

Designing the Inclusive Built Environment: An Exploration of Opportunities Offered by ICTs

Emilia Conte*

Highlights

Designing the inclusive built environment can take advantage from the use of ICTs. On the basis of this assumption, *BE-free@campus* was developed, an *app* for smartphones capable of providing dynamic and interactive information on accessible routes and spaces in a University campus, in all conditions of use and query. Managing the information aimed at building the *app* was the reason to explore opportunities offered by ICTs to innovate the design process of the inclusive built environment. The meta-design scenario for a University PEBA was structured to include ICTs and stakeholders in all phases of the design process.

Abstract

ICTs and other technologies already assist people with disabilities in daily living; however, opportunities offered by these technologies during the design of the inclusive built environment are not much explored. The *BE-free@campus* project conducted at the Polytechnic University of Bari, Italy, is reported as an experiment testifying how potentials of ICTs can be exploited. Results of the project, i.e. (i) a personal digital assistant for navigation of students with disabilities and their caregivers in University buildings and spaces and (ii) criteria for the meta-design of a University PEBA, can be exported to other contexts of application.

Keywords

Inclusive built environment, University campus, PEBA, *App* for people with disabilities, *BE-free@campus*

1. INTRODUCTION

The cultural premises of the work here presented base on sharing the fundamental principle that a truly inclusive society allows participation of all people to places and relational activities, safely, autonomously and with no discriminations [1]. This means accessibility of the built environment and a real possibility to use it, i.e. not only removal of architectural barriers but also integration of equipment and facilities if need be in living environments, so they can function as true inclusive spaces [2]. Designing the inclusive built environment hence implies to approach the project holistically aiming at the well-being of people, with or without any ability or disability, in this way overcoming physical barriers and promoting socialization. The commitment to architects and engineers must be to seek solutions that ensure accessibility and usability of the built space over time, in any condition of use and for any

Emilia Conte

DICATECh – Dipartimento di
Ingegneria Civile, Ambientale,
del Territorio, Edile e di Chimica,
Politecnico di Bari, via Orabona
4, 70125, Bari, Italia

* Corresponding author
Tel.: +39-080-5963-466;
fax: +39-080-5963-414
e-mail: emilia.conte@poliba.it

user [3]. It is a complex design goal, even more challenging when working on existing buildings and spaces than new realizations, for which proposals or innovative solutions can arise from exploring opportunities offered by new technologies such as ICTs (Information and Communication Technologies).

In recent years, the ICTs are characterizing the technological development in all areas of application and their economic and social impact is widely recognized [4]; they are marked by a rapid and incremental evolution that on the one side stimulates and on the other side challenges solutions to everyday problems, making them instantly obsolete. ICTs then can favourably support the change of the Third Millennium society, but they also pose complex challenges [5]. In the project of built spaces, the use of ICTs can refer to applications able to confer 'intelligence' upon the built environment [6] at different scales, from the building (home automation) to the urban scale (smart city) with the aim of improving the health and comfort of citizens in carrying out activities inside and outside the buildings, optimizing the use of non-renewable natural resources and reducing environmental pollution. In the specific area of interest related to disabilities or vulnerable users, such as the elderly, ICTs are increasingly used in applications which are often addressed to security and personal care for individual autonomy and stay in usual life environments; the Assistive Technologies and Ambient Assisted Living offer a significant example of technological innovation in favour of an inclusive functioning of built spaces, provided that their development is always oriented by the real needs of people [7].

More recently, the diffusion of the so-called 'smart' mobiles has introduced new opportunities to interpret ICTs in the project of built spaces by means of applications for *smartphones* that determine potentials not yet fully explored, particularly in favour of disabled users [8], whose impact can also significantly affect the design process. In this direction lies the present contribution, inspired by an experiment on the accessibility of spaces in a University campus to detect and deal with the content of innovation in the design of the inclusive built environment.

2. ICTS AND USE OF THE BUILT ENVIRONMENT:

UN EXPERIMENT

The experiment was conducted at the Polytechnic University of Bari, Italy, within a project co-funded by MIUR (the Italian Ministry of Education, University and Research) through the national law 17/99. This law specifies the commitment of universities in favour of disabled students and establishes

1. INTRODUZIONE

Le premesse culturali del lavoro qui presentato si basano sulla condivisione del principio fondamentale che una società realmente inclusiva permette la partecipazione di tutte le persone, in sicurezza, autonomia e senza alcuna discriminazione, a luoghi e attività di relazione sociale [1]. Ciò significa accessibilità dello spazio costruito e reale possibilità di fruizione dello stesso, non solo quindi rimozione delle barriere architettoniche ma anche integrazione di attrezzature e servizi eventualmente carenti negli ambienti di vita perché questi ultimi funzionino come luoghi effettivamente inclusivi [2]. Progettare lo spazio costruito inclusivo presuppone quindi un approccio olistico al progetto che mira al benessere delle persone, con qualsiasi abilità o disabilità, superando ostacoli fisici e promuovendo la socializzazione. L'impegno di architetti e ingegneri deve essere quello di cercare soluzioni che assicurino accessibilità e fruibilità dello spazio costruito nel tempo, in qualunque condizione d'uso e per qualsiasi utente [3]. Si tratta di un obiettivo progettuale complesso, ancora più impegnativo quando si interviene sul costruito rispetto alle nuove realizzazioni, e per il quale proposte o soluzioni innovative possono derivare dall'esplorare le opportunità offerte da nuove tecnologie, come le ICT (Information and Communication Technologies).

Negli ultimi anni le ICT stanno caratterizzando lo sviluppo tecnologico in ogni ambito di applicazione ed è largamente riconosciuto il loro impatto economico e sociale [4]; sono contraddistinte da un'evoluzione rapida e incrementale che da un lato stimola e dall'altro mette in discussione, rendendole subito obsolete, le soluzioni ai problemi quotidiani, ben supportando quindi il cambiamento della società del terzo millennio, ma ponendo anche sfide complesse [5]. Nel progetto dello spazio costruito, l'uso delle ICT può riportarsi ad applicazioni capaci di attribuire 'intelligenza' all'ambiente costruito [6] a diverse scale, dall'edificio (domotica) alla scala urbana (smart city) con l'obiettivo di migliorare la salute e il comfort dei cittadini nello svolgimento delle attività dentro e fuori gli edifici, ottimizzando l'uso delle risorse naturali non rinnovabili e riducendo l'inquinamento ambientale. In tema specifico di disabilità o utenza vulnerabile, come possono essere gli anziani, le ICT trovano applicazioni sempre più ampie, spesso indirizzate alla sicurezza e cura della persona a favore dell'autonomia individuale e della permanenza nei luoghi di vita abituali; le cosiddette tecnologie assistive (Assistive Technologies) e l'ambiente di vita assistito (Ambient Assisted Living) offrono un significativo esempio di innovazione tecnologica a favore del funzionamento inclusivo dello spazio costruito, purché il loro sviluppo sia sempre orientato dai bisogni reali delle persone [7].

