

Arredo & Città 1 | 2023

ENLIGHTENme: the influence of lighting on health and wellbeing

ENLIGHTENme: l'influenza dell'illuminazione su salute e benessere

AC

FONDAZIONE NERI



ENLIGHTENME: THE INFLUENCE OF LIGHTING ON HEALTH AND WELL-BEING

ENLIGHTENME: L'INFLUENZA DELL'ILLUMINAZIONE SU SALUTE E BENESSERE

Arredo & Città is the twice-yearly magazine of Fondazione Neri dedicated to the schemes, debates and research on the design and style developments of urban lighting and street furniture. Since 1988, through in-depth single-theme articles and rich photo reports the periodical concentrates on recovering and showcasing the urban heritage, a true cultural resource and of fundamental interest both for a historical survey and a new design.

www.arredoecitta.it/en

Arredo & Città è la rivista semestrale della Fondazione Neri dedicata alle iniziative, i dibattiti, le ricerche sulle evoluzioni progettuali e stilistiche degli elementi di arredo e illuminazione studiati per le città. Dal 1988, attraverso approfondite monografie e ricchi repertori fotografici, la rivista si concentra sul recupero e la valorizzazione del patrimonio urbano, autentica risorsa culturale, di fondamentale interesse sia per l'indagine storica che per la nuova progettazione.

www.arredoecitta.it

INDEX INDICE

Acknowledgment

The research has been conducted in the framework of ENLIGHTENme project, funded by European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement no. 945238.

The authors are the solely responsible for its content, it does not represent the opinion of the European Commission and the Commission is not responsible for any use that might be made of data appearing therein.

The authors thank the ENLIGHTENme consortium for their contribution to this work.

Riconoscimento

La ricerca è stata condotta nell'ambito del progetto ENLIGHTENme, finanziato dal programma di ricerca e innovazione Horizon 2020 dell'Unione Europea nell'ambito della convenzione di sovvenzione n. 945238.

Gli autori sono gli unici responsabili del suo contenuto, esso non rappresenta l'opinione della Commissione Europea e la Commissione non è responsabile dell'uso che potrebbe essere fatto dei dati che compaiono qui.

Gli autori ringraziano il consorzio ENLIGHTENme per il suo contributo a questo lavoro.



Arredo&Città – Anno 34 – N. 1, 2023

Aut. del Tribunale di Bologna n. 5552 del 3 febbraio 1988

Proprietà: Fondazione Neri – Museo Italiano della Ghisa

S.S. Emilia 1671 – 47020 Longiano (FC)

Redazione: S.S. Emilia 1671 – 47020 Longiano (FC)

Direttore responsabile: Pier Luigi Bazzocchi

(iscrizione Ordine dei giornalisti - elenco pubblicisti - n°161850 del 4 luglio 1990)

Coordinamento redazionale: Raffaella Bassi

Coordinamento grafico: Pazzini

Traduzioni: ART4, Bologna

Redazione: Raffaella Bassi, Lorenzo Bazzocchi, Pier Luigi Bazzocchi, Antonio Neri

Numero concluso il 30 giugno 2023

È vietata la riproduzione anche parziale dei testi e delle immagini senza specifica autorizzazione scritta dell'editore.

The stars look down, but we don't see them. 16
Philosophical and ethical aspects of urban lighting
E le stelle stanno a guardare ma noi non le vediamo.
Aspetti filosofici ed etici dell'illuminazione urbana
MIRKO ANCILLOTTI, DEBORAH MASCALZONI

Towards innovative urban lighting policies. 30
The ENLIGHTENme project
Verso politiche innovative di illuminazione urbana.
Il progetto ENLIGHTENme
ELISA CONTICELLI, GIULIA MARZANI, SIMONA TONDELLI

The impact of lighting on people's health and wellbeing. 42
A multidisciplinary approach
L'impatto dell'illuminazione sulla salute e il benessere delle persone.
Un approccio multidisciplinare
GIULIA MARZANI, ELISA CONTICELLI, PETER LILJENBERG, SIF ENEVOLD, JASMINE VAN DER POL

Lighting for better ageing 56
ELETTRA BORDONARO, JOANNE ENTWISTLE, DON SLATER

Building knowledge about lighting for health and wellbeing 82
Per una maggiore consapevolezza del legame tra illuminazione salute e benessere
AITZIBER EGUSQUISA ORTEGA, DON SLATER, GIULIA MARZANI

ENLIGHTENme: how light affects our health and wellbeing 92
ENLIGHTENme: come la luce influisce su salute e benessere del cittadino
FRANCESCO NARDI, MARTINA ROMAGNOLI, CHIARA LA MORGIA, LAURA MARIA BEATRICE BELOTTI, ELISA BALDIN, FLAVIA BACCARI, LEONARDO CAPORALI, GIULIA AMORE, CORRADO ZENESINI, LUCA VIGNATELLI, ELEONORA PIZZI, ALBERTO PASTI, VALERIO CARELLI, FRANCESCO NONINO

Visual and non-visual effects of lighting 104
Effetti visive e non visivi dell'illuminazione
LAURA BELLIA

