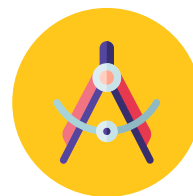


Un prodotto di design attraverso le lenti dell'ergonomia sostenibile



ANGELA CICALA

Dipartimento di Architettura, Università degli Studi di Napoli Federico II

Abstract

La seguente ricerca intende mostrare la sinergia tra le discipline dell'ergonomia sostenibile e della progettazione parametrica, per rispondere alle esigenze di un mondo indirizzato verso la transizione sostenibile e digitale. L'obiettivo della ricerca è creare un prodotto di design, in particolare, un sistema di panchine ergonomiche, realizzato attraverso la definizione di un algoritmo generativo. Esso, è basato su un certo numero di dati ergonomici, completamente controllabile, modificabile ed implementabile in base alle esigenze dell'utente di riferimento e del contesto in cui viene inserito. Il principale focus è studiare in che modo la connessione con altre discipline e temi di grande rilevanza può ottimizzare il processo parametrico alla base della costruzione del sistema di panchine, ma soprattutto in che modo quest'ultimo può garantire, flessibilità, comfort e usabilità all'utente di riferimento.

Introduzione

Come ormai è noto, i tempi odierni sono caratterizzati da una crescita esponenziale della realtà digitale in molteplici ambiti, nonostante essa nel corso degli anni abbia avuto una rilevanza sempre più notevole, at-

traversando diverse fasi storiche. Allo stato, quello attuale, può essere considerato il periodo più intenso e significativo.

Non a caso, il programma Next Generation EU si è posto come obiettivo fondamentale, quello di realizzare e sviluppare una robusta ripresa dell'economia europea all'insegna della transizione ecologica, della digitalizzazione, della competitività, della formazione e dell'inclusione sociale, territoriale e di genere (PNRR, 2021). Se si volesse contestualizzare la trasformazione digitale, a primo impulso è possibile asserire che ciò non è fattibile, in quanto essa, definibile come strumento in grado di rappresentare sempre più la parte fisicamente misurabile della realtà in un linguaggio leggibile dalla macchina, al fine di utilizzare questi dati come input per algoritmi che a seconda del compito da svolgere arrivano a un certo output (Göcke, 2021), sta coinvolgendo non solo l'ambito tecnologico, scientifico, ma l'intera vita quotidiana, più semplicemente gli stessi rapporti interpersonali.

Parallelamente alla transizione digitale, un'altra importante esigenza a cui cercar di dar riscontro al giorno d'oggi, ancor più di prima, è la sostenibilità.

In tempi antecedenti, lo sviluppo sostenibile è stato definito come lo sviluppo che consente alla generazione presente di soddisfare i propri bisogni senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri (Perrini, 2018); tale definizione si unisce all'intento di evidenziare in che modo lo sviluppo, non sia soltanto fine a sé stesso, ma diversamente sia fondamentale al fine di concretizzare sistemi che possano rilevarsi duraturi ed al contempo, in grado di salvaguardare la natura che ci circonda e le sue risorse.

All'interno di questo panorama è quindi imprescindibile fare cenno all'interoperabilità sempre più densa che si crea, in maniera naturale ovvero come diretta conseguenza, tra le discipline ed i temi attuali, che non solo consente un'ampia fruibilità dei sistemi, ma consente altresì di accedere a dei processi di ottimizzazione e semplificazione. A tal proposito, si innesta l'Ergonomia, definibile come la scienza che studia l'uomo nella sua esperienza con l'oggetto e l'ambiente, caratterizzata, già dai tempi più antichi, da un'ampia versatilità nei confronti di diverse discipline. Seppur Wojciech Bogumił Jastrzębowski, in alcuni dei suoi articoli, la utilizzava con accezione limitata, intendendola come termine con cui "si designa la Scienza del Lavoro", ben presto il campo d'indagine si è evoluto, lasciando spazio all'idea ed alla convinzione, sempre più radicata, che l'Ergonomia afferisca all'uomo in qualità di fattore umano con tutte le proprie caratteristiche, i rapporti

che lo stesso è in grado di instaurare con il contesto fisico-sociale, con il mondo digitale, la natura e così via, tenendo in considerazione il benessere, l'efficienza e l'usabilità.

Obiettivo

In base al quadro di riferimento esposto, questo paper volge l'attenzione alla realizzazione di un prodotto di design, specificamente un sistema di panchine ergonomiche, che vuole inserirsi all'interno del suddetto contesto minimizzando la complessità alla base dell'interazione tra diversi temi, ma anzi sfruttandone i vantaggi.

L'obiettivo è quello di interpretare i dati riguardanti le necessità dell'essere umano, rilevare i dati antropometrici e utilizzarli come dati di input all'interno di un processo, uno specifico algoritmo, che li traduca in un output, attraverso il quale viene realizzata una panchina ergonomica a misura d'uomo, che non interferisca con il suo benessere, ma anzi risponda alle sue esigenze e a quelle della società in cui ci troviamo, ai requisiti di sostenibilità di cui il nostro mondo necessita. Un'innovazione di sistema è incentrata nell'erogare una funzione, o meglio ancora, una particolare soddisfazione, all'utente (Vezzoli, Ceschin, 2009).