Più recentemente la diffusione della telefonia mobile cosiddetta 'smart' ha introdotto nuove opportunità interpretative delle ICT nel progetto dello spazio costruito, attraverso

the figure of the Rector's delegate responsible for coordinating, monitoring and supporting all initiatives in that regard; it recommends that universities conduct systematic actions, more organic and effective than in the past, encouraging real inclusion of disabled students by supporting not only their studies but also promoting cultural growth of the entire academic community. The use of physical spaces, outside and inside buildings, is an essential prerequisite for an inclusive society that does not discriminate against people with disabilities, even more so in Universities [9] that, beyond ensuring higher education, can and should promote virtuous behaviours of the society. It is therefore indispensable to remove/overcome architectural barriers where they are present in the built environment, both in the case of permanent obstacles, as for example steps to access a building built before the current legislation in force on accessibility, and in the case of temporary restrictions to the use of a path or a space, as for example in the event of renovation of a room/building or failure/maintenance of an elevator.

The large, diverse and changing nature of what may constitute an architectural barrier in the built environment induced thinking of 'non-physical' tools to support the user with disabilities, particularly ICT-based tools potentially simple, versatile and economical in use, which can complement the 'physical' interventions made for adjusting spaces in order to overcome architectural barriers, existing or emerging over time, that are generally quite demanding in terms of economic investment and construction times. The project named *BE-free@campus: Barriers and Exclusion-free (built environment) at (university) campus*, was presented in 2012 by the author at that time Rector's delegate for students with disabilities in the Polytechnic University of Bari and funded in 2013; it had the purpose of implementing a personal digital assistant to navigation of students with disabilities and their caregivers in University spaces [10], i.e. an application for smartphones (app) capable of providing dynamic and interactive information on accessible routes and places in all conditions of use and query (Fig. 1).

l'uso delle applicazioni (app) per smartphone, che determinano potenzialità non ancora del tutto esplorate, in particolare a favore delle utenze deboli [8], e le cui ricadute possono influenzare anche sensibilmente il processo progettuale. In tale direzione si colloca il presente contributo, che trae spunto da un'esperienza relativa all'accessibilità degli spazi in un campus universitario per individuare e trattare contenuti d'innovazione nel progetto dello spazio costruito inclusivo.

2. ICT E USO DELLO SPAZIO COSTRUITO: UN'ESPERIENZA APPLICATA

L'esperienza è stata condotta nel Politecnico di Bari, Italia, nell'ambito di un progetto cofinanziato dal MIUR (Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca) tramite Legge 17/99. La legge specifica l'impegno delle università nei confronti di studenti/esse disabili e istituisce la figura del delegato rettorale per coordinare, monitorare e supportare tutte le iniziative; indica così agli atenei di condurre un'azione sistematica, più organica e più incisiva, che favorisca l'inclusione reale di studenti/esse disabili supportando non solo il loro percorso di studi ma promuovendo anche la crescita culturale dell'intera comunità.

La fruizione dello spazio fisico, esterno e interno agli edifici, è un presupposto fondamentale per una società inclusiva che non discrimina le persone con disabilità, ancora di più in una università [9] che, oltre a garantire la formazione superiore, si ritiene possa e debba promuovere comportamenti virtuosi nella società civile. È dunque indispensabile rimuovere/superare le barriere architettoniche laddove presenti nello spazio costruito, sia quando si tratti di ostacoli permanenti, come per esempio i gradini di accesso a un edificio realizzato prima dell'attuale normativa in vigore sull'accessibilità, sia quando si tratti di vincoli temporanei all'uso di un percorso o di uno spazio, come per esempio in caso di ristrutturazione di un ambiente/edificio oppure di malfunzionamento/manutenzione di un ascensore.

La casistica ampia, diversificata e mutevole di ciò che può costituire barriera architettonica nello spazio costruito ha indotto a pensare a

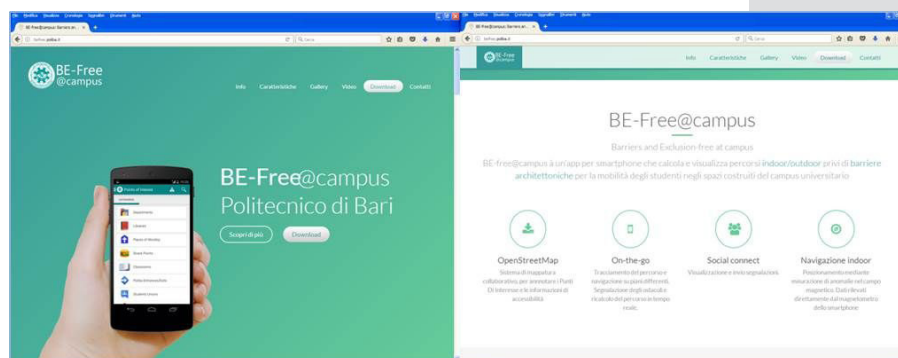


Figure 1. General information concerning the BE-free@campus app (Screenshots from <http://befree.poliba.it/>).

3. CONTEXT OF APPLICATION AND METHODOLOGY

The context of application considered in the development of the app is the area of the Polytechnic University of Bari located in the city's University campus, where there are buildings dated differently: older buildings, designed and built in the Seventies of last century, prior to the enactment of Italian legislation to overcome architectural barriers which is still in force (L. 13/89 e D.M. 236/89) and to which they were partially adapted; there are also newer buildings designed and built in the years 2000 and thus matching the regulations in force. All buildings considered in the experiment are multi-level except for one of them. Parking areas are on the street level or one level underground. The Technical Office of the Polytechnic responsible for construction and maintenance works, provided the drawings in support of the on-site survey made to evaluate the actual accessibility status of buildings and open spaces in the campus.

All spaces of interest were evaluated in relation to a checklist referred to different levels of accessibility according to the norm as well as to their actual possibility of usability and comfort in use, for example classroom furniture or slip resistance of floors, etc.; spaces were then subdivided into functional systems within a hierarchical structure in order to facilitate the implementation of the app for sequential levels of collective interest of the functional systems themselves (Fig. 2).