TOWARDS INNOVATIVE URBAN LIGHTING POLICIES

The ENLIGHTENme project

VERSO POLITICHE INNOVATIVE DI ILLUMINAZIONE URBANA

Il progetto ENLIGHTENme

**Elisa Conticelli
Giulia Marzani
Simona Tondelli**



Cities have a crucial role in determining and underpinning health and wellbeing of the majority of people worldwide. Indeed, more than half of the global population is living in urban areas (more than 70% in Europe) and this rate is increasing over time. It is widely recognized that the urban environment influences health and wellbeing of people through a series of urban determinants such as pollutions, urban form, presence of natural spaces, urban uses and activities, social patterns. Consequently several frameworks have been developed (Badland et al., 2014; Barton and Grant, 2013; Barton and Tsourou, 2013; Crawley, 2017; Pineo et al., 2018; Takano and Nakamura, 2001; Webster and Sanderson, 2013) in order to identify urban domains and key indicators to analyze the interrelations between urban environment and health and wellbeing in order to orient more targeted policies and designs. While some topics recur very frequently among the considered urban determinants, artificial lighting is almost absent, especially when it comes to outdoor lighting. Despite European and local policies on lighting have been mostly focused on improving the efficiency of lighting services, reducing costs and emissions, more recently new concerns on the effects of outdoor artificial lighting and artificial sky glow on human beings and the environment have been increasing, as well as those

In tutto il mondo il ruolo delle città nel determinare e sostenere la salute e il benessere delle persone è decisivo; in effetti, più della metà della popolazione mondiale vive in aree urbane (oltre il 70% in Europa) e questo tasso è in continuo aumento. È ormai ampiamente dimostrato che l'ambiente urbano influisce sulla salute e il benessere delle persone attraverso una serie di fattori, come l'inquinamento, la configurazione della città, la presenza o meno di aree naturali, le abitudini e le attività, i modelli sociali. Di conseguenza, molti studi sono stati effettuati allo scopo di identificare domini urbani ed indicatori chiave per analizzare le interrelazioni tra ambiente urbano, salute e benessere, e andare nella direzione di politiche e progetti più mirati (Badland et al., 2014; Barton e Grant, 2013; Barton e Tsourou, 2013; Crawley, 2017; Pineo et al., 2018; Takano e Nakamura, 2001; Webster e Sanderson, 2013). Tuttavia, mentre alcuni temi ricorrono molto frequentemente tra i determinanti urbani considerati, l'illuminazione artificiale è quasi assente, soprattutto quando si tratta di illuminazione esterna. Sebbene le politiche europee e locali in materia di illuminazione si siano concentrate principalmente sul miglioramento dell'efficienza dei servizi di illuminazione, riducendo i costi e le emissioni, più di recente le preoccupazioni sugli effetti dell'illuminazione artificiale esterna – e della luminescenza del cielo notturno, nonché quelle relative

related to indoor lighting and to devices that emit light, since they profoundly affect people's circadian rhythm.

Indeed, there is a lack of scientific research on the effects of artificial lighting on health, and especially on human behaviors, including social interaction, which may be more widespread compared to what is recognized so far (Wang et al., 2023).

This is also the case of urban policies. Although European and local lighting policies have focused mainly on improving the efficiency of lighting services reducing costs and emissions, more recently concerns about the effects of artificial outdoor lighting and artificial sky glow, as well as those related to indoor lighting and light-emitting devices, are increasing as they profoundly influence the circadian rhythm of people.

Notably, the normal night and day cycle of light is responsible for entraining humans' internal circadian clock, which is indeed based on the 24 hours light/dark cycle, and this is a fundamental mechanism selected for survival by any organism. This cycle has been broken in the last century by the introduction of artificial lighting emitted by multiple sources, especially LEDs that are more and more installed in street, residential, commercial and aesthetic lighting, as well as laptops, televisions, e-readers,

all'illuminazione interna e ai dispositivi che emettono luce – stanno aumentando poiché tutti questi elementi influiscono profondamente sul ritmo circadiano delle persone.

Mancano peraltro ricerche scientifiche che studino gli effetti dell'illuminazione artificiale sulla salute, e soprattutto sui comportamenti umani, compresa l'interazione sociale, che potrebbero essere più diffusi rispetto a quelli rilevati sinora (Wang et al., 2023).

Ciò si riscontra anche a livello di politiche urbane. Sebbene le politiche europee e locali in materia di illuminazione si siano concentrate soprattutto sul miglioramento dell'efficienza dei servizi di illuminazione, riducendo i costi e le emissioni, più recentemente le preoccupazioni sugli effetti dell'illuminazione artificiale esterna e del bagliore artificiale del cielo, nonché quelle relative all'illuminazione interna e ai dispositivi che emettono luce stanno aumentando poiché influenzano profondamente il ritmo circadiano delle persone.