Pertanto, il prodotto risultante dall'intero processo, ha come primo intento la responsabilità di soddisfare l'utente, ma soprattutto, sfruttando la progettazione parametrica, vuole essere un prodotto ergonomico per la sostenibilità, mediante la durabilità, la connessione ai vincoli ambientali, all'ottimizzazione del processo e dell'uso dei materiali.

Ricerca

La ricerca parte dalla volontà di customizzare un sistema parametrico di panchine, partendo dall'antropometria e ponendo l'accento su particolari esigenze dell'utente di riferimento. Le ricerche succedutesi nel tempo, hanno permesso di constatare che, il corpo umano, ha attraversato innumerevoli fasi di sviluppo; quest'ultime hanno contribuito ad apportare delle modifiche, ma non afferenti le singole parti, rimaste invariate, quanto le singole posizioni, facendo in modo che il corpo si adegua in maniera funzionale all'ambiente ed ai sistemi circostanti.

Ad oggi si parla di una vera e propria retrocessione della posizione del corpo umano, in quanto, la durevole e continua presenza delle tecnologie porta ad assumere posizioni e di conseguenza particolari postu-

re legate all'utilizzo a lungo termine dei sistemi tecnologici.

A sostegno di quanto affermato, sono state individuate numerose ricerche effettuate da Università ed enti di ricerca, che hanno realizzato test coinvolgendo soggetti appartenenti a differenti fasce d'età; essi sono stati suddivisi in classi in base al grado di utilizzo di strumenti tecnologici, tale da poter evidenziare l'effettiva connessione tra l'utilizzo di questi ultimi, le posizioni assunte e le relative conseguenze. I risultati ottenuti, hanno chiaramente posto in evidenza una crescita dei fattori di rischio causati dalla cosiddetta sindrome "Text Neck", per quanto concerne i disturbi muscoloscheletrici del collo e degli arti superiori, ma soprattutto un rilevante passaggio di questi disturbi dagli adulti ai giovani.

Childhood and adolescence are characterized by periods of rapid growth and many physical problems can occur due to prolonged and excessive use of smartphones or computers, although it is often thought that this type of problem is more common in adults. Recently, the literature has focused attention on issues that can become a serious health problem, such as the increase in sedentary living and the excessive use of electronic devices among young people. (David, Giannini, Chiarelli & Mohn, 2021).

In relazione alle suddette problematiche, uno studio a livello globale, effettuato dalla compagnia Steelcase Workspace Futures e dallo Steelcase Design Studio, riguardante la postura adottata da circa 2000 persone, ha portato alla scoperta di nove nuove posture, rappresentative del comportamento del corpo umano nei confronti dell'utilizzo dei dispositivi tecnologici e nel passaggio tra questi ultimi, rivelando implicazioni ergonomiche importanti.

With today's multiple devices, our body is forced to respond to these small technologies, leaving much of the body unsupported. (Steelcase company, 2013)

Nell'ambito del primo step, in cui si è posta l'attenzione sulle posture tradizionali, sono state analizzate le nove nuove posture, di cui sono state studiate tre interfacce chiave, quella del nucleo, degli arti e del sedile, approfondendo tre così definite: The Draw - The Multi Device - The Text, assimilabili alle posizioni assisa - semi-assisa - distesa.

Per ciascuna tipologia di posizione sono stati individuati i valori antropometrici (compresi tra il 5° e il 95° percentile, quindi circa il 90% dei soggetti in esame) relativi allo schienale, alla seduta ed al poggiagambe di tre classi di utenti differenti: bambini, adulti e anziani;

inoltre, per definire gli adeguati angoli di inclinazione, sono state considerate le misure antropometriche per posture di rilassamento, di allerta e di lavoro. La raccolta di questi dati, non solo corrisponde alla raccolta dei dati di input dell'algoritmo generativo, suscettibili di modifica in base alle esigenze dell'utente e dell'ambiente in cui il sistema verrà realizzato, ma soprattutto ha consentito il disegno delle sezioni delle differenti tipologie di sedute per ciascuna classe di utenti da cui derivano sei moduli base che comporranno il sistema di panchine.