The spaces considered were: (i) external accesses to the campus, parking areas at street level, outdoor paths –uncovered and covered– and indoor paths to access classrooms and shared facilities, lecture halls, libraries, the Museum, the language centre, the student centre, classrooms and common services and facilities (including horizontal and vertical connections –stairs, elevators–, toilets, but also student associations, the digital radio headquarter, the student advice and guiding centre, etc.); (ii) rooms for exams/meetings, PhD student rooms, educational laboratories, departmental offices for student affairs with the related access paths.

Further spaces such as (iii) research laboratories, rooms of professors, rooms and spaces with different use than above or service/operation rooms or rooms without known use, were considered and treated to be implemented later in the app; finally, some spaces were not considered at all because they have no interest or collective use.

Once identified the functional systems according to levels of collective interest, an on-site survey was completed for an in-depth analysis addressed to characterize the built spaces both dimensionally and qualitatively. For

strumenti 'non fisici' di supporto all'utente con disabilità, in particolare basati sulle tecnologie ICT e perciò potenzialmente snelli, versatili ed economici nell'uso, che possano affiancare gli interventi 'fisici' di adeguamento dello spazio al superamento delle barriere architettoniche esistenti o emergenti nel tempo, interventi che generalmente risultano piuttosto impegnativi in termini di investimento economico e tempi di realizzazione. Il progetto BE-free@campus: Barriers and Exclusion-free (built environment) at (university) campus, presentato nel 2012 dall'autrice a quella data delegata alla disabilità nel Politecnico di Bari e finanziato nel 2013, si è posto quindi l'obiettivo di realizzare un assistente personale digitale alla navigazione degli studenti con disabilità e dei loro accompagnatori negli spazi universitari [10], cioè un'applicazione per smartphone capace di fornire un'informazione dinamica e interattiva su spazi e percorsi accessibili in qualsiasi condizione di uso e interrogazione (Fig. 1).

3. CONTESTO DI APPLICAZIONE E METODOLOGIA

Gli spazi considerati nello sviluppo dell'app sono stati quelli del Politecnico di Bari inclusi nel campus universitario della città, che comprende edifici diversamente datati tra loro: vi sono edifici più vecchi, progettati e realizzati negli anni '70 del secolo scorso, prima dell'emanazione della normativa per il superamento delle barriere architettoniche tuttora vigente (L. 13/89 e D.M. 236/89) e che a essa sono stati parzialmente adeguati; vi sono poi edifici più recenti progettati e realizzati negli anni 2000 e perciò rispondenti alla normativa. A eccezione di uno, tutti gli edifici considerati sono plurilivello. I parcheggi nel campus sono a quota stradale o interrati di un livello. Gli elaborati grafici di supporto al rilievo dello stato dei luoghi in tema di accessibilità sono stati forniti dall'ufficio tecnico di ateneo.

Tutti gli spazi considerati sono stati valutati in rapporto a una checklist di riferimento per grado di accessibilità secondo norma e di effettiva possibilità di fruizione e comodità nell'uso, per esempio arredi in aula o resistenza allo scivolamento della pavimentazione, etc.; sono stati poi suddivisi in sistemi funzionali all'interno di una organizzazione gerarchica al fine di favorire l'implementazione dell'app per livelli di interesse collettivo degli stessi sistemi funzionali (Fig. 2).

Sono stati considerati: (i) gli accessi esterni al campus, i parcheggi a quota stradale, i percorsi esterni –scoperti e coperti– e i percorsi interni per l'accesso ad aule e servizi comuni, le aule magne, le biblioteche, il museo, il centro linguistico, lo 'student center', le aule didattiche e i servizi comuni (intesi in senso ampio come connettivo orizzontale e verticale –scale, ascensori–, servizi igienici, ma anche associazioni studentesche, sede della radio digitale, centro orientamento, etc.); (ii) le aule esami/riunioni, le stanze dottorandi, i laboratori didattici, le segreterie studenti dipartimentali con relativi percorsi di accesso. Altri

the survey and data processing and storage, specific databases referred to complex functional systems were used allowing the management of the complete information and not just drawings. Cross-checking of data ensures their validation with the advantage of minimizing the risk associated with human error of the surveyor and maximizing consistency and correctness of the information on the built environment to be used for updating drawings and also to feed, store and update the app implementation (Fig. 3).

spazi quali (iii) laboratori di ricerca, studi docenti e similari, ambienti a diversa destinazione o a destinazione di servizio o a destinazione non nota sono stati trattati e predisposti per l'implementazione nell'app, per esservi inclusi successivamente; infine, alcuni spazi non sono stati considerati perché di uso o interesse non collettivo. Individuati i sistemi funzionali per livello d'interesse collettivo, essi sono stati assoggettati a rilievo per la caratterizzazione metrica e qualitativa dello spazio costruito, con