È noto infatti come il normale ciclo diurno e notturno della luce sia responsabile della sincronizzazione dell'orologio circadiano interno degli esseri umani, basato sul ciclo luce/buio di 24 ore – un meccanismo fondamentale per la sopravvivenza di qualsiasi organismo. Questo ciclo è stato infranto nell'ultimo secolo dall'introduzione dell'illuminazione artificiale emessa da molteplici

smart phones and tablets (Davies and Smyth, 2018), resulting in circadian disruption. Evidence is now available for the pathogenic role of circadian rhythm disruption in predisposing to many non-communicable diseases, affecting sleep, metabolism, immune function (Stevens and Zhu, 2015), and many aspects of behavior and mood (Calvillo Cortés and Falcón Morales, 2016).

Besides affecting human health and wellbeing, artificial outdoor lighting is able to make urban spaces more vibrant, safe and secure, thus increasing the livability of places. Lighting design influences the amount and quality of light that people experience, the kinds of atmospheres and social settings they inhabit, and play a crucial role in emotional and social effects. In fact, lighting can increase citizens' sense of trust towards the city and towards the people who inhabit it and can strengthen the image's quality at night, that encouraging people to interact with each other, promoting socialization within the urban community.

Moreover, the physiological effects of light at night are mediated and influenced by the characteristics of lighting that people are actually exposed to. This is a consequence of the implementation of urban and lighting policies, as well as of social practices that are not homogeneous in the urban environment

fonti, in particolare i LED, installati sempre più frequentemente per l'illuminazione stradale, residenziale, commerciale ed estetica, ma anche dagli schermi dei personal computer, dei televisori, di smartphone e tablet (Davies e Smyth, 2018). È ormai evidente il ruolo patogeno dell'alterazione del ritmo circadiano nel predisporre a molte malattie non trasmissibili, che influenzano il sonno, il metabolismo, la funzione immunitaria (Stevens e Zhu, 2015) e molti aspetti del comportamento e dell'umore (Calvillo Cortés e Falcón Morales, 2016). Tuttavia, oltre a incidere sulla salute e sul benessere dell'uomo, l'illuminazione artificiale esterna è in grado di rendere gli spazi urbani più vivaci, sicuri e protetti, aumentando così la vivibilità dei luoghi. Il design dell'illuminazione influenza la quantità e la qualità dell'illuminazione che le persone sperimentano, i tipi di atmosfere e impostazioni sociali che abitano, e svolgono un ruolo cruciale negli effetti emotivi e sociali. L'illuminazione, infatti, può aumentare il senso di fiducia dei cittadini nei confronti della città e delle persone che la abitano e può rafforzare la qualità dell'immagine nelle ore notturne, incoraggiando così le persone a interagire tra loro, favorendo la socializzazione all'interno della comunità urbana. Inoltre, gli effetti fisiologici della luce notturna sono mediati e influenzati dalle caratteristiche dell'illuminazione a cui le persone sono effettivamente esposte, esito di scelte di pianificazione urbana e di illuminazione e

top
Paris – FR,
Panorama at night
©Andrea Procopio, 2021

in alto
Parigi – FR,
Panorama notturno
©Andrea Procopio, 2021

bottom
Modern city buildings in
Aachen at night – DE
©Andrea Procopio, 2021

in basso
Visione notturna di edifici
moderni ad Aachen – DE
©Andrea Procopio, 2021



and depend on urban and social inequalities and diversity.

Therefore it is important for urban planners and designers to be able to obtain evidence about these effects in order to plan and implement the optimal usage of lighting (Wang et al., 2023).

Cities are now more aware and sensible about the negative effects of artificial light at night over humans and the environment. The lighting objectives set within the urban lighting masterplans (Zielinska-Dabkowska, 2022) have varied during time, from an initial focus on supporting urban traffic and functionality, through the use of lighting for valorizing heritage and architecture in cities, to the more recent attention to energy saving. Nowadays, there is a new interest to bringing back darkness to the city especially in natural areas. However, cities still prioritize improved services' efficiency – mostly in relation with energy consumption – and reduced costs, while the attention on the possible impact of lighting on people's health is still low.

Starting from these premises¹, the ENLIGHTENme project has the ambition to improve the health and well-being of people in European cities, by providing evidence on the effects of artificial lighting on health and wellbeing and therefore by influencing the way artificial lighting is planned and designed in our cities.

di pratiche sociali che non risultano omogenee nell'ambiente urbano, e che quindi dipendono da disuguaglianze urbane e sociali. Perciò è importante che gli urbanisti e i progettisti siano in grado di ottenere riscontri chiari su tutti questi effetti, al fine di pianificare e implementare un impiego ottimale dell'illuminazione (Wang et al., 2023).