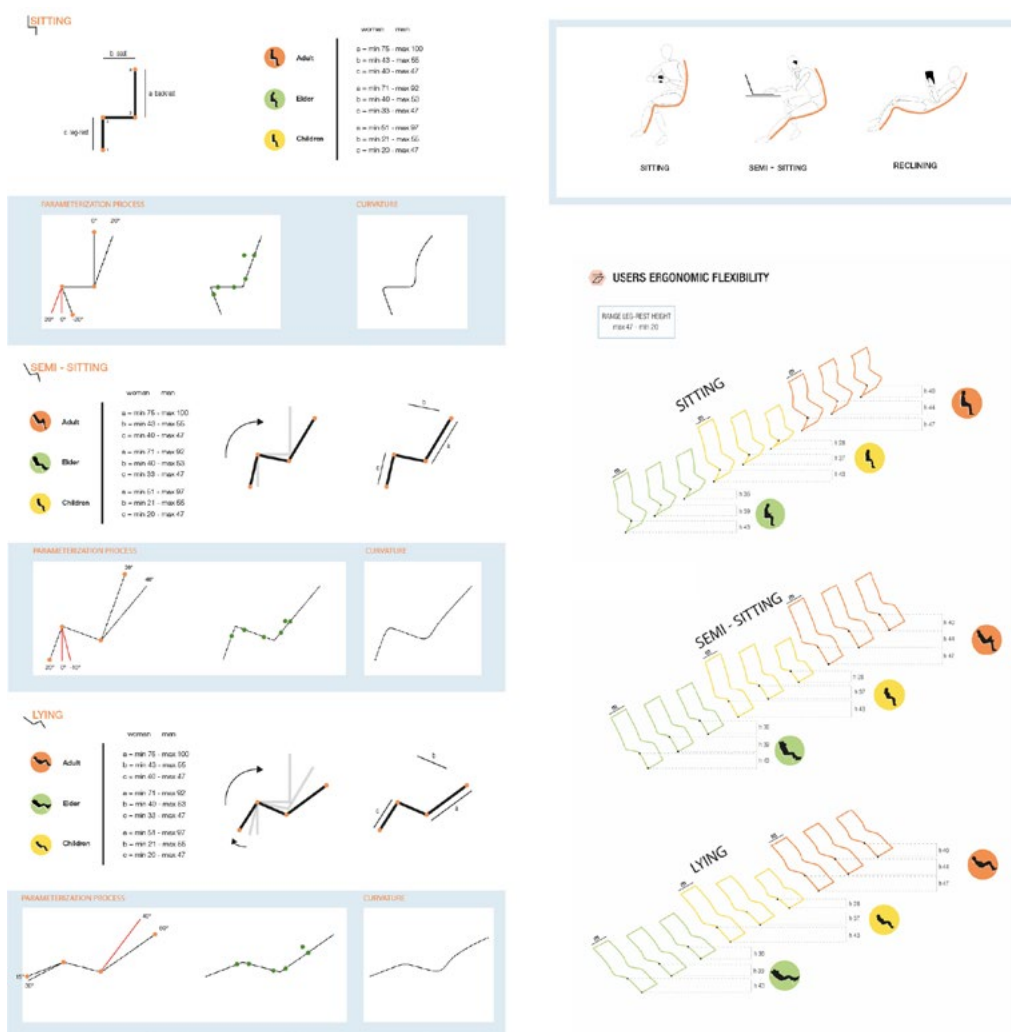


Figura 1. Studio del modulo base: posizione assisa, semi-assisa, distesa.
Figure 1. Study of the basic module: sitting, semi-sitting, lying position.

Il secondo step ha previsto la realizzazione di un generative design process, cioè un processo che si basa su un'idea (dati di input), formalizzata in base ad una specifica regola algoritmica, poi interpretata dal programma che genererà una quantità di output. Nel caso specifico, è stato creato un algoritmo attraverso l'utilizzo di un programma parametrico, i cui dati di input sono i suddetti, mentre gli output sono la risultante delle diverse combinazioni dei sei moduli base su un binario lineare.

L'algoritmo, inoltre, consente di avere un'altra variante del sistema di panchine: un sistema su binario curvo. Questa variante è costituita da una serie di curvature controllabili, date dal movimento dei moduli base, che consente di creare una panchina che può essere adattata alla conformazione dell'ambiente in cui verrà posizionata; ad esempio le curvature potrebbero trovarsi in corrispondenza di specifici vincoli già esistenti quali segnali, tronchi degli alberi, fontane ecc.

