseño consciente del clima y la ecología del entorno donde se construye la edificación.” (MINVIVIENDA, 2015)

El problema abordado entonces por este equipo es el de; *“Desarrollar un prototipo de vivienda Social de densidad media, con parámetros de sostenibilidad y con el uso de Energías alternativas”*.

Metodología

Para el desarrollo del proyecto VRISSA, el equipo ha formulado una propuesta de diseño a partir de la identificación de 6 elementos conceptuales como plataforma de construcción de la propuesta a saber:

Principio Gestor

En este elemento se define el objetivo principal del proyecto, se establecen las ideas principales de cada uno de los principios gestores con los que se trabajaran en el proyecto, como lo es basura cero, balance cero, desperdicio cero, entre otros.

Estrategias

En este elemento se definen las estrategias tecnológicas, metodológicas, constructivas, ambientales, etc., que permitirán la ejecución del proyecto de una manera eficaz y eficiente.

Estado del Arte Local y Global

En este elemento se realiza la vigilancia tecnológica de cada uno de los conceptos introducidos por el equipo ejecutor en el desarrollo de la casa SENA, ya que es de vital importancia conocer el estado general de cada uno de dichos conceptos.

Propuesta Técnica

En este elemento se describe el proyecto a nivel de productos, se establecen los diseños tecnológicos a implementar en la casa SENA a nivel de descripción técnica de equipos y aparatos, procesos, métodos, descripción gráfica mediante planos, memorias de diseño, entre otros que son requeridos para el logro del proyecto.

Elementos de innovación

Dado que el concurso Solara Decathlon es un concurso de innovación, en este elemento se realiza la búsqueda de los tipos de innovación que permita identificar cuales de ellos están más acordes a lo planteado para la casa SENA.

Indicadores

Con la definición de los indicadores de sostenibilidad, tanto cualitativos como cuantitativos, de cada uno de los principios gestores establecidos para la casa SENA, se tendrá la validación de la propuesta y se podrá establecer en que aspectos es efectiva y en cuales es susceptible a mejoras.

Desarrollo

Componente Gestión del Agua:

Principio gestor manejo sostenible del agua

Colombia es un país altamente vulnerable, dado que gran parte de su población se encuentra asentada en las zonas altas de las cordilleras, donde según los escenarios se prevén escasez hídrica e inestabilidad de los suelos, esto puede generar sequías y deslizamientos. Por otra parte, en las zonas costeras las inundaciones o el ascenso del nivel del mar pueden afectar las actividades económicas y los asentamientos humanos. (UNGRD, 2010). En la última década se han venido presentando frecuentemente eventos de desastres asociados con el clima, los cuales causan pérdidas de vidas y daños a la infraestructura. Las propuestas planteadas en el proyecto VRISSA para la casa SENA en lo que respecta al manejo del agua, permiten la adaptación al cambio climático en nuestra región.

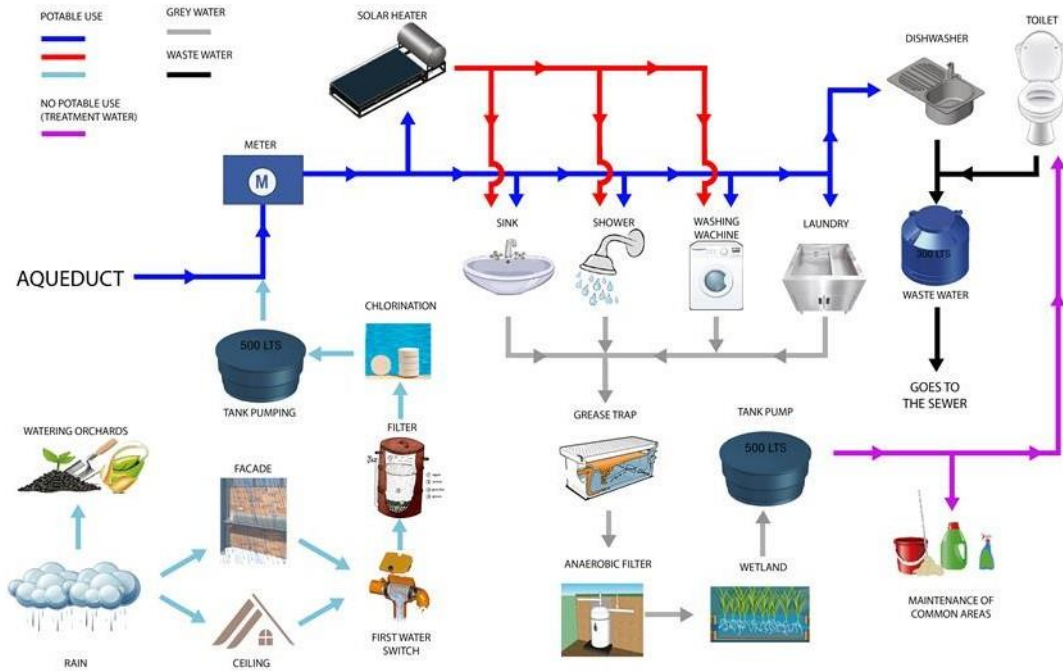
Con lo anterior desde el proyecto VRISSA se busca aportar al mejoramiento de las condiciones de vida, de salud y saneamiento básico para la población de bajos recursos, brindándoles no solo un hogar adecuado sino también aportarles en la generación de nuevas perspectivas sobre el cuidado y uso adecuado de los recursos naturales, a través de la educación y la materialización de las estrategias en materia de planificación y gestión del medio ambiente urbano.