Le città sono ora più consapevoli e sensibili agli effetti negativi della luce artificiale notturna sugli esseri umani e sull'ambiente. Se si osservano gli obiettivi di illuminazione fissati all'interno dei masterplan di illuminazione urbana (Zielinska-Dabkowska, 2022) si nota che sono cambiati nel tempo, da una iniziale attenzione a fornire supporto al traffico urbano e funzionalità, all'uso dell'illuminazione per la valorizzazione del patrimonio e dell'architettura, alla più recente attenzione nei confronti del risparmio energetico. Attualmente si riscontra un interesse nuovo, volto a riportare il buio in città, specialmente nelle aree naturali, sebbene, le città continuano a privilegiare il miglioramento dell'efficienza dei servizi di illuminazione – soprattutto in relazione ai consumi energetici – e la riduzione dei costi, mentre l'attenzione sul possibile impatto dell'illuminazione sulla salute delle persone è ancora bassa. Partendo da queste premesse, il progetto ENLIGHTENme¹ ha l'ambizione di migliorare la salute e il benessere delle persone nelle città europee, fornendo le prove degli effetti dell'illuminazione artificiale sulla salute e sul benessere

The project has a specific focus on population over 65 years old, which is one of the most fragile subgroups of the urban population towards artificial lighting effects. Older adults are particularly prone to suffering from circadian misalignment and sleep problems, especially those affected by depression and other mental health problems, as well as by major neurodegenerative disorders, i.e. Parkinson and Alzheimer's diseases, for which ageing is the most relevant risk factor (Leng et al., 2020). Moreover, people over 65 years old cover around a fifth of the total European population, therefore it is more and more interesting having particular attention in planning and design urban environments that are more inclusive and suitable for ageing population.

These are the reasons why ENLIGHTENme focuses on key health issues that impact urban populations in general but have particularly major consequences on over 65 years old persons.

The project started in March 2021 and will end in February 2025. During the first phase of the project, ENLIGHTENme has collected and exchanged existing knowledge on indoor and outdoor lighting impact on health and wellbeing (with a specific focus on ageing population) to build new knowledge useful to

e quindi influenzando il modo in cui l'illuminazione artificiale viene pianificata e progettata nelle nostre città.

Focus privilegiato del progetto sono le persone di età superiore ai 65 anni, che rappresentano uno dei sottogruppi più fragili della popolazione urbana in merito agli effetti da luce artificiale. Gli anziani sono particolarmente inclini a soffrire di disallineamento circadiano e problemi di sonno, in particolare quelli affetti da depressione e altri problemi di salute mentale, nonché dai principali disturbi neurodegenerativi, come il morbo di Parkinson e il morbo di Alzheimer, per i quali l'invecchiamento è il fattore di rischio più rilevante (Leng et al., 2020). Inoltre, le persone di età superiore ai 65 anni coprono circa un quinto del totale della popolazione europea, quindi è fondamentale pianificare e progettare ambienti urbani più inclusivi e adatti alle persone in età avanzata.

Sono questi i motivi per cui ENLIGHTENme si concentra su questioni sanitarie fondamentali, che hanno un impatto sulla popolazione urbana in generale, ma hanno conseguenze particolarmente importanti sulle persone di età superiore ai 65 anni.

Il progetto è iniziato a marzo 2021 e terminerà a febbraio 2025. Durante la prima fase del progetto, ENLIGHTENme ha raccolto e scambiato le conoscenze esistenti sull'impatto dell'illuminazione interna ed esterna sulla salute e sul benessere (con un focus

implement innovative lighting policies that cities will adopt in their lighting masterplans. This knowledge is made available through a WebGIS-based platform, the Urban Lighting and Health multiscale Platform, which is composed by three different sections, depending on the specific information provided. The first section is the ENLIGHTENme Atlas, that aims to become the most relevant repository of existing knowledge about reference papers, documents and good practices on urban lighting for health and wellbeing. The Atlas is populated through a scoping review of literature, policies and practices on the topic of light, health and wellbeing. The second section is represented by the City level Urban Lighting and Health Maps that have been developed for the three ENLIGHTENme cities: Bologna (IT), Amsterdam (NL) and Tartu (EE). Those maps represent indicators that have been selected for understanding socio-economic status, urban and lighting patterns, population health status and mental wellbeing within the cities and that are used for calculating a composite index which supports the identification of those districts that suffer for the worst conditions especially in terms of health inequalities and light exposure. Finally, the third section of the Platform is represented by the District-level multiscale 3D

specifico sulla popolazione anziana) per costruire nuove conoscenze utili a implementare politiche di illuminazione innovative, che le città europee potranno adottare nei loro masterplan di illuminazione. Questa conoscenza è messa a disposizione tramite una piattaforma basata su WebGIS, denominata *Urban Lighting and Health multiscale Platform*, che si compone di tre diverse sezioni, a seconda delle specifiche informazioni che vengono fornite. La prima sezione è l'Atlante ENLIGHTENme, che mira a diventare il più importante contenitore delle conoscenze esistenti sull'illuminazione urbana per la salute e il benessere, sotto forma di documenti di riferimento, articoli scientifici e buone pratiche. L'Atlante si riempie con i dati ricavati da una revisione della letteratura, delle politiche e delle pratiche sui temi della luce, della salute e del benessere. La seconda sezione è rappresentata dalle mappe urbane e di salute su scala cittadina, sviluppate per le tre città ENLIGHTENme: Bologna in Italia, Amsterdam in Olanda e Tartu in Estonia. Tali mappe sono degli indicatori accuratamente selezionati per comprendere lo stato socio-economico, i modelli urbani e di illuminazione, lo stato di salute e il benessere mentale della popolazione nelle diverse aree urbane delle tre città. Sono stati poi utilizzati per ricavare un indice composito che supporta l'identificazione di quei distretti che soffrono le peggiori condizioni soprattutto in termini di disuguaglianze nelle

urban model, which is a detailed representation of the selected district in the three cities where to simulate different lighting solutions and support the decision makers by providing them with information about costs, environmental impact and effects on health and wellbeing of alternative solutions.