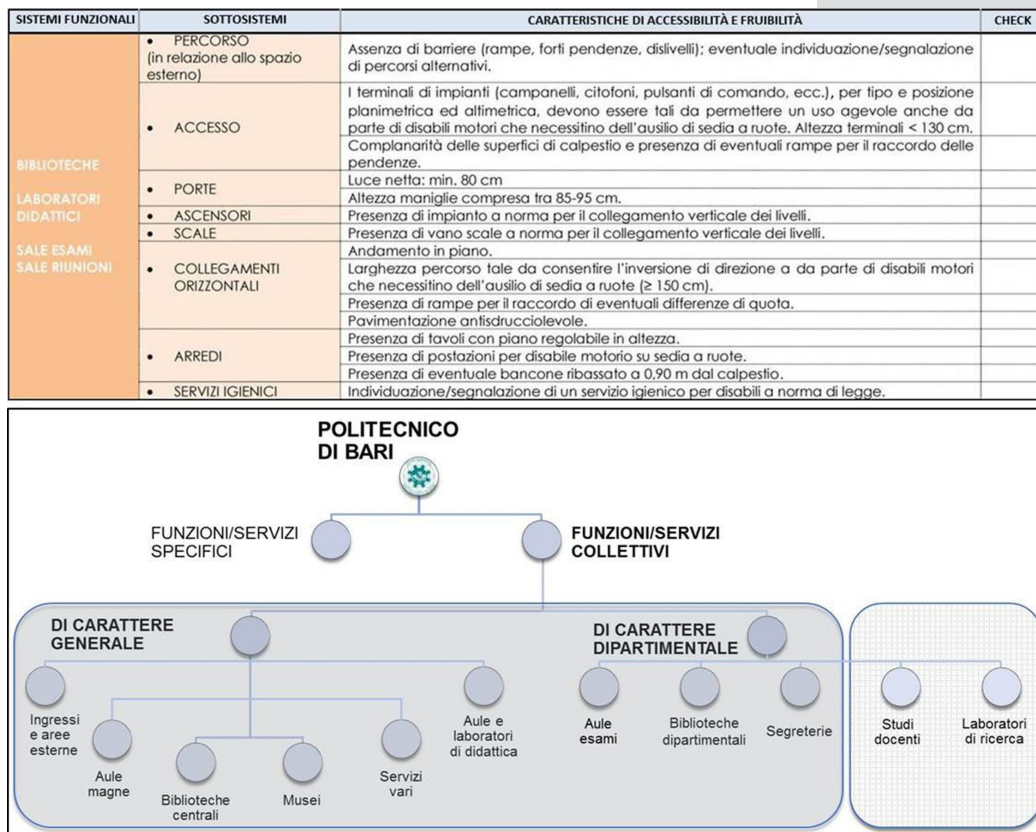


Figure 2. Functional systems: excerpt from the reference checklist and hierarchical structure according to levels of collective interest (Adaptation from the documentation produced for the BE-free@campus project).



Figure 3. Information management via database and crosschecking of data (Adaptation from the documentation produced for the BE-free@campus project).

Information management via database requires much time at the beginning of the process, especially when a complex database is implemented, but it is very efficient afterwards. In the case of management of the built stock, this means that it is possible to know the status of places dynamically, ensuring a quick and accurate updating of the information and supporting operational decisions about what kind of maintenance is needed to carry out, specifically for overcoming architectural barriers, as well as when and how make it.

4. RESULTS

The products developed are the app, central focus of the *BE-free@campus* project, and the identification of meta-design criteria for a University PEBA (Plan for the Elimination of Barriers in Architecture) that takes into account the potential offered by supporting technologies, such as ICTs.

The *BE-free@campus* app, protected by GPL (General Public Licence), was developed using open sources; it is a free application for smartphones (the Android version is ready and downloadable, the iOS version is under development) capable of providing dynamic and interactive information on accessible routes and spaces in all conditions of use and query in the University campus of the Polytechnic.

Key objectives for the development of the *BE-free@campus* app were to: i) realize an application extremely flexible depending on the position of the user; ii) assist navigation not only outside buildings, as it is the case of many other existing applications, but also inside buildings that is an issue of current interest to researchers in the field [11]. The app provides several functions (Fig. 4).

successivi gradi di approfondimento. Per il rilievo, l'elaborazione e l'archiviazione dei dati è stata utilizzata una modalità di gestione dell'informazione non solo grafica ma anche tramite database specifici per sistemi funzionali complessi. Il controllo incrociato dei dati garantisce una validazione degli stessi con il vantaggio di minimizzare il rischio dell'errore umano del rilevatore e massimizzare la coerenza interna e la correttezza dell'informazione sullo spazio costruito da usare per l'aggiornamento degli elaborati grafici e da fornire, archiviare e aggiornare per l'implementazione dell'app (Fig. 3).

La gestione tramite database risulta temporalmente più dispendiosa all'inizio del processo, in particolare se si costruisce un database complesso, ma assolutamente più efficiente in seguito; per la gestione del patrimonio costruito, ciò implica la possibilità di seguire dinamicamente lo stato di fatto dei luoghi garantendo un aggiornamento rapido e preciso della relativa informazione e supportando quindi le decisioni operative sugli interventi da attuare, in particolare per il superamento delle barriere architettoniche, nonché tempi e modi degli stessi.

4. RISULTATI

I prodotti sviluppati sono stati l'app, obiettivo centrale del progetto *BE-free@campus*, e l'individuazione di criteri di metaprogettazione di un PEBA (Piano di Eliminazione delle Barriere Architettoniche) di ateneo che tenga conto delle potenzialità offerte da tecnologie di supporto, quali a esempio le ICT.

L'app realizzata, *BE-free@campus*, protetta da licenza GPL (General Public Licence), è stata sviluppata con risorse di tipo open; è un'applicazione gratuita per smartphone (disponibile la versione per Android, in corso di sviluppo la versione per iOS) capace di fornire un'informazione dinamica e interattiva su spazi e percorsi accessibili in qualsiasi condizione



Figure 4. Functions of the *BE-free@campus* app (Screenshot from <http://befree.poliba.it/>).

Among the others, some essential functions are: to search for points of interest (POI) within the University campus; to locate the user inside and outside the buildings; to calculate routes, even multi-level routes, for users with disabilities and their caregivers. A graphical user interface, which is intuitive and easy to use, integrates the system architecture (Fig. 5). The app was implemented for moderate and severe motor disabilities; the version for visually impaired is planned to be developed shortly.

di uso e interrogazione nel campus universitario del Politecnico. Obiettivi chiave per lo sviluppo di BE-free@campus sono stati: i) ottenere un'applicazione estremamente versatile in funzione della posizione dell'utente; ii) assistere la navigazione non solo all'esterno degli edifici, come accade nella maggior parte delle altre applicazioni esistenti, ma anche all'interno, attualissimo campo di studio per i ricercatori di settore [11]. L'app garantisce molte funzionalità (Fig. 4). Tra queste, alcune funzioni