Una de las líneas estratégicas de adaptación al cambio climático es la mejora en la utilización del territorio para reducir la vulnerabilidad, logrando mayor equilibrio en los procesos de desarrollo urbano y rural. La promoción y realización de proyectos de urbanización que incorporen criterios de manejo sostenible del agua tales como reciclaje de agua gris, sistemas urbanos de drenaje sostenibles SUDS, aprovechamiento de agua lluvia, optimización de consumos y cultura por el agua, entre otros, contribuyen a la disminución de los impactos al medio ambiente, optimización en el aprovechamiento de los recursos hídricos y desarrollo sostenible de nuestras comunidades, gestionando sus riesgos. (Magrin, 2015)

Es por lo anterior que, para el manejo sostenible del agua, en el marco de vivienda urbana, se proponen estrategias de adaptación al cambio climático, basadas en tecnologías e infraestructura, tendientes a garantizar las metas establecidas para el cumplimiento del objetivo 6 de los ODS, el cual pretende que todas las comunidades tengan un acceso equitativo al agua potable, a un precio asequible para todos, acceso a servicio de saneamiento e higiene adecuados para poner fin a la defecación al aire libre, mejorar la contaminación del agua reduciendo las aguas residuales sin tratar y promoviendo el reciclaje y reutilización de aguas residuales sin riesgos a nivel mundial, implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles protegiendo además los ecosistemas relacionados con el agua y fortaleciendo la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento.

A continuación, en la Figura 1, se muestra el esquema de la gestión del agua dentro de la casa SENA.

Figura 1. Manejo del agua – Casa SENA



Fuente: Elaboración equipo VRISSA

Componente Gestión de la Energía;

Desde el componente de gestión de la energía, el consumo de energía eléctrica en la vivienda depende principalmente de: La ubicación geográfica, las características constructivas, la dinámica de uso de la vivienda y la tecnología de climatización.

La ubicación geográfica está directamente relacionada con la temperatura ambiente y la radiación solar durante todo el año. Es importante porque permite dimensionar adecuadamente el sistema de generación fotovoltaico, su correcta colocación en la cubierta y el tamaño adecuado que sopesa las pérdidas por temperatura.

Las características constructivas incluyen las dimensiones, la orientación y los materiales constructivos, esenciales para calcular la carga térmica de climatización. La dinámica de uso determina el gasto energético, por tanto, el uso de electrodomésticos eficientes es una necesidad. La tecnología de climatización utilizada para cumplir con los requisitos de confort térmico define cuanta energía se convierte en energía útil.

Consideraciones de diseño del sistema fotovoltaico

Aunque la competencia se realizará en la ciudad de Santiago de Cali, en el diseño del sistema se tienen en cuenta otras variables importantes que pueden incidir en gran medida en su éxito en una futura implementación real de solución de vivienda en el municipio de Buenaventura. En una comunidad alejada y de difícil acceso, es indispensable minimizar el costo de mantenimiento, maximizar la producción de energía y disminuir puntos centrales de falla.

La temperatura máxima promedio de Buenaventura en el día es de 31°C y la humedad relativa es de 89%, estas condiciones climáticas son hostiles para inversores centrales que requieren enfriamiento por transferencia de calor forzada, a diferencia de los micro inversores que poseen protección a la intemperie y no requieren enfriamiento forzado. Adicionalmente, al no existir un punto central de falla en un sistema que los usa, cualquier desperfecto en su funcionamiento puede ser mitigado económicamente con tan sólo reemplazar el micro inversor afectado. Esta consideración sumada a la posibilidad de realizar un monitoreo a nivel individual de la generación de cada panel, hacen de esta opción una buena alternativa.

Sistema domótico

Hoy en día existen múltiples dispositivos, sistemas y tecnologías que se encargan de la automatización del hogar. Aunque estas tecnologías se encuentran en un estado bastante avanzado, existe un problema y una limitación a la hora de diseñar sistemas domóticos debido a la ausencia de interfaces enfocadas a usuarios con diferentes necesidades y a la baja interoperabilidad entre los fabricantes de los distintos sistemas de automatización de viviendas y edificios. Esta situación en la mayoría de los casos nos obliga a centrarnos en un único fabricante, en lugar de adaptar bajo una misma interfaz y sistema de control, diferentes soluciones domóticas según sean nuestras necesidades.