During the second phase, the project will test innovative and integrated policies and interventions in outdoor and indoor lighting within the three ENLIGHTENme pilot cities. Bologna, Amsterdam and Tartu are emblematic because they present different latitudes, climate, day/night periods, lifestyles and behaviors. In particular, a target district with critical socio-economic characteristics, living conditions and health-related issues has been identified in each city in order to address those places that represent the most adverse urban socio-economic and lighting situations and where people suffer the most for these conditions.




This will allow to assess impacts on health and wellbeing of pilot outdoor and indoor lighting interventions according to two different but complementary aspects: on one side the social dimension of light and urban environment effects on quality of life and social practices and, on the other side, the physiological effects of the exposition to artificial light and its cost effectiveness

condizioni sanitarie e di nell'esposizione alla luce. Infine, la terza sezione della Piattaforma è rappresentata dal modello urbano 3D multiscale, realizzato a livello di distretto: rappresentazione dettagliata e tridimensionale del distretto selezionato in ciascuna città come contesto pilota in cui simulare diverse soluzioni di illuminazione e supportare i decisori fornendo loro informazioni su costi, impatto ambientale ed effetti sulla salute e sul benessere delle diverse soluzioni possibili.

Durante la seconda fase del progetto, verranno testate interventi innovativi e integrati di illuminazione esterna e interna nell'ambito delle tre città pilota, che risultano emblematiche perché presentano latitudini, clima, alternanza giorno/notte, stili di vita e comportamenti diversi. In particolare, in ogni città è già stato individuato un distretto pilota con caratteristiche socio-economiche, condizioni di vita e di salute critiche, al fine di lavorare nei luoghi in cui si concentrano le situazioni socio-economiche e di illuminazione urbana più avverse e dove, quindi, le persone soffrono maggiormente per queste condizioni.

Ciò consentirà di valutare gli impatti sulla salute e sul benessere degli interventi pilota di illuminazione esterna e interna da due punti di vista diversi ma complementari: da un lato la dimensione sociale della luce e gli effetti dell'ambiente urbano sulla qualità della vita e

Pilot city:	 City of BOLOGNA <small>44°29'37" N 11°20'19" E</small>	 City of AMSTERDAM <small>52°22'26" N 4°53'22" E</small>	 City of TARTU <small>58°22'50" N 26°43'30" E</small>
GEOGRAPHIC & CLIMATIC CONTEXT:	<p>The city of Bologna lies within the Po Valley, in the pre-appennine zone, with an area of around 141 km² and about 400.000 inhabitants. It has a subcontinental temperate climate.</p>	<p>Amsterdam is the capital of Netherlands, with an area of 219,3 km² and around 840.000 inhabitants. The city lies on a fluvial plain: it has a temperate oceanic climate.</p>	<p>Tartu is the second largest city of Estonia with an area of 154 km² and around 95.000 inhabitants. It is situated along the banks of the River Emajõgi and has a temperate humid continental climate.</p>
CURRENT LIGHTING CONDITIONS:	<p>The lighting system of the city is made up of: 36.000 light sources with LED technology with point/point adjustment system and power line communication (or PLC); 14.000 light sources with high-pressure sodium lamps (HPS lights) with luminous flux regulators. After the revamping to LED, the Municipality will develop the Light Control Plan (PRIC).</p>	<p>The area of public lighting comprises more than 150.000 luminaires. The Municipality is going to replace all light sources by Smart Ready LED luminaires, applying lighting European guidelines and paying a particular attention in circularity in the use of materials, lighting and the prevention of light pollution.</p>	<p>Tartu's street lighting network has around 15.000 street luminaires, most of them with high-pressure sodium lamps (HPS lights). As of today 4.500 luminaires are updated to energy-efficient LED lights (30% of all streetlights). Recently, an extensive street lighting renovation program was started in Tartu, as a result of which Tartu's street lighting has been 100% switched to LED lights by the end of 2023. Currently, a Public Lighting Master Plan for the city is under development (expected to be completed in the 2024).</p>