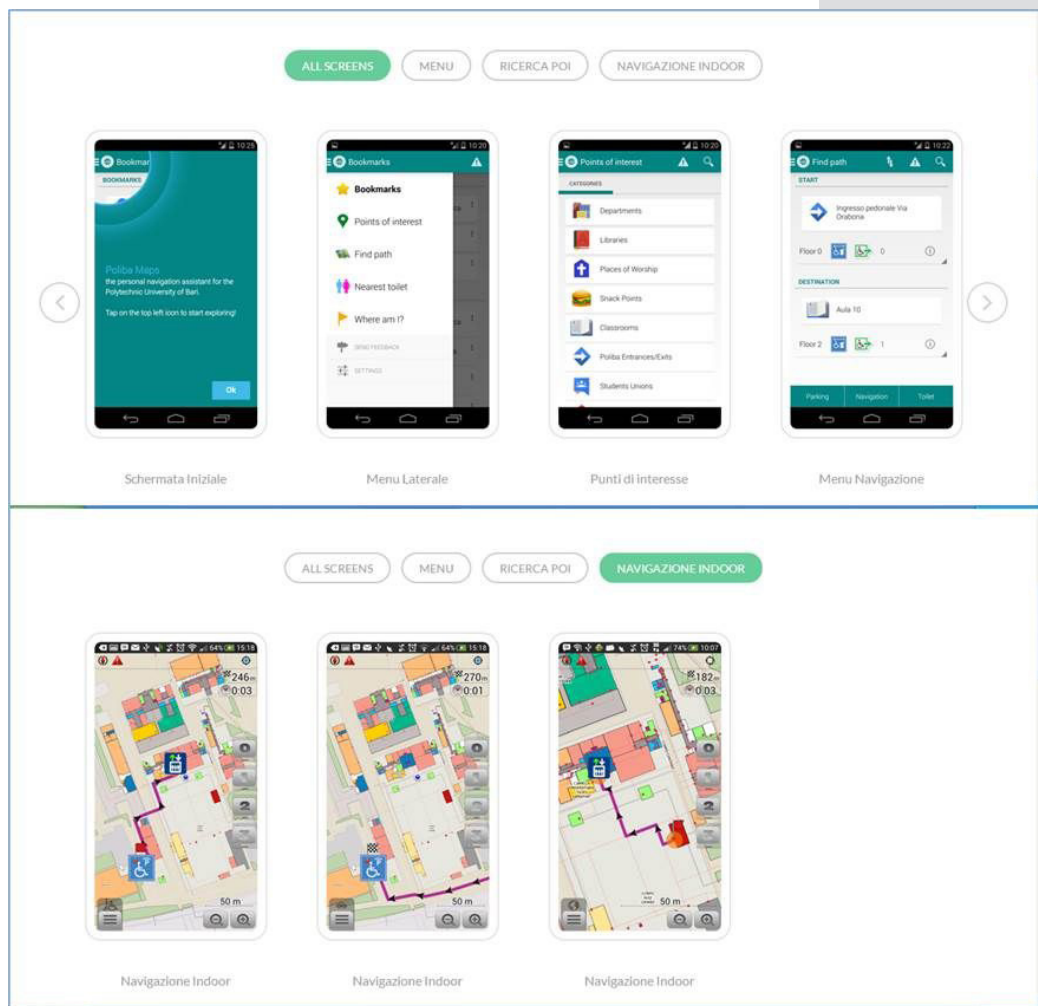


Figure 5. Graphical user interface of the BE-free@campus app: menus and indoor navigation (Screenshots from <http://befree.poliba.it/>).

Beyond the novelty of the product from the point of view of computer science [12], in this article it is interesting to highlight that the development of the app determined impacts on the analysis and management of the built environment and the design of its accessibility and usability. The need to address the modelling of built spaces to develop the app, which recommends alternative routes to the disabled user describing them according to their difficulty in accessibility, confirmed the initial idea of the BE-free@campus project that

fondamentali sono: la ricerca dei punti di interesse all'interno del campus universitario; la localizzazione dell'utente all'interno o all'esterno degli edifici; il calcolo dei percorsi, anche multilivello, per utenti con disabilità e loro accompagnatori. Un'interfaccia grafica con l'utente, immediata e facile da utilizzare, completa l'architettura del sistema (Fig. 5). L'app è stata implementata per le disabilità motorie lievi e gravi, ma ne è previsto lo sviluppo di una versione per le disabilità visive. Al di là delle caratteristiche di originalità del prodotto dal punto

the app can be seen as a ‘non-physical’ tool to overcome architectural barriers for people with disabilities. Such tool can complement the more traditional ‘physical’ interventions made on the existing built spaces for their adaptation in terms of accessibility. The potential offered by ICTs can then become catalyst of innovation in the design of the inclusive built environment and, as with other designing issues [13], they would be even more useful if considered starting from the first phase of the accessibility and usability design, both for new buildings and for the adaptation of existing buildings.

In particular, in the *BE-free@campus* project the exploration of opportunities to use ICTs, or other technologies supportive for people with disabilities, was addressed to include such technologies among criteria for producing a University PEBA. PEBA are established by the Italian legislation that forces administrations in charge to make and adopt plans for eliminating architectural barriers in public buildings (national law 41/86, art. 32) and urban spaces (national law 104/92, art. 24). Nevertheless, this obligation was and still is widely disregarded; so that to provide a PEBA nowadays means to reinterpret it as an advanced tool for the project of a built environment based on the principles of inclusive design [14].

Therefore, the project of the University PEBA was framed in a design process, building a meta-design scenario, which may be extended beyond the specific application to a University campus.

Through the experiment of *BE-free@campus*, some key elements of the meta-project of a PEBA emerged: a ‘single’ management of all kinds of data and information on the built environment under study, whatever is the task to which they are addressed (maintenance of buildings and spaces, update of the app, etc.) and the usefulness to consider ICTs and other supportive technologies for persons with disabilities as active components of the project so to implement solutions for accessibility and usability of spaces in combination or sometimes even in substitution of specific ‘physical’ interventions on the built environment.

The management of the design process therefore must be organized in such a way that, on the one hand, innovative solutions for the inclusive built environment are promoted and, on the other hand, a unique yet flexible intervention strategy over time is ensured, allowing the implementation of solutions adapted to the many and diverse situations of difficulty that may arise in the use of built spaces. Starting from such premises, the meta-project of a PEBA was subdivided into four phases, each with its own set of tasks; these tasks were then listed accompanied with a description and finally detailed in an inventory (Fig. 6).

di vista informatico [12], in questo contributo si vuole evidenziare come lo sviluppo dell'app abbia determinato ricadute d'interesse per l'analisi e la gestione dello spazio costruito e per il progetto della sua accessibilità e fruibilità. La necessità di finalizzare la modellizzazione dello spazio costruito allo sviluppo dell'app, che suggerisce all'utente disabile percorsi alternativi e commentati per grado di difficoltà, ha confermato l'idea originaria alla base del progetto BE-free@campus che l'app può considerarsi una sorta di strumento 'non fisico' per il superamento delle barriere architettoniche da parte delle persone con disabilità; strumento che può affiancare i più tradizionali interventi 'fisici' di adeguamento dello spazio esistente. Le potenzialità offerte dalle ICT possono dunque diventare un elemento catalizzatore d'innovazione nel progetto dello spazio costruito inclusivo e, come per altre questioni progettuali [13], risulterebbero ancora più vantaggiose se considerate fin dalla prima fase di elaborazione del progetto di accessibilità e fruibilità, sia del nuovo costruito sia di adeguamento dell'esistente.