Debido a las anteriores limitaciones nace la plataforma openHAB, que es una tecnología cuyo software es de código abierto, diseñada para integrar diferentes sistemas de automatización de viviendas, dispositivos y tecnologías dentro de una misma solución. Proporciona interfaces de usuario uniformes, centralizadas y con un enfoque común para las reglas de automatización en todo el sistema. Apoyándonos en el gran auge de dispositivos creados para interactuar con el internet de las cosas, hemos diseñado una solución que integra la plataforma openHAB para comunicarse con dispositivos electrónicos de control y monitoreo presentes en la vivienda, además de servir de pasarela para que a través de la plataforma de Google Home el usuario pueda interactuar a través de la voz con el sistema, controlando un buen número de dispositivos que permiten regular el entorno haciéndolo más agradable para sus habitantes.

Criterios de diseño y selección del sistema domótico

OpenHAB es independiente del proveedor, del hardware y del protocolo de comunicación que integre. La interoperabilidad es uno de los puntos fuertes de esta plataforma, ya que permite combinar las diferentes soluciones domóticas existentes en el mercado. Otra de las ventajas de la plataforma openHAB es que permite su instalación en dispositivos pequeños y de bajo coste como

la Raspberry Pi, por lo que no es necesario realizar una gran inversión para implementar una solución real.

Funciones principales del sistema

Los servicios que ofrece el sistema que estamos proponiendo para la vivienda son:

- a) ***Gestión eficiente de la energía:*** Se logra monitoreando en tiempo real las variables eléctricas de los elementos conectados al sistema y controlando su uso de dos formas, de manera restrictiva si hay un consumo elevado o de manera informativa si el consumo en general es bajo, pero se quiere hacer un ahorro energético. (Boynuegri, Yagcitekin, Baysal, Karakas, y Uzunoglu, 2013).
- b) ***Control de la climatización:*** Monitoreando la temperatura en áreas predefinidas de la vivienda a través de sensores inalámbricos y configurando automáticamente la temperatura del aire acondicionado para alcanzar la temperatura de confort deseada.
- c) ***Planteamiento de hábitos de ahorro energético:*** A través del registro de los datos de consumo y configuraciones manuales el sistema puede encontrar patrones de comportamiento y sugerir a través de su pantalla de avisos acciones que permitan reducir el consumo energético.
- d) ***Optimización de la generación fotovoltaica:*** El uso de micro inversores permite conocer detalladamente la generación de cada uno de los paneles solares instalados, de tal forma que se puede saber si existe una disminución de la energía producida en alguno de ellos y sugerir al usuario su revisión.
- e) ***Control de acceso de iluminación y ventilación natural:*** A través de sensores de iluminación y de velocidad del viento, el sistema puede abrir y cerrar las persianas para aprovechar ese recurso y disminuir el consumo de electricidad en la iluminación artificial y el aire acondicionado.
- f) ***Control de la iluminación:*** El sistema puede servir de pasarela para que a través de comandos de voz dados al dispositivo Google home pueda encender, apagar, cambiar la temperatura del color o el nivel de iluminación a ciertas zonas de la vivienda. Además, tiene integrado sistemas de control de presencia que le permiten apagar las luces cuando no detecta a una persona en su rango de alcance.
- g) ***Gestión multimedia:*** El sistema puede encender el sistema de entretenimiento y a través de comandos de voz buscar contenido en internet y reproducirlo.
- h) ***Acceso a cámaras IP:*** Gracias a la conexión a internet el usuario puede desde su dispositivo móvil monitorear lo que sucede en la vivienda.

Resultados

El principal resultado que se espera con el diseño de la casa SENA para el concurso Solar Decathlon mediante la implementación de estrategias de construcción sostenible, es poder generar opciones de vivienda que puedan ser aplicadas en los municipios de todo el país, promoviendo siempre la eficiencia energética y la conservación del agua durante el uso de las edificaciones. Estos resultados se vieron reflejados durante la competencia del año 2015 como se explica a continuación:

- a) Resultado 2015: se consumió 1175 L en 10 días de competencia, razón por la cual el prototipo del SENA obtuvo el primer lugar en la prueba de FUNCIONAMIENTO DE LA VIVIENDA.
- b) Resultado 2015: La casa del SENA consumió 42,5 kWh en 10 días de pruebas, asunto que junto la óptima gestión energética le permitió ganar el primer puesto en la prueba de BALANCE ENERGETICO.