Pilot city:	 City of BOLOGNA <small>44°29'37" N 11°20'19" E</small>	 City of AMSTERDAM <small>52°22'26" N 4°53'22" E</small>	 City of TARTU <small>58°22'50" N 26°43'30" E</small>
CONTESTO GEOGRAFICO E CLIMATICO:	<p>La città di Bologna si trova all'interno della Pianura Padana, nella zona preappenninica. Presenta una superficie di circa 141 km² e conta circa 400.000 abitanti. Ha un clima temperato subcontinentale.</p>	<p>Amsterdam è la capitale dei Paesi Bassi, con una superficie di 219,3 km² e circa 840.000 abitanti. La città si trova su una pianura fluviale ed ha un clima oceanico temperato.</p>	<p>Tartu è la seconda città dell'Estonia, con una superficie di 154 km² e circa 95.000 abitanti. Si trova lungo le rive del fiume Emajõgi e ha un clima continentale temperato-umido</p>
CONDIZIONI DI ILLUMINAZIONE ATTUALI:	<p>Il sistema di illuminazione della città è composto da: 36.000 sorgenti luminose a tecnologia LED con sistema di regolazione punto/punto e comunicazione linea elettrica (o PLC); 14.000 sorgenti luminose con lampade al sodio ad alta pressione (luci HPS) con regolatori di flusso luminoso. Dopo il revamping a LED, il Comune svilupperà il Piano di Controllo della Luce (PCL).</p>	<p>L'illuminazione pubblica comprende oltre 150.000 apparecchi di illuminazione. Il Comune sostituirà tutte le sorgenti luminose con apparecchi LED Smart Ready, applicando le linee guida europee sull'illuminazione e prestando particolare attenzione alla circolarità nell'uso dei materiali, nell'illuminazione e nella prevenzione dell'inquinamento luminoso.</p>	<p>La rete di illuminazione stradale di Tartu conta circa 15.000 apparecchi stradali, la maggior parte dei quali con lampade al sodio ad alta pressione (luci HPS). Ad oggi 4.500 apparecchi sono stati aggiornati a LED ad alta efficienza energetica (30% del totale). Recentemente, a Tartu è stato avviato un ampio programma di rinnovamento dell'illuminazione stradale, a seguito del quale l'illuminazione stradale sarà commutata al 100% in luci a LED entro la fine del 2023. Attualmente è in fase di sviluppo un Master Plan di Illuminazione Pubblica per la città (che dovrebbe essere completato nel 2024).</p>

under a socio-economic perspective.

The former consists of a qualitative socio spatial fieldwork based on analysis and design activities undertaken through urban laboratories. To this aim, in each ENLIGHTENme city, an Urban Lighting Lab (ULL) has been established in the selected target district. The urban labs are to be considered as living laboratories for implementing research and co-design of solution through public engagement that aims to involving local stakeholders and citizens for tailoring site-specific solutions. The establishment of the ULL has been based on stakeholder mapping and citizens involvement with a special focus on engaging older adults living in the selected district. This activity has been accompanied by a technical lighting analysis within the selected district that document the outdoor lighting parameters and infrastructures, paving the way for discussions with citizens and stakeholders to identify a specific place in which to implement an innovative urban lighting intervention that is co-designed together with participants to the ULL.

The latter is based on a population-based study in the same district where the ULL has been established, where a cohort of 500 participants over 65 years old is being recruited applying a

biomedical trial design that foreseen to expose half of them to a new and benefic indoor lighting; at the same time, all of them will be invited to attend events organized in the pilot area where the outdoor lighting has been changed thus identifying four different subgroups of older adults (exposed to the indoor experimental lighting only, exposed to the new outdoor lighting system only, exposed to both or none of them). A baseline and follow-up study will be carried out on all the participants, according to an innovative clinical protocol, to test the effects of experimental change of indoor and outdoor lighting and comparing the results among the different subgroups. The outcomes of this study will allow to identify a set of rating categories for profiling different subgroups of population sensitive to electric light exposure to which to propose tailored recommendations on light hygiene and to support the adoption of specific technological solutions for indoor and outdoor lighting. A cost-effectiveness analysis of the economic effects of lighting in target districts and of the proposed interventions is also conducted, accounting for the economic effects of changes to both indoor and outdoor lighting.

Finally, the knowledge gathered, and evidence collected throughout the project implementation will make it possible

sulle pratiche sociali e, dall'altro, gli effetti fisiologici dell'esposizione alla luce artificiale e la sua efficacia in termini di costi in una prospettiva socio-economica.

Il primo approccio consiste in un lavoro qualitativo socio-spaziale sul campo, basato su attività di analisi e progettazione intraprese nell'ambito di laboratori urbani. A tal fine, in ogni città ENLIGHTENme e più precisamente nel distretto selezionato, è stato istituito un Laboratorio di Illuminazione Urbana. I laboratori sono da considerarsi come *living-labs finalizzati all'implementazione della ricerca e della co-progettazione di soluzioni, attraverso l'impegno pubblico che mira a coinvolgere gli stakeholder locali e i cittadini per personalizzare soluzioni site-specific. L'istituzione dei Laboratori di Illuminazione Urbana si è basata sulla mappatura degli stakeholder locali e sul coinvolgimento dei cittadini, con particolare attenzione al coinvolgimento degli anziani che vivono nel distretto selezionato. Questa attività è stata accompagnata da un'analisi illuminotecnica all'interno del distretto selezionato che documenta i parametri e le infrastrutture di illuminazione esterna, aprendo la strada al confronto con i cittadini e con gli stakeholder per individuare un luogo specifico in cui realizzare un intervento di illuminazione urbana innovativo e co-progettato insieme ai partecipanti all'ULL.*