In particolare, si è pensato di esplorare l'opportunità di utilizzare le ICT, o altre tecnologie di supporto alle persone con disabilità, tra i criteri per l'elaborazione di un PEBA di ateneo. I PEBA sono stati istituiti dalla legislazione nazionale indicando l'obbligo per le amministrazioni competenti di redigere e adottare piani di eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici pubblici (Legge 41/86, art. 32) e negli spazi urbani (Legge 104/92, art. 24). Ciò nonostante tale obbligo è stato ed è tuttora largamente disatteso; elaborare un PEBA oggi giorno significa dunque poterlo reinterpretare come uno strumento avanzato per il progetto di uno spazio costruito inclusivo basato sui principi della progettazione per un'utenza ampliata [14].

Si è quindi inquadrato il progetto del PEBA di ateneo in un processo progettuale, costruendo uno scenario metaprogettuale che possa avere validità anche oltre l'applicazione a un contesto universitario. Attraverso l'esperienza del progetto BE-free@campus, sono emersi alcuni elementi chiave del metaprogetto di un PEBA: una gestione 'unica' di ogni tipo di dati e informazioni concernenti il contesto costruito d'interesse, qualunque sia l'attività a cui essi sono destinati (manutenzione degli spazi e degli edifici, aggiornamento dell'app, etc.) e l'utilità di considerare le ICT o altre tecnologie di supporto alle persone con disabilità come componente attiva del progetto per l'implementazione di soluzioni di accessibilità e fruibilità dello spazio, associabili o talvolta anche sostitutive di specifici interventi 'fisici' sul costruito. La gestione del processo progettuale deve essere dunque organizzata in modo tale che da un lato venga promossa la ricerca di soluzioni innovative per il progetto dello spazio inclusivo e dall'altro si garantisca una strategia d'intervento univoca ma flessibile nel tempo, che consenta l'implementazione delle soluzioni adattandole alle molteplici e diversificate situazioni di difficoltà che possono generarsi nell'uso dello spazio costruito. Da tali premesse è



Figure 6. The meta-project of a University PEBA: subdivision in phases and activities (Adaptation from the documentation produced for the BE-free@campus project).

ICTs or other supportive technologies are present in all phases of development of the PEBA. In the preparation phase, while building scenarios, it is suggested to recognize supportive technologies through an analysis of opportunities offered by ICTs as well as other available hardware and software technologies; in the pre-project phase, while defining usable routes, it is required to evaluate the contribution that existing technological solutions (as the *BE-free@campus* app) can offer. In the project phase, the supportive technologies analysed in the first phase are evaluated so to select a strategy for utilizing them in the PEBA on the base of which to acquire existing technological solutions or design and implement new unconventional solutions (apps, hard/soft solutions, smart/no smart). In the post-project phase, check activities of the real improvement in accessibility and usability of the built spaces have to be provided through simulations and feedbacks from the supportive technologies used, in order to ensure the necessary iteration of the project phase of the PEBA implying a re-definition of the priority of interventions and the updating of supportive technological tools.

Moreover, the awareness that no strategy or solution for people with disabilities can be defined, decided and implemented without an active role of those people themselves [15], was the reason for including stakeholders in every phase of the PEBA meta-project in relation to specific sets of activities: the scenario building in the preparation phase; the routes definition in the pre-project phase; the strategy development and solution choice in the project phase; the communication and evaluation of interventions in the post-project phase. As an example, the following Fig. 7 reports an excerpt of the PEBA meta-project concerning only one phase, i.e. the project phase, with the sets of activities where stakeholders are involved, the related description and the inventory of activities themselves.

scaturito il metaprogetto del PEBA suddiviso in quattro fasi, ciascuna caratterizzata da insiemi di attività, che sono state poi elencate in una descrizione e infine dettagliate in un inventario (Fig. 6).

Le tecnologie ICT o altre tecnologie intervengono in ogni fase di sviluppo del PEBA: in fase di preparazione, nella costruzione di scenari, è prevista l'individuazione di tecnologie di supporto attraverso l'analisi delle opportunità offerte dalle ICT come anche di altre tecnologie hardware e software; in fase pre-progettuale, nella definizione dei percorsi di fruibilità, vi è la valutazione del contributo offerto da soluzioni tecnologiche di supporto esistenti (come l'app *BE-free@campus*); in fase progettuale, vi è la valutazione delle tecnologie di supporto individuate in fase di preparazione, la successiva selezione di una strategia per il loro utilizzo nel PEBA così da acquisire soluzioni tecnologiche esistenti o progettarne e implementarne di nuove non convenzionali (app, soluzioni hard/soft, smart/no smart); in fase post-progettuale, sono previste attività di verifica dell'effettivo miglioramento di accessibilità e fruibilità dello spazio costruito attraverso simulazione e feedback dalle tecnologie di supporto utilizzate, in modo da garantire la necessaria iterazione della fase di elaborazione del PEBA con la ridefinizione delle priorità d'intervento e l'aggiornamento degli strumenti tecnologici di supporto.

La consapevolezza, inoltre, che nessuna strategia o soluzione dedicata alle persone con disabilità possa essere individuata, decisa e implementata senza un ruolo attivo degli stessi destinatari [15], ha orientato a includere i portatori di interesse in ogni fase metaprogettuale del PEBA per specifici insiemi di attività: costruzione di scenari nella fase di avvio; definizione dei percorsi nella fase pre-progettuale; sviluppo della strategia e scelta di soluzioni nella fase di progetto; comunicazione e valutazione degli interventi nella fase post-progettuale. A titolo esemplificativo, si riporta nel seguito uno stralcio della sola fase di 'elaborazione del PEBA' con l'insieme delle attività in cui è

Elaborazione PEBA (progetto)	Sviluppo della strategia 	<ul style="list-style-type: none"> Definizione delle priorità di intervento 	Individuazione dei criteri di intervento
			Coordinamento con la normativa antincendio
			Coordinamento con piano di gestione e manutenzione dell'Ateneo
			Coordinamento con il PEBA urbano
	Scelta di soluzioni 	<ul style="list-style-type: none"> Valutazione delle tecnologie di supporto 	Valutazione vantaggi/svantaggi d'uso e ricadute su interventi ed ilizi
		<ul style="list-style-type: none"> Selezione della strategia 	Applicazione di analisi multicriteriali
		<ul style="list-style-type: none"> Individuazione/Progetto di soluzioni tecnologiche di supporto 	Acquisizione/Implementazione apps
			Acquisizione/Implementazione soluzioni hard/soft, smart/no smart (non convenzionali)
		<ul style="list-style-type: none"> Progetto di soluzioni per l'eliminazione delle barriere architettoniche 	Verifica di conformità alle normative vigenti
			Proposta di soluzioni tecniche alternative
<ul style="list-style-type: none"> Selezione delle soluzioni 	Elaborazione del preventivo di spesa/computo metrico-estimativo dei costi di massima		
	Valutazione comparativa		

Figure 7. The meta-project of a University PEBA: excerpt concerning the project phase with activities where stakeholders are involved (Adaptation from the documentation produced for the BE-free@campus project).