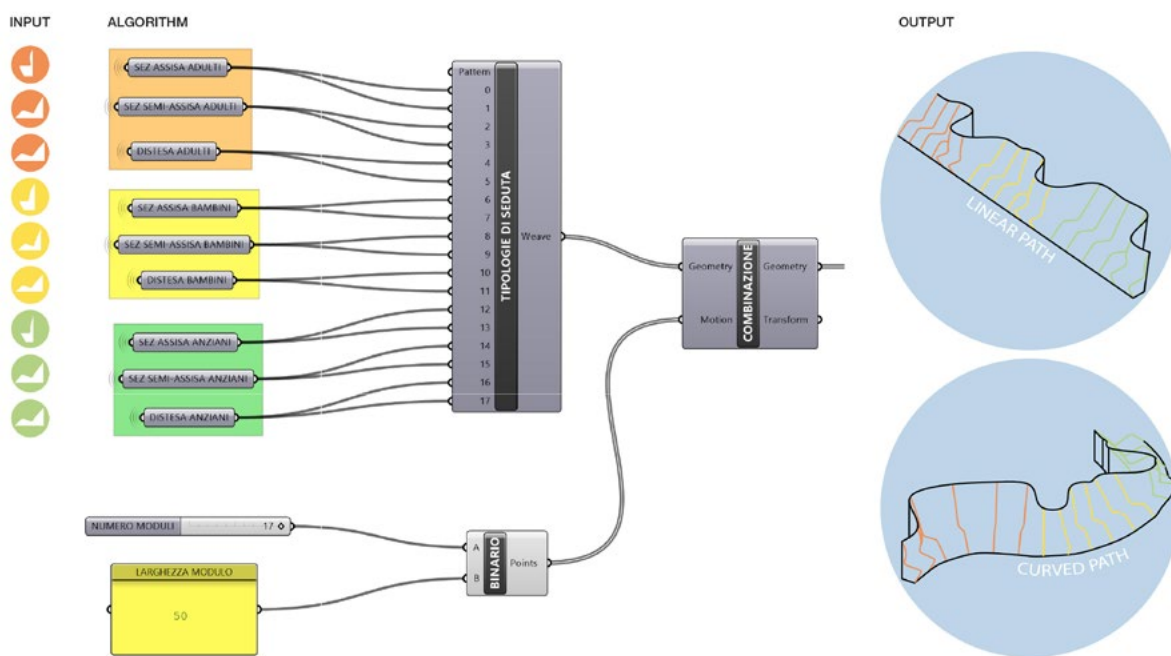


Figura 2. Definizione dell'algoritmo generativo del sistema di panchine ergonomiche.
Figure 2. Definition of the generative algorithm of the ergonomic bench system.

A questo punto, è fondamentale definire la modalità di corrispondenza dei moduli che compongono un'ipotesi di sistema di panchine; le combinazioni tra diversi moduli avvengono attraverso la formazione di una zona di transizione tra un modulo e il modulo successivo, di conseguenza il sistema sarà composto da un numero di moduli base più il modulo di transizione. Quest'ultimo, sul piano geometrico e di forma, dipende in modo assoluto dalla sezione del modulo che lo precede e, se è presente, dalla sezione del modulo che lo segue; esso sarà nullo se associati due moduli base uguali, ad esempio due moduli posizione semi-assisa adulto, sarà maggiore/uguale a zero se associati due moduli base della stessa tipologia ma per diverse classi di utenti, ad esempio un modulo posizione assisa adulto con modulo posizione assisa anziano, ed infine sarà maggiore di zero se associati due moduli completamente diversi, quali modulo posizione assisa bambino con modulo posizione distesa adulto.

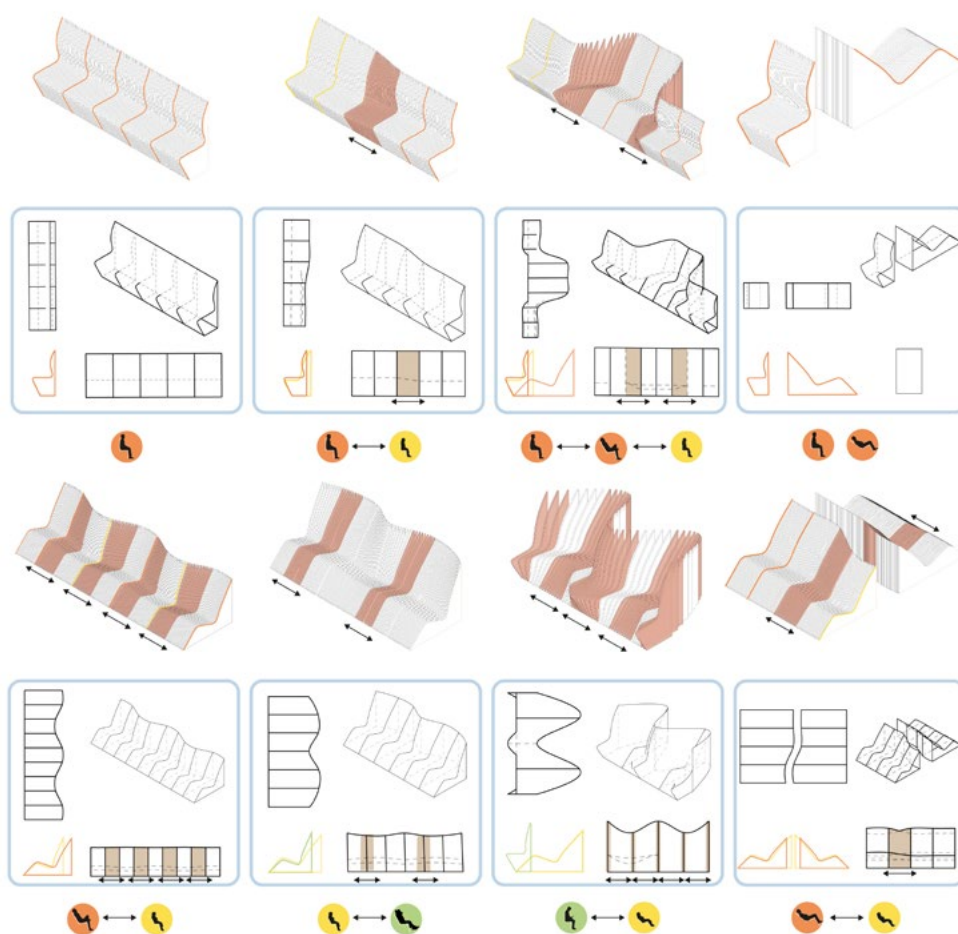


Figura 3. Diverse combinazioni del modulo base attraverso il modulo di transizione.
Figure 3. Different combinations of the basic module through the transition module.