Il secondo approccio si basa su uno studio della popolazione, attivato nello stesso distretto in cui è stato istituito l'ULL, che

prevede di reclutare una coorte di 500 partecipanti di età pari o superiore ai 65 anni cui applicare un disegno di sperimentazione biomedica che prevede di esporre metà di loro a una nuova e benefica illuminazione interna. Allo stesso tempo, tutti loro saranno invitati a partecipare ad eventi organizzati nell'area pilota, in cui l'illuminazione esterna è stata modificata, e individuando così quattro diversi sottogruppi di anziani (esposti solo all'illuminazione sperimentale interna, esposti solo al nuovo sistema di illuminazione esterna, esposti a entrambi o a nessuno di essi). Una valutazione delle condizioni di salute prima e dopo il periodo di esposizione (o non esposizione) sarà condotta su tutti i partecipanti, secondo un protocollo clinico innovativo, per testare gli effetti dei cambiamenti sperimentali dell'illuminazione interna ed esterna e confrontare i risultati tra i diversi sottogruppi. I risultati di questo studio consentiranno di identificare un insieme di categorie di rating per la profilazione di diversi sottogruppi di popolazione sensibili all'esposizione alla luce elettrica e a cui proporre raccomandazioni personalizzate sull'igiene della luce e l'adozione di soluzioni tecnologiche specifiche per l'illuminazione interna ed esterna. A ciò si aggiunge un'analisi costi-benefici sugli effetti economici dell'illuminazione nei quartieri target e degli interventi proposti, tenendo conto delle modifiche apportate all'illuminazione sia interna che esterna.

top
Tallinn – EE, Famous landmark Viru Gate In Street Lighting
©Andrea Procopio, 2021

in alto
Tallinn – EE Viru Gate famoso punto di riferimento per l'illuminazione
©Andrea Procopio, 2021

bottom
Siviglia – ES, Triana Bridge at sunset
©Andrea Procopio

in basso
Siviglia – Ponte di Triana al tramonto
©Andrea Procopio



to consider public health impacts and considerations in the decision-making process thanks to a multi-stakeholder involvement and transdisciplinary approach, addressing challenges and policy needs in the urban lighting sector. Indeed, ENLIGHTENme aims to transfer the outcomes obtained into Healthy Urban Lighting Good Practice Guidelines, which are conceived for translating research findings into current practice concerning urban lighting, which is mainly represented by Lighting Masterplans and smart city programmes. The Guidelines will include evidence-based guidance on good lighting practice in relation to citizens' quality of life, with a specific interest in older populations. The guidelines building process will strongly rely on the active involvement and engagement of key stakeholders, citizens and city officials working in different municipal departments in the decision-making process, easing the introduction of principles and objectives for healthier cities and citizens into urban planning stages. Indeed, ENLIGHTENme can count on two relevant bodies established within the project to support the translation of the project results into current practice: the Board of Lighting Companies and the Healthy Urban Lighting Advisory Board. The former involves 10 members comprising

Infine, le conoscenze e le prove raccolte durante la realizzazione del progetto daranno la possibilità di prendere in maggior considerazione nel processo decisionale gli effetti sulla salute pubblica, grazie al coinvolgimento degli stakeholder e a un approccio transdisciplinare, che affronterà in maniera più efficace le sfide e le esigenze politiche nel settore dell'illuminazione urbana. ENLIGHTENme mira infatti a trasferire i risultati ottenuti all'interno delle Healthy Urban Lighting Good Practice Guidelines (Linee guida alle buone pratiche per una illuminazione urbana sana), concepite allo scopo di tradurre i risultati della ricerca nella pratica corrente in materia di illuminazione urbana, rappresentata principalmente dai Masterplan di illuminazione e dai programmi per le smart city. Le linee guida includeranno degli orientamenti convalidati da prove, in merito alle buone pratiche di illuminazione in relazione alla qualità della vita dei cittadini, con particolare attenzione per le popolazioni anziane. Il processo di costruzione delle linee guida si fonderà saldamente sul coinvolgimento attivo e sull'impegno dei principali attori del processo decisionale, dei cittadini e dei funzionari che lavorano nei diversi dipartimenti cittadini, allo scopo di facilitare, nelle fasi della pianificazione urbana. l'introduzione di principi e obiettivi in vista di città e cittadini più sani. ENLIGHTENme può infatti contare su due organismi rilevanti, istituiti nell'ambito del progetto

important lighting producers, designers and managers, representing the lighting market. Their role is to assess and disseminate ENLIGHTENme results among the lighting sector, in order to raise awareness on the need to take into account health and wellbeing evidence in the marketing of new products. The latter involves 15 cities worldwide which consider healthy urban lighting as one of the most relevant urban priorities. The ambition is to make these cities as Healthy Urban Lighting Ambassadors, which are willing to disseminate the newest research to other cities in the larger networks and at targeted conferences and gatherings.

The Guidelines will be operationalized and scaled up into the ENLIGHTENme Decision Support System, conceived as a tool supporting the municipalities in taking decisions in lighting interventions. Finally, Policy briefs series on Healthy Urban Lighting will bring recommendations to policymakers, Lighting Standards Bodies and lighting industry at EU and global level.

