

A thick dark blue vertical bar runs down the left side of the page. A blue arrow points to the right from this bar, containing the text '2020/2021'. Below the bar, several thin, curved lines in dark blue and light grey sweep upwards and to the right.

2020/2021

Smart Home Manager

Interazione Uomo-Macchina

Team:

SIMONE CANTINI 201757
DANIELE MARCOLAN 213924
LUCA VIAN 202531

Sommario

1. Introduzione	1
2. Benchmarking	1
2.1. Analisi delle soluzioni esistenti	1
2.2. Design space	4
3. Brainstorming	4
4. PACT analysis	5
4.1. Questionario.....	5
4.2. Interviste	6
4.3. Analisi PACT.....	7
4.3.1. Persone	7
4.3.2. Attività	8
4.3.3. Contesto	8
4.3.4. Tecnologia.....	8
4.4. Requisiti utente	8
4.5. Scenari	9
5. Prototyping	9
5.1. Low-fidelity prototype	9
5.1.1. Validazione	10
5.1.2. Risultati	10
5.2. Medium-fidelity prototype.....	11
5.2.1. Validazione	12
5.2.2. Risultati	12
6. Conclusioni e possibili miglioramenti	12

1. Introduzione

In questa documentazione viene descritto il processo che abbiamo seguito per l'ideazione e la prototipazione del nostro sistema "Smart Home Manager" per la gestione e il monitoraggio delle risorse energetiche di un'abitazione.

L'ecologia, l'efficienza energetica, l'utilizzo di fonti rinnovabili e il contenimento dei consumi sono concetti che negli ultimi anni stanno prendendo sempre più spazio nelle nostre vite. Le grandi imprese si impegnano a produrre prodotti sempre più ecologici e a rendere più efficienti i loro impianti, al fine di ridurre i costi e gli sprechi energetici. Inoltre, molti governi hanno sviluppato - o stanno sviluppando - politiche orientate al rispetto dell'ambiente e alla lotta all'inquinamento. Per quanto concerne le abitazioni, esistono numerosi prodotti per aumentarne l'efficienza ecologica e per monitorare e gestire al meglio le risorse energetiche. Il nostro sistema nasce dall'idea di centralizzare, in modo semplice ed efficace, il monitoraggio delle risorse energetiche della casa. I nostri obiettivi principali sono:

- Monitoraggio completo dei consumi energetici della casa: elettricità, acqua, gas, riscaldamento.
- Monitoraggio di eventuali strumenti per la produzione di energia (pannelli solari, etc.).
- Monitoraggio di dispositivi elettrici individuali.
- Controllo di diversi dispositivi intelligenti legati alle risorse della casa.
- Controllo dei costi energetici della casa nel tempo.
- Generazione di note e documenti riassuntivi sui consumi e sui costi legati alle risorse della casa.

Lo sviluppo è iniziato con l'analisi del mercato attuale, seguito dalla ricerca dei possibili clienti e delle loro principali caratteristiche ed esigenze. Quest'ultima ricerca è stata realizzata tramite un questionario, delle interviste e alcune esperienze personali che ci hanno permesso di identificare gli obiettivi principali del nostro lavoro. Una volta raccolti dati sufficienti, abbiamo realizzato il nostro primo prototipo e, tramite i test di quest'ultimo, abbiamo ottenuto dei feedback fondamentali per la realizzazione del medium-fidelity prototype.

2. Benchmarking

Il nostro processo di sviluppo è cominciato con un'analisi dei prodotti simili già esistenti sul mercato. Questa fase ci ha permesso di realizzare un [benchmarking](#) contenente le principali applicazioni che abbiamo osservato. Per ogni applicazione abbiamo individuato pregi e difetti, in modo da determinare il design space.

Inoltre, abbiamo anche eseguito un'analisi di alcune bollette delle più grandi aziende distributrici di energia in Italia. Il risultato di questa analisi è un ulteriore benchmarking (disponibile [qui](#)).

2.1. Analisi delle soluzioni esistenti

La nostra analisi è iniziata dalla ricerca nel web di applicazioni che riguardassero il controllo delle risorse energetiche. Abbiamo guardato molte proposte di diversi produttori in questo campo. Abbiamo individuato diverse categorie tra i prodotti analizzati, contraddistinte per quanto riguarda le funzionalità, la semplicità d'uso e i costi molto differenti tra loro.

Applicazioni come **Energy Cost Calculator** sono in grado di stimare in modo approssimativo i consumi elettrici dei vari dispositivi presenti in casa. Non richiedono hardware esterno al dispositivo su cui si

consulta l'app e spesso sono rilasciate gratuitamente. In breve, queste tipologie di prodotti sono caratterizzate:

- Dalla possibilità di calcolare e mostrare dati riguardanti i consumi elettrici e la quantità di CO₂ prodotta basandosi su informazioni inserite dall'utente. Questo potrebbe essere talvolta sinonimo di scomodità e poca intuitività.
- Da un costo nullo.