Diversamente, per quanto concerne il binario curvo, già caratterizzato da una maggiore flessibilità, quest'ultima viene altresì garantita da un controllo dei punti che generano la nurbs curve, che non solo ci consente di modificare la singola sezione, attraverso l'incremento dei gradi della curva, ma questo permette di avere una maggiore continuità della superficie generata e parallelamente consente di agire in modo puntuale sulle parti che rappresentano gli elementi di transizione tra due diverse sezioni (Capone, 2021).

L'ultimo step della ricerca è stato volto alla possibilità di aggiungere al sistema configurato un nuovo modulo flessibile, che può essere gestito senza interferire con il sistema iniziale; sono stati progettati quattro differenti moduli dal duplice impiego, green o smart, in base alle esigenze dell'utente e dell'ambiente in cui si vuole posizionare la panchina. Essi possono essere impiegati per la creazione di pareti vegetali, sistemi idroponici, esposizione di pannelli solari, dispositivi tecnologici o come accompagnamento all'elemento di transizione.

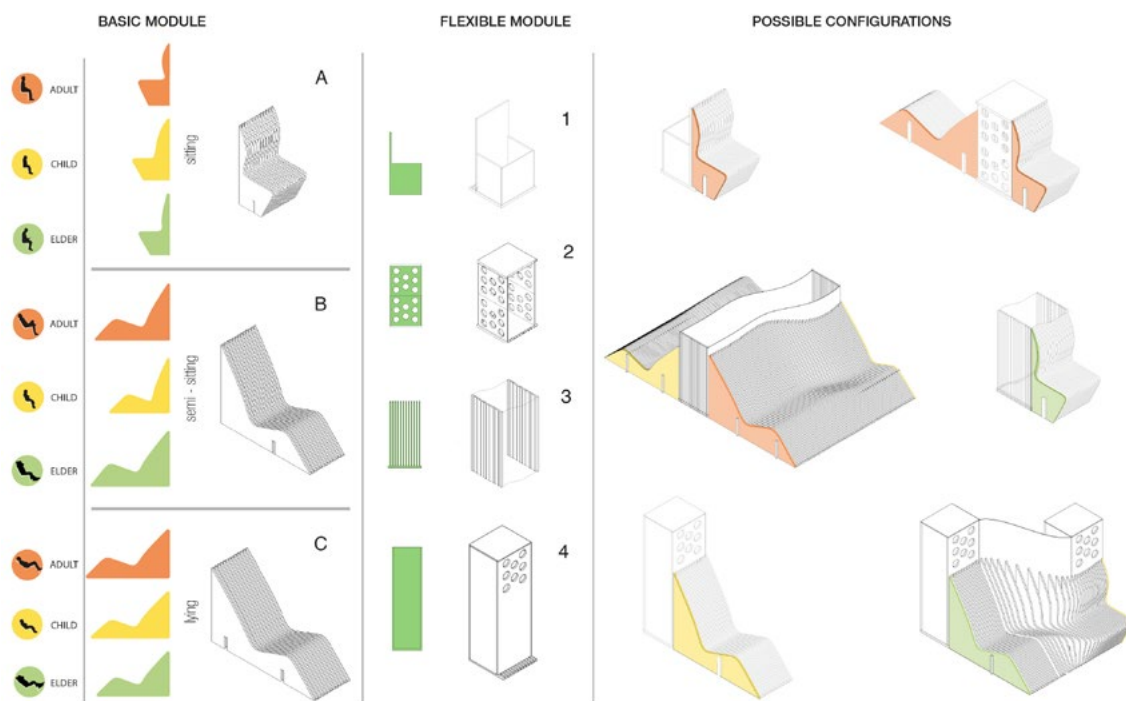


Figura 4. Possibili configurazioni finali di panchine ergonomiche.
Figure 4. Possible final configurations of ergonomic benches.

Conclusioni

In relazione agli obiettivi predefiniti, conseguenti alla volontà di porre luce su come l'ergonomia possa essere vantaggiosa alla sostenibilità, ciò che ne risulta è un prodotto che contemporaneamente risponda alle esigenze dell'uomo e dell'ambiente.

Il sistema di panchine ergonomiche risulta essere performante, in quanto generato sulla base di profili posturali che oggi giorno vengono assunti dagli utenti ed inoltre, può introdursi in un contesto senza interferire con i vincoli ambientali, ma anzi sfruttarli come parametri al fine di un corretto inserimento.

Esso rappresenta un prodotto che risponde ampiamente ai requisiti ricercati di flessibilità, dinamicità e durabilità, mediante la gestione dello strumento parametrico, che semplifica le modalità di progettazione e ottimizza l'intero processo col fine di ridurre tempi e spreco di materiali.

L'algoritmo generato con lo strumento parametrico induce una forte connessione tra mondo digitale ed ergonomia per la sostenibilità, il che significa avere un prodotto che soddisfi l'utente anche a lungo termine e che non attui interferenze alle generazioni future.

Il sistema potrà essere, attraverso nuovi studi, implementato o customizzato maggiormente con l'inserimento di nuovi dati di input e grazie alla possibilità di gestire e controllare completamente il processo generativo del prodotto.