The set of exploitation activities comprises also a training programme for City Health Managers, that has the aim to introduce an innovative transdisciplinary role within public administrations to place health high on the agenda of decision

per supportare la traduzione dei risultati ottenuti nella pratica corrente: il *Board of Lighting Companies (Consiglio delle società di illuminazione)* e *Healthy Urban Lighting Advisory Board (Comitato consultivo per l'illuminazione urbana sana)*. Il primo coinvolge 10 membri tra importanti produttori di illuminazione, progettisti e manager, in rappresentanza del mercato dell'illuminazione. Il loro ruolo è quello di valutare e diffondere i risultati di ENLIGHTENme nel settore dell'illuminazione, al fine di aumentare la consapevolezza sulla necessità di tenere conto della salute e del benessere nella commercializzazione di nuovi prodotti. Il secondo coinvolge 15 città in tutto il mondo che considerano l'illuminazione urbana sana come una delle principali priorità. L'ambizione è quella di rendere queste città ambasciatrici di una sana illuminazione, disposte quindi a diffondere le ricerche più recenti ad altre città e in occasione di conferenze e incontri mirati.

Le linee guida saranno rese operative e ampliate all'interno dell'ENLIGHTENme Decision Support System (Sistema di Supporto alle Decisioni ENLIGHTENme), concepito come uno strumento a sostegno dei comuni nel prendere decisioni sugli interventi di illuminazione. Infine, una serie di documenti programmatici sull'illuminazione urbana sana porterà raccomandazioni ai responsabili politici, agli organismi di normazione dell'illuminazione e

makers and key stakeholders, as well as the “Lighting up city life” campaign creating awareness on urban health among the broader population.

all'industria dell'illuminazione a livello europeo e mondiale.

L'insieme delle attività di valorizzazione comprende anche un programma di formazione per i responsabili sanitari delle città, volto a istituire una figura transdisciplinare innovativa all'interno delle pubbliche amministrazioni per porre la salute in cima all'agenda dei decisori e dei principali stakeholder. Infine verrà promossa una campagna informativa Lighting up city life (Illuminare la vita cittadina) per creare consapevolezza sulla salute urbana tra la popolazione.

REFERENCES RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Badland, H., Whitzman, C., Lowe, M., Davern, M., Aye, L., Butterworth, I., Hes, D., Giles-Corti, B., 2014. Urban liveability: Emerging lessons from Australia for exploring the potential for indicators to measure the social determinants of health. *Soc. Sci. Med.* 111, 64–73. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2014.04.003>
- Barton, H., Grant, M., 2013. Urban planning for healthy cities a review of the progress of the european healthy cities programme. *J. Urban Heal.* 90, 129–141. <https://doi.org/10.1007/s11524-011-9649-3>
- Barton, H., Tsourou, C., 2013. Healthy Urban Planning. *Heal. Urban Plan.* <https://doi.org/10.4324/9780203857755>
- Calvillo Cortés, A.B., Falcón Morales, L.E., 2016. Emotions and the Urban Lighting Environment: A Cross-Cultural Comparison. *SAGE Open* 6. <https://doi.org/10.1177/2158244016629708>
- Crawley, C., 2017. BRE healthy cities index 14.
- Davies, T.W., Smyth, T., 2018. Why artificial light at night should be a focus for global change research in the 21st century. *Glob. Chang. Biol.* 24, 872–882. <https://doi.org/10.1111/gcb.13927>
- Leng, Y., Musiek, E.S., Hu, K., Cappuccio, F.P., Yaffe, K., Francisco, S., Alzheimer, K., Program, B., Disorders, C., Francisco, S., 2020. HHS Public Access 18, 307–318. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(18\)30461-7](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(18)30461-7). Association
- Pineo, H., Zimmermann, N., Cosgrave, E., Aldridge, R.W., Acuto, M., Rutter, H., 2018. Promoting a healthy cities agenda through indicators: development of a global urban environment and health index. *Cities Heal.* 2, 27–45. <https://doi.org/10.1080/23748834.2018.1429180>
- Stevens, R.G., Zhu, Y., 2015. Electric light, particularly at night, disrupts human circadian rhythmicity: Is that a problem? *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* 370. <https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0120>
- Takano, T., Nakamura, K., 2001. An analysis of health levels and various indicators of urban environments for healthy cities projects. *J. Epidemiol. Community Health* 55, 263–270. <https://doi.org/10.1136/jech.55.4.263>
- Wang, T., Kaida, N., Kaida, K., 2023. Effects of outdoor artificial light at night on human health and behavior: A literature review. *Environ. Pollut.* 323, 121321. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.121321>
- Webster, P., Sanderson, D., 2013. Healthy cities indicators-a suitable instrument to measure health? *J. Urban Heal.* 90, 52–61. <https://doi.org/10.1007/s11524-011-9643-9>
- Zielinska-Dabkowska, K.M., 2022. Urban Lighting Masterplan – Origins, Definitions, Methodologies and Collaborations, Urban Lighting for People. <https://doi.org/10.4324/9780367814588-2>