5. CONCLUSIONS AND FUTURE DEVELOPMENTS

Sometimes built spaces are difficult in use and can become an insuperable obstacle for some people with disabilities; this happens also when buildings are built in accordance with regulation in force for overcoming architectural barriers or adjusted to them. Since on the one side, there is an objective difficulty –concerning dimensions and costs– for physical interventions on built spaces and on the other side, even when spaces are completely conforming to norms, cases of failure may occur anyway (related to ramps, lifts, doors, etc.). This article reports an experiment where it was decided to approach the problem of making the built environment more inclusive using ICT technologies, particularly an app aimed at functioning as a system to support the person with disabilities in overcoming difficulties in use that may occur in built spaces temporarily or persistently.

Therefore, the *BE-free@campus* app was developed, which is an engine for calculating and displaying barrier-free routes, inside and outside buildings, to ensure mobility in built spaces; it is an effective personal digital assistant on smartphones for users with disabilities and their caregivers. The app was implemented for a specific area that corresponds to the built spaces of the Polytechnic University of Bari included in the University campus of the city; nevertheless, its development includes the possibility to use the app by any kind of users and to extent it in future to other University spaces and more

richiesto il coinvolgimento attivo dei portatori d'interesse, la relativa descrizione e l'inventario delle attività (Fig. 7).

5. CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI

Gli spazi costruiti non sono sempre agevoli nell'utilizzazione e spesso costituiscono un ostacolo insormontabile per alcune disabilità; ciò accade anche quando gli edifici sono stati costruiti secondo norma per il superamento delle barriere architettoniche o sono stati adeguati alla stessa. Poiché esiste una difficoltà oggettiva –dimensionale e di costo– di intervento fisico sul costruito e, anche quando lo spazio è completamente 'a norma', possono sempre verificarsi occasioni di malfunzionamento (di rampe, impianti, porte, etc.), in questo contributo si descrive un'esperienza applicata in cui si è pensato di affrontare tale problema facendo ricorso alle tecnologie ICT, in particolare a un'app con la funzione di sistema di supporto alla persona con disabilità nel superamento di alcune criticità che lo spazio costruito può presentare a carattere temporaneo o anche persistente.

È stata quindi realizzata l'app *BE-free@campus*, un motore di calcolo e visualizzazione di percorsi privi di barriere architettoniche all'interno e all'esterno degli edifici per garantire la mobilità negli spazi costruiti; un vero e proprio assistente personale digitale su smartphone per utenti con disabilità e loro accompagnatori. L'app è stata implementata per un'area specifica di riferimento costituita dagli spazi inclusi nel campus universitario cittadino, seppure in una logica di uso del prodotto da parte di un'utenza generalizzata e di estendibilità futura dello stesso ad

generally urban spaces. Indeed, the *BE-free@campus* version for the iOS platform is now under development whereas the app development for other forms of disabilities, such as visually impairments, and for other University built spaces is already planned. Afterwards, a module of interface with urban mobility services provided by the Municipality (for example, a dial-a-ride bus) might be designed and implemented. Finally, because the architecture of the product corresponds to an application model exportable to many different built environments (airports, public offices, metro or railway stations, etc.) with the replacement or addition of aiding maps, the app might be extended to all the major points of interest in the city.

Building the app was a stimulus to explore opportunities for innovation in designing the inclusive built environment from the point of view of both the method and employable solutions, where technologies such as ICTs can become effective design components to use, if already existing, or to be developed ex novo for the complete usability of buildings and urban spaces by all users, accompanying more conventional design solutions. For a truly incisive cooperation between solutions, however, it is necessary that the project provides an intervention strategy, from identification to implementation and updating of solutions over time; such strategy must be based on sharing goals and solutions with stakeholders. The meta-project scenario for a PEBA was so structured, addressed to a specific University campus but also suitable for any other built area when it is necessary to design or redesign the inclusive built environment.

The initial stage of development of the *BE-free@campus* project here reported, was completed in 2014 with the production of a first release of the app; further developments are currently underway on the one hand regarding the app (maintenance and updating, version for a different smartphone software platform, other forms of disabilities) and on the other hand in relation to the definition of guidelines aimed at introducing and developing ICTs and other supportive technologies to design the inclusive built environment.

6. ACKNOWLEDGEMENTS

The *BE-free@campus: Barriers and Exclusion-free (built environment) at (university) campus* project was funded by MIUR (90%) and Polytechnic University of Bari (10%), Italy. The *BE-free@campus* app was developed by the SisInfLab (Information Systems Laboratory) of the Polytechnic (<http://sisinflab.poliba.it/>). The author wishes to thank all those who in various ways contributed to the realization of the project.

altri spazi sia universitari sia urbani più in generale. Difatti è in corso di sviluppo la versione di BE-free@campus per piattaforma iOS ed è previsto lo sviluppo dell'app per altre forme di disabilità, come quella visiva, e per altri contesti universitari di applicazione. In seguito, si potrebbe progettare e implementare un modulo di interfaccia con servizi di mobilità urbana messi a disposizione dal Comune (per esempio, bus a chiamata). Infine, poiché l'architettura del prodotto corrisponde a un modello applicativo esportabile a contesti anche molto diversi (aeroporti, uffici pubblici, stazioni, etc.) con la sola sostituzione o integrazione della cartografia di supporto, si potrebbe ampliarne l'applicazione a tutti i luoghi di maggiore interesse in città. La costruzione dell'app è stata stimolo per esplorare opportunità di innovazione nel progetto dello spazio costruito inclusivo dal punto di vista sia del metodo sia delle soluzioni impiegabili, laddove tecnologie come le ICT possono diventare vere e proprie componenti progettuali da usare, se già esistenti, o da sviluppare ex-novo per la completa fruibilità di edifici e degli spazi urbani da parte di tutte le utenze, accompagnando le soluzioni più convenzionali. Per una cooperazione davvero efficace tra soluzioni, però, è necessario che il progetto preveda una strategia d'intervento, dalla individuazione alla implementazione e aggiornamento delle soluzioni nel tempo; strategia che deve essere basata anche sulla condivisione con i portatori di interesse. Si è così concepito lo scenario metaprogettuale per un PEBA, dedicato a un campus universitario ma applicabile a ogni altro contesto costruito laddove si debba progettare o riprogettare lo spazio inclusivo.