A product design through the lens of sustainable ergonomics

Abstract

The following research aims to show the synergy between the disciplines of sustainable ergonomics and parametric design, to respond to the needs of a world oriented towards the sustainable and digital transition. The aim of the research is to create a design product, in particular an ergonomic bench system, created through the definition of a generative algorithm. It is based on a number of ergonomic data, fully controllable, modifiable and implementable according to the needs of the reference user and the context in which it is inserted. The main focus is to study how the connection with other disciplines and topics of great importance can optimize the parametric process behind the construction of the bench system, but above all how the latter can guarantee, flexibility, comfort and usability to the reference user.

Introduction

As is now well known, current times are characterized by the exponential growth of digital reality in multiple areas, although it has become increasingly relevant over the years, passing through different historical phases. At the moment, the current one can be considered the most intense and significant period.

It is no coincidence that the Next Generation EU program has set as its fundamental goal, to achieve

and develop, a robust recovery of the European economy under the banner of ecological transition, digitization, competitiveness, training and social, territorial and gender inclusion (PNRR, 2021). If the digital transformation were to be contextualized, at first impulse it is possible to assert that this is not achievable, since it, definable as a tool can increasingly represent the physically measurable part of reality in a machine-readable language, in order to use this data as input for algorithms that, depending on the task to be performed, arrive at a certain output (Göcke, 2021), is involving not only the technological, scientific sphere, but the whole of everyday life, more simply interpersonal relationships themselves.

Parallel to the digital transition, another important need to try to address nowadays, even more so than before, is sustainability.

In earlier times, sustainable development was defined as development that allows the present generation to meet its own needs without compromising the ability of future generations to meet theirs (Perrini, 2018); this definition is combined with the intention of highlighting how development is not just an end in itself, but otherwise is fundamental in order to materialize systems that can be found to be durable and at the same time, capable of safeguarding the nature that surrounds us and its resources. Within this panorama, it is therefore imperative to make mention of the increasingly dense interoperability that is being created, either naturally that is as a direct consequence, between current disciplines and topics, which not only allows for a broad usability of systems, but also enables access to optimization and simplification processes.

In this regard, Ergonomics, which can be defined as the science that studies man in his experience with the object and the environment, characterized, from the earliest times, by a wide versatility

towards different disciplines, is involved. Although Wojciech Bogumił Jastrzębowski, in some of his articles, used it with a limited meaning, understanding it as a term by which "one designates the Science of Labor," soon the field of inquiry evolved, giving way to the idea and conviction, increasingly rooted that Ergonomics concerns man as a human factor with all its own characteristics, the relationships that the same is able to establish with the physical – social context, with the digital world, nature and so on, taking into consideration well-being, efficiency and usability.

Objective

Based on the framework set out, this paper turns its focus to the realization of a design product, specifically an ergonomic bench system, which aims to fit within the above context by minimizing the complexity underlying the interaction between different themes, but rather by taking advantage of them.

The goal is to take data regarding the needs of the human being, collect anthropometric data, and use them as input data within a process, a specific algorithm, that translates them into an output, through which an ergonomic bench on a human scale is made, one that does not interfere with his well-being, but rather meets his needs and those of the society in which we find ourselves, the requirements of sustainability that our world needs; a system innovation is focused on delivering a function, or better yet, a particular satisfaction, to the user (Vezzoli, Ceschin, 2009).

Therefore, the product resulting from the entire process, has as its first purpose the responsibility to satisfy the user, but more significantly, by taking advantage of parametric design, it wants to be an ergonomic product for sustainability, through durability, connection to environmental constraints, optimization of the process and use of materials.

Research

The research starts from the aim of customizing a parametric bench system, starting from anthropometry and focusing on particular needs of the target user. Successive research over time has made it possible to observe that the human body, has gone through countless phases of development; the latter have contributed to changes in the human body, but not afferent to the individual parts, which have remained unchanged, as much as the individual positions, making the body adapt in a functional way to the environment and surrounding systems.

Nowadays, we speak of a real downgrading of the position of the human body, this is because the enduring and continuous presence of technologies leads to the assumption of positions and consequently particular postures related to the long-term use of technological systems.

In order to support what has been stated, numerous researches carried out by universities and research organizations have been identified, which have carried out tests involving subjects belonging to different age groups; they were divided into classes according to the degree of use of technological tools, such that the actual connection between the use of these tools, the positions assumed and the consequences involved could be revealed.

The results obtained, clearly highlighted a growth of risk factors caused by the so-called "Text Neck" syndrome, as far as musculoskeletal disorders of the neck and upper limbs are concerned, but especially a relevant shift of these disorders from adults to young people.

Childhood and adolescence are characterized by periods of rapid growth and many physical problems can occur due to prolonged and excessive use of smartphones or computers, although it is often thought that this type of problem is more common in adults. Recently, the literature has focused at-

tention on issues that can become a serious health problem, such as the increase in sedentary living and the excessive use of electronic devices among young people. (David, Giannini, Chiarelli & Mohn, 2021). In relation to the above issues, a global study, carried out by the Steelcase WorkSpace Futures company and the Steelcase Design Studio, regarding the posture adopted by some 2,000 people, led to the discovery of nine new postures, representative of the human body's behavior toward and between the use of technological devices, revealing especially important ergonomic implications.