Para el año 2019 se mantienen las estrategias de construcción sostenible en el diseño de la casa SENA, razón por la cual se vienen desarrollando pruebas de funcionamiento para validar los resultados simulados de las diversas estrategias planteadas para esta competencia. A través de estas pruebas se ha podido evidenciar la sinergia que conlleva el uso de electrodomésticos energéticamente eficientes y un sistema automático de gestión de la energía para disminuir el consumo de energía eléctrica.

La integración del internet de las cosas (IoT) en el funcionamiento de la vivienda ha permitido conocer una mayor cantidad de variables físicas del entorno permitiendo ajustar de manera más precisa el algoritmo de gestión de la energía.

Dentro de los aspectos relacionados con la conservación del agua, se espera obtener como mínimo los mismos resultados de la competición anterior ya que con las estrategias planteadas; de reducción de consumos mediante el uso de aparatos eficientes de agua, tratamiento y reutilización de aguas residuales, captación y uso de las aguas lluvias, diseños hidráulicos y sanitarios eficientes para para reducir el costo de plomería, según registros bibliográficos, se puede reducir el consumo de agua entre un 10% y un 42% dependiendo del tipo de edificación, lo que ayudaría a mitigar el impacto que se genera actualmente sobre las fuentes de agua y permitiría generar una cultura del cuidado del agua en la población.

Discusión y análisis

En el componente de Gestión del Agua, de acuerdo con las reglas de evaluación se mantuvo el sistema establecido en la competencia del año 2015 y como nueva estrategia se adoptó la captación por fachada, dado que recientes investigaciones demuestran que se puede tener un aprovechamiento del 100% del agua que cae en la superficie de la fachada y se desliza hacia la parte inferior de la misma, lo que permitirá aprovechar más eficientemente el agua lluvia y tener más agua disponible para las diferentes actividades que la requieran.

Desde la perspectiva de la gestión de la Energía, el uso de estos sistemas activos permite optimizar y gestionar el consumo de energía, logrando establecer dinámicas y metodologías para una efectiva disminución del consumo energético de la vivienda. La incorporación de un sistema inteligente de control domótico permite una mayor inclusión e independencia para usuarios con movilidad reducida.

La climatización representa el mayor reto en la estrategia de eficiencia energética frente al confort que se pretende mantener en la vivienda, por tanto, la adecuada selección de los materiales de aislación térmica, el diseño y ubicación de la vivienda privilegiando el aprovechamiento del entorno y la adecuada selección de los equipos de climatización es clave para un máximo desempeño del sistema.

Conclusiones

Desde la perspectiva del impacto en el objetivo No. 6 de los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible), La propuesta de Gestión del Agua del proyecto VRISSA 2015-2019, cumple con los parámetros de sostenibilidad en el manejo del recurso hídrico de acuerdo con las metas propuestas por el objetivo; AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO y es una alternativa viable y asequible de sistema hidrosanitario para una vivienda social en el trópico.

En el ámbito de la energía, la implementación de sistemas solares Fotovoltaicos y térmicos solares son una alternativa viable y asequible para las soluciones de vivienda social, haciéndolas sostenibles en el marco de la construcción de un HABITAT URBANO SOSTENIBLE.

En el mundo entero la construcción de edificaciones usa una gran cantidad de recursos y emiten diferentes tipos de material contaminante y más de la mitad de los recursos consumidos mundialmente son usados en construcción, por ello el proyecto VRISSA con la construcción de la casa SENA, busca fomentar la Construcción Sostenible para Colombia, que permita establecer estrategias que aporten en la mitigación del impacto ambiental del sector de la construcción, manteniendo el concepto de que una construcción sostenible es aquella que “está en sincronía con el sitio, hace uso de energía, agua y materiales de un modo eficiente y provee confort y salud a sus usuarios”.

Referencias

- Boynuegri, R., Yagcitekkin, B., Baysal, M., Karakas, A., Uzunoglu, M. (2013). Energy management algorithm for smart home with renewable energy sources. 4th International Conference on Power Engineering, Energy and Electrical Drives. Recuperado en:
https://www.researchgate.net/publication/261432921_Energy_management_algorithm_for_smart_home_with_renewable_energy_sources
- Magrin, G. (2015). Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe. Recuperado de:
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39842/S1501318_es.pdf

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, MINVIVIENDA, (2015). Guía de construcción sostenible para el Ahorro de Agua y Energía en edificaciones nuevas, Resolución No. 549 de 2015. Recuperado de: <http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioVivienda/ANEXO%201%200549%20-%202015.pdf>

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo – PNUD. (2019). Objetivo 6: Agua limpia y saneamiento. Recuperado de: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-6-clean-water-and-sanitation.html>

Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres – UNGRD. (2010). El cambio climático en Colombia y en el sistema de Naciones Unidas. Recuperado de: <https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co/handle/20.500.11762/19082>