Sul mercato abbiamo anche individuato sistemi in grado di raccogliere e mostrare autonomamente dati riguardanti il consumo o la produzione di energia nell'abitazione. Tra questi abbiamo deciso di soffermarci su **Nest Learning Thermostat**, **Power Meter Plug** e **SunPower Monitor**.

Nest Learning Thermostat è un termostato connesso e programmabile, le cui principali funzionalità riguardano la gestione automatica del riscaldamento. **Nest** è contraddistinto:

- Dalla possibilità di modificare la temperatura e altre opzioni del riscaldamento direttamente da uno smartphone iOS o Android.
- Da una programmazione intelligente in base alle temperature preferite dell'utente, all'isolamento dell'abitazione e alle condizioni meteo esterne.
- Dalla possibilità di integrare il sistema con la posizione dello smartphone, per verificare se la casa è vuota ed evitare perciò di riscaldarla inutilmente.
- Da un'interfaccia semplice e intuitiva, fin dal primo utilizzo.
- Da un costo molto elevato (219€).

Power Meter Plug invece è uno strumento per il monitoraggio del consumo di elettricità. Va inserito in una presa da parete e ad esso va collegato il dispositivo elettrico da controllare. I suoi punti di forza sono:

- La possibilità di impostare il costo dell'elettricità locale per visualizzare facilmente la spesa elettrica in tempo reale.
- Il costo, che si aggira sui 20€ per una coppia di prese.
- Semplicità nell'installazione e intuitività di utilizzo di tutto il sistema in generale.

Il prodotto può risultare talvolta molto limitato, in quanto è in grado di monitorare solamente un dispositivo per presa acquistata.

SunPower Monitor è invece un applicativo, compatibile con un certo numero di pannelli solari, che permette di gestire le statistiche su di essi e, più in generale, anche sui consumi dell'intera abitazione. Nel suo complesso l'app risulta essere molto approssimativa e poco intuitiva poiché ha, di fatto, un ruolo di contorno rispetto al prodotto principale con la quale viene venduta, ossia il pannello solare. In generale:

- Il prodotto risulta essere poco intuitivo e ha un'interfaccia non user-friendly.
- Le funzionalità implementate sono minimali e poco curate.

Tra gli altri sistemi in grado di monitorare consumi energetici presenti sul mercato, possiamo individuare alcuni prodotti che forniscono solamente statistiche riguardanti l'utilizzo elettrico nell'abitazione; questi sono contraddistinti dall'installazione di una parte hardware all'interno del contatore, in grado di sincronizzarsi con un'app o sito. Esiste una grande varietà di dispositivi che funzionano con queste modalità, ognuna delle quali ha un punto di forza differente.

Sistemi come **Emporia Vue** e **Eyedro** sono contraddistinti da un costo molto contenuto (sotto i 100€) e sono molto semplici da installare rispetto ad altri prodotti simili sul mercato. Il loro punto debole riguarda le funzionalità implementate, non molto vaste, e la bassa precisione nelle statistiche, spesso differenti dai consumi effettivi. Sono contraddistinti in breve da:

- Un calcolo delle statistiche basate sui consumi dell'intera abitazione in tempo reale. È possibile monitorare singoli dispositivi, associandovi singolarmente delle prese intelligenti.
- Un'installazione hardware veloce e intuitiva.
- Un'interfaccia software molto primitiva e poco curata (per quanto quella di **Emporia Vue** rimanga ugualmente intuitiva) e non consultabile in modo efficiente da tutte le piattaforme.
- Bassa precisione nelle statistiche calcolate.

Prodotti più costosi sono invece in grado di fornire statistiche più complete e precise riguardo i consumi elettrici, riescono a mantenere una semplicità d'installazione molto elevata e permettono di calcolare statistiche riguardo singoli dispositivi (o gruppi di questi) in modo più intuitivo e senza costi aggiuntivi (non vi è bisogno di strumentazione complementare come smart plugs). Tra questi sistemi possiamo individuare **CURB**, **Neurio** e **Sense**, contraddistinti da:

- Semplicità nell'installazione hardware e configurazione software.
- Statistiche molto avanzate e precise riguardanti anche singoli dispositivi, gestiti dalla centralina, senza hardware aggiuntivo.
- Statistiche visualizzabili sia sul sito sia sull'app, con grafici completi e vari.
- Costi elevati e installazione poco flessibile per quanto riguarda la componentistica hardware.