With today's multiple devices, our body is forced to respond to these small technologies, leaving much of the body unsupported. (Steelcase company, 2013) As a first step, the research, starting from traditional postures, analyzed, nine new postures, of which three key interfaces were studied, that of the core, limbs, and seat, and deepened three defined as follows: The Draw - The Multi Device - The Text, assimilated to the positions *assisa* - *semi-assisa* - *reclining*.

For each type of posture, anthropometric values were identified (values between the 5th and 95th percentile, thus about 90% of the test subjects) related to the backrest, seat, and legrest of three types of different classes of users, such as children, adults, and the elderly; in addition, anthropometric measurements related to the inclination for relaxation, alert, and working postures were considered to define the appropriate tilt angles. The collection of these certain data, not only corresponds to the collection of the input data of the generative algorithm, data that will be possible to modify according to the needs of the user and the environment in which the system will be implemented, but more importantly it allowed the design of the sections of the different types of seats for each class of users from which six basic modules that will compose the bench system are derived. [Figure 1]

The second step involved the creation of a generative design process, i.e., a process that is based on an idea (input data), formalized according to a specific algorithmic rule, then interpreted by the program that will generate a quantity of outputs; specifically, an algorithm was created through the use of a parametric program, whose input data are the above, while the outputs are the resultant of the different combinations of the six basic modules on a linear track.

In addition, the algorithm allows for another variant of the bench system: a system on a curved track. This variation consists of a series of controllable curvatures given by the movement of the basic modules, this allows for the creation of a bench that can be adapted to the conformation of the environment in which it will be placed; for example, the curvatures could be at specific existing constraints such as signs, tree trunks, fountains, etc. [Figure 2] At this point, it is essential to define the way in which the modules that make up a hypothetical bench system correspond; combinations between different modules take place through the formation of a transition zone between one module and the next module, consequently the system will be composed of a number of basic modules plus the transition module; the latter on the geometric and shape plane is strictly dependent on the section of the module that precedes it and, if there is one, on the section of the module that follows it. It will be zero if two equal basic modules are associated, e.g., two adult semi-axis position modules, it will be greater than/equal to zero if two basic modules of the same type but for different classes of users are associated, e.g., an adult axis position module with an elderly axis position module, and finally it will be greater than zero if two completely different modules are associated, such as a child axis position module with an adult lying position module. [Figure 3]

In addition, as far as the curved track is concerned, assuming that, in general, there is already greater flexibility of the entire system, the latter is also ensured thanks to the control of the points that generate the nurbs curve, which not only allows us to modify the single section but, by increasing the degrees of the curve, this allows us to have greater continuity of the generated surface and in parallel allows you to act in a punctual manner on the parts that represent the transition elements between two different sections (Capone, 2021).

The last step of the research focused on the possibility of adding a new flexible module to the configured system, which can be operated without interfering with the initial system; four different modules were designed with dual uses, green or smart, depending on the needs of the user and the environment in which the bench is to be placed. They can be used for creating plant walls, hydroponic systems, displaying solar panels, technological devices or as an accompaniment to the transition element. [Figure 4]

Conclusions

In relation to the predefined objectives, consequent to the desire to shed light on how ergonomics can be beneficial to sustainability, what results is a product that simultaneously responds to human and environmental needs.

The ergonomic bench system turns out to be performant, since it is generated on the basis of postural profiles that are assumed by users nowadays, and moreover, it can introduce itself in a context without interfering with environmental constraints, but rather exploiting them as parameters in order to a proper insertion. It represents a product that amply meets the sought-after requirements of flexibility, dynamism and durability, through the management of the parametric tool, which simplifies the design methods and optimiz-

es the entire process with the aim of reducing time and waste of materials.

The algorithm generated with the parametric tool induces a strong connection between the digital world and ergonomics for sustainability, which means having a product that also satisfies the user in the long term and does not implement interference to future generations.

The system can be, through new studies, implemented or customized more with the inclusion of new input data and thanks to the possibility of completely managing and controlling the generative process of the product.