Il progetto BE-free@campus qui presentato, che ha avuto la sua fase iniziale di sviluppo conclusasi nel 2014 con la produzione del primo prototipo, è tuttora in corso da un lato per quanto concerne l'app (manutenzione e aggiornamento, altra piattaforma software per smartphone, altre forme di disabilità) e dall'altro per la definizione di linee guida finalizzate all'introduzione e sviluppo di ICT e altre tecnologie di supporto nel progetto dello spazio costruito inclusivo.

6. RINGRAZIAMENTI

Il progetto BE-free@campus: Barriers and Exclusion-free (built environment) at (university) campus è stato supportato da fondi del MIUR (90%) e del Politecnico di Bari (10%), Italia. Le attività di sviluppo informatico dell'app BE-free@campus si sono svolte presso il SisInfLab (Information Systems Laboratory) del Politecnico (<http://sisinflab.poliba.it/>). L'autrice ringrazia tutti coloro che a vario titolo hanno contribuito alla realizzazione del progetto.

7. REFERENCES

- [1] Rapley C.E., *Accessibility and Development: environmental accessibility and its implications for inclusive, sustainable and equitable development for all*. DESA (Department of Economic and Social Affairs), United Nations Secretariat, June 2013. <http://www.un.org/disabilities/documents/accessibility_and_development_june2013.pdf> (Accessed: 30/04/2017).
- [2] Lauria A., L'Accessibilità come "sapere abilitante" per lo Sviluppo Umano: il Piano per l'Accessibilità, «TECHNE», 07 (2014), p. 125-131, <<http://www.fupress.net/index.php/techne/article/view/14541/13531>>, DOI: 10.13128/Techne-14541.
- [3] Layton N.A.; Steel E.J., "An Environment Built to Include Rather than Exclude Me": *Creating Inclusive Environments for Human Well-being*. «Int J Environ Res Public Health», 12 (2015), n. 9, p. 11146-11162, <<http://www.mdpi.com/1660-4601/12/9/11146>>, DOI: 10.3390/ijerph120911146.
- [4] Souter D. [et al.], *ICTs, the Internet and Sustainable Development: Towards a new paradigm*. Winnipeg, Manitoba, CA: IISD (International Institute for Sustainable Development), 2010, 40 p., <https://www.iisd.org/pdf/2010/icts_internet_sd_new_paradigm.pdf> (Accessed: 30/04/2017).
- [5] Pamlin D., Opportunities and challenges for tomorrow society. In: D. Pamlin (ed.). *Sustainability at the speed of light*. Sweden: WWF, 2002, p. 156-190, <http://assets.panda.org/downloads/wwf_ic_1.pdf> (Accessed: 30/04/2017).
- [6] Moreno M.V. [et al.], User-centric smart buildings for energy sustainable smart cities. «Trans. Emerging Tel. Tech.», 25 (2014), n. 1, p. 41-55, <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ett.2771/pdf>>, DOI: 10.1002/ett.2771.
- [7] Pinnelli S., Ambient assisted living, innovazione tecnologica e inclusione, «MEDIA EDUCATION – Studi. Ricerche. Buone pratiche», 5 (2014), n. 1, p. 1-13, <http://riviste.erickson.it/med/wp-content/uploads/1_Pinnelli_I_2014_Final.pdf> (Accessed: 30/04/2017).
- [8] United Nations, The ICT opportunity for persons with disabilities. In *The ICT opportunity for a disability-inclusive development framework*. Synthesis report of the ICT Consultation in support of the High-Level Meeting on Disability and Development of the sixty-eighth session of the United Nations General Assembly. Geneva, Switzerland: International Telecommunications Union, September 2013, p. 6-17, <https://www.itu.int/en/action/accessibility/Documents/The%20ICT%20Opportunity%20for%20a%20Disability_Inclusive%20Development%20Framework.pdf> (Accessed: 30/04/2017).
- [9] Salmen J.P.S., Universal Design for Academic Facilities, «NEW DIRECTIONS FOR STUDENT SERVICES», 134 (2011), 13-20, <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ss.391/pdf>>, DOI: 10.1002/ss.391.
- [10] Conte E. (a cura di), *BE-free@campus, Barriers and Exclusion-free (built environment) at (university) campus*. [Rendiconto del progetto cofinanziato Legge 17/99 -2012]. Bari: Politecnico di Bari, Agosto 2014, 18 p.
- [11] Shim K. [et al.], Development of an Indoor-Outdoor Positioning Android App for Anpji Tourist Guides, «International Journal of Software Engineering and Its Application», 9 (2015), n. 3, p. 195-208, <http://www.sersc.org/journals/IJSEIA/ vol9_no3_2015/19.pdf>, DOI: 0.14257/ijseia.2015.9.3.19
- [12] Ruta M. [et al.], Indoor/outdoor mobile navigation via knowledge-based POI discovery in augmented reality. In: Proceedings of 2015 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology (WI-IAT), Singapore, 6-9 December 2015, p. 26-30, <<http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=7397415>>, DOI: 10.1109/WI-IAT.2015.243.
- [13] Davis R. [et al.], Advancing Design Activity: Catalysts for Sustained Innovation. In: Proceedings of the International Association of Societies of Design Research. China: Hong Kong Polytechnic University, 12-15 November 2007, S. Poggenpohl (ed.), p. 1-13, <<http://eprints.qut.edu.au/9296/1/9296.pdf>> (Accessed: 30/04/2017).
- [14] Garofolo I. [et al.], Developing accessibility plans: methods and tools. Case study. In: Universal Design 2014: Three Days of Creativity and Diversity. Proceedings of the International Conference on Universal Design, UD 2014, Lund, Sweden, 16-18 June 2014, H. Caltenco et al. (eds.). Amsterdam: IOSpress, p. 79-88, <<http://ebooks.iospress.nl/publication/36455>>, DOI: 10.3233/978-1-61499-403-9-79.
- [15] Werner D., *Nothing About Us Without Us: Developing Innovative Technologies For, By and With Disabled Persons*. Palo Alto (CA): HealthWrights, Workgroup for People's Health and Rights, 1998, 360 p.