Riferimenti/References

- Bartnicka, J., & Kabiesz, P., (2018). *Znaczenie ergonomii w działalności przedsiębiorstw-przekrojowe studium literatury. Innowacje w zarządzaniu i inżynierii produkcji*, 2, 397-408.
- Brennan, A.C. & Breloff, S.P., (2020). *The effect of various cell phone related activities on gait kinematics*. J Musculoskelet Res, 22(3n04): 10.
- Capone, M. (2021). *Customization System for Ergonomic Benches - DOMINO_ a parametric design configurator*.
- Stojakovic, V. and Tepavcevic, B. (eds.), *Towards a new, configurable architecture* - Proceedings of the 39th eCAADe Conference - Volume 1, University of Novi Sad, Novi Sad, Serbia, 8-10 September 2021, 437-444.
- Catania, A., (2009). *More E less nuovi stili di vita e di consumo*. Caltanissetta: Stampa Lussografica.
- Catania, A., (2011). *Design, territorio e sostenibilità*. Milano: FrancoAngeli.
- Ciocia, A., & Bordogna, M. T., (2019). *Introduzione. Welfare e ergonomia*, 2, 5-20.
- Cuéllar, J. M. & Lanman, T. H., (2017). *"Text neck": an epidemic of the modern era of cell phones?* The Spine Journal, 17 (6), 901-902.
- Gilotta, S., Bonicatto, D., (2020). *Ergonomia, come applicarla nell'innovazione industriale*. Industry 4 Business. Recuperato 5 Settembre 2022, accessibile online su <https://www.industry4business.it/industria-4-0/ergonomia-come-applicarla-nellinnovazione-industriale/>
- Göcke, B. P., (2021). *Antropologia della digitalizzazione. Riflessioni sull'origine e il compito della collocazione dell'essere umano nell'era della digitalizzazione*. Rivista Scientifica della Fondazione Giuseppe Toniolo, Verona. Edizione Italiana, 1, 20-37.
- David, D., Giannini, C., Chiarelli, F. & Mohn A., (2021). *Text Neck Syndrome in Children and Adolescents*. International Journal of Environmental Research and Public Health, 18(4): 1565.
- Hart, J. A., (2010). *Globalization and Digitalization*. Transformacje, Special Issue, 227-237.
- Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR). MEF. Recuperato 5 Settembre 2022, accessibile online su <https://www.mef.gov.it/focus/Il-Piano-Nazionale-di-Ripresa-e-Resilienza-PNRR/>
- Keane, F., (2018). *Generative Design: The Road to Production*. Engineering.com. Recuperato 1 Settembre 2022, accessibile online su <https://www.engineering.com/story/generative-design-the-road-to-production>
- Kroemer Elbert, K. E., Kroemer, H. B., & Kroemer Hoffman, A. D., (2018). Chapter 10 - *The Computer Workplace*. Ergonomics, 3, 443-472.
- Leite, R. M., & Celani, G., (2020). *Dimensional mass customization of a flexible furniture system*. Blucher Design Proceedings, 8(4), 137-142.
- Mattia, G. M., (1999). *Ergonomia. Universo del Corpo*. Treccani.

- Nasab, H. H., (2012). *An Ergonomic Evaluation and Intervention Model: Macro ergonomic approach*. International Journal of Scientific & Engineering Research, 3 (2), 1-7.
- Paschoarelli, L. C., & Menezes, M. dos S., (2009). *Design e ergonomia: Aspectos tecnológicos*. Editora UNESP.
- Pheasant, S., (1996). *Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics and the Design of the Work, Second Edition*. Londra: Taylor & Francis.
- Schmidt, A., (2020). *Interactive Human Centered Artificial Intelligence*. Proceedings of the International Conference on Advanced Visual Interfaces, 3, 1-4.
- Sicklinger A., (2009). *Ergonomia Applicata Al Progetto - Cenni Storici E Antropometria*. Maggioli Editore.
- Steelcase. (2013). *Global Study Uncovers New Postures Driven By Mobile Technology*.
- Tosi, F., (2016). *La professione dell'ergonomo: Nella progettazione dell'ambiente, dei prodotti e dell'organizzazione*. La professione dell'ergonomo, 1-306.
- Tosi, F., (2018). *Ergonomia & Design*. Milano: FrancoAngeli.
- Tosi, F., Rinaldi, A., & Brischetto, A., (2016). *Ergonomia, Design, Sostenibilità: Innovazione progettuale e percorsi di ricerca*. Rivista Italiana di Ergonomia, 11/12, 35-49.
- Vezzoli, C., (2005). *Design per la sostenibilità: Una disciplina (sempre più) articolata*. Vezzoli C., Tamborini P. (a cura di), atti del convegno Design per la sostenibilità. Strumenti e strategie per la decade "Educazione per lo sviluppo sostenibile, Nazioni Unite (2005-2014)". Patrocinato da Nazioni Unite (DESD), Commissione Nazionale UNESCO e Provincia di Milano. Milano: Libreria Clup editore, 31-45.
- Vezzoli, C., Ceschin, F., & Diehl, J. C., (2021). *Product-Service Systems Development for Sustainability. A New Understanding. Sustainability for All: The Design of Sustainable Product-Service Systems Applied to Distributed Economies*. Springer International Publishing, 1-21.
- Yuan, Q., (2014). *The Impact of New Technology and Sitting Posture on Seating Design*. Doctoral dissertation, University of Georgia.

ANGELA CICALA

Designer, Architetto Junior ed attualmente Dottoranda PON 37° ciclo, in Architettura presso il dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi di Napoli, Federico II. Conduce ricerche riguardanti la sperimentazione di processi di ottimizzazione geometrica e progettazione di forme complesse, all'interno dell'ambito della Digital Manufacturing, con particolare approfondimento dei processi basati sull'utilizzo dell'Intelligenza Artificiale. L'obiettivo è ottenere esperienze scientifiche fortemente connesse all'Agenda digitale e alle Smart Communities.

Designer, Junior Architect and currently PhD student PON 37th cycle, in Architecture at the Department of Architecture, University of Naples, Federico II. She conducts research regarding the experimentation of geometric optimization processes and design of complex shapes, within the Digital Manufacturing field, with particular focus on processes based on the use of Artificial Intelligence. The goal is to obtain scientific experiences strongly related to the Digital Agenda and Smart Communities.