Infine, tra i dispositivi più completi presenti sul mercato, possiamo trovare **Smappee**, in grado di conciliare i vantaggi di **CURB**, **Neurio** e **Sense** con la possibilità di monitorare i consumi idrici, del gas e del termostato. **Smappee** è caratterizzato da:

- Statistiche vaste e vicine ai consumi reali per quanto riguarda i dati raccolti sull'intera abitazione. Queste tengono in considerazione i consumi idrici, del gas e del termostato (facendo affidamento su sensori di terze parti, tra cui **Nest**).
- Possibilità di avere consumi su singoli dispositivi (per quanto questi possano risultare meno precisi e più limitati).
- Un costo meno elevato rispetto a prodotti simili sul mercato nel prodotto base (i sensori di terze parti possono risultare molto costosi).
- Poca flessibilità nell'installazione: deve essere posto vicino al contatore elettrico, ma non integrato in quest'ultimo.

Dopo aver analizzato le applicazioni, siamo passati ad un'analisi di alcune bollette.

- La **bolletta Enel** è la migliore tra quelle che abbiamo analizzato. È ben strutturata, contiene solamente i dati strettamente necessari e possiede diversi grafici che permettono una facile lettura di molte informazioni. Un'informazione che ci è sembrata particolarmente importante è quella relativa all'indicazione delle fasce di consumo (F1, F2, F3), utilissime per aiutare il cliente a risparmiare sui costi. L'unica pecca che abbiamo notato è che la struttura dei grafici non consente una facile ed immediata lettura.
- La **bolletta Edison** presenta un buon compromesso tra una quantità di dati presentati e una struttura ordinata e di facile consultazione. I consumi nel tempo vengono riassunti in un pratico grafico, che però non presenta l'importante informazione sulla divisione per fasce di

consumi (F1, F2, F3). Questa bolletta ha una struttura discreta, ma riteniamo che sarebbe migliorabile con l'aggiunta di altri grafici riassuntivi.

- La **bolletta Eni** è la peggiore tra quelle che abbiamo analizzato. La struttura delle informazioni è molto caotica: contiene troppe informazioni, il font del testo cambia dimensione troppo spesso, la struttura tabellare ha un design pessimo e non intuitivo, manca di un uso intelligente del colore per ottimizzare la lettura. Inoltre, questa bolletta non presenta grafici riassuntivi delle informazioni principali.

2.2. Design space

Il benchmarking delle soluzioni già esistenti sul mercato ci ha permesso di delineare meglio la nostra idea di prototipo. Attualmente sono disponibili molti sistemi per il controllo dei consumi della casa, ma quasi tutti presentano o funzionalità limitate o applicazioni complicate e poco intuitive per sfruttarli. Per entrare in un mercato così ampio e ricco di competitors abbiamo deciso di competere su questi due punti, realizzando un sistema con ampie funzionalità e un'applicazione semplice ed intuitiva. Abbiamo quindi identificato alcuni punti chiave per delineare la via da seguire per il raggiungimento del nostro obiettivo:

- Il sistema dovrà sfruttare almeno una centralina e alcuni sensori per garantire funzionalità di qualità elevata.
- La quantità di dati disponibili all'utente deve essere ridotta allo stretto necessario a soddisfare le sue necessità principali.
- L'interfaccia dell'applicazione deve essere semplice e pulita, in modo da garantire usabilità e memorabilità.
- Utilizzare grafici affiancati da tabelle minimali per arricchire la qualità dell'informazione.
- Utilizzare pochi colori e sfruttarli in modo intelligente, mirando ad aumentare la comprensibilità dei dati e delle funzionalità offerte.
- Ridurre al minimo la quantità di sezioni nell'applicazione, raggruppando in modo ordinato e sensato le funzionalità.

Inoltre, per rimediare icone e idee di design familiari alla maggior parte degli utenti, abbiamo deciso di fare riferimento a [Material Design](#) di Google.

3. Brainstorming

Per definire meglio l'idea del nostro progetto e per delineare funzionalità apprezzate da tutti i componenti del gruppo, abbiamo effettuato alcune fasi di brainstorming. Inizialmente ogni componente del gruppo ha definito alcune idee per il nostro sistema, organizzandole per punti. Questo metodo di stesura ci ha permesso successivamente di confrontare le idee e produrre una lista di possibili funzionalità del prodotto finale. Infine, abbiamo discusso su quali funzionalità fossero:

- Funzioni chiave per il nostro sistema.
- Funzioni secondarie/opzionali, da sviluppare solo su un'evidente necessità degli utenti.
- Funzioni da scartare, perché non fattibili o troppo discostanti dalle linee guida definite nel design space.

I risultati completi del brainstorming sono consultabili in questo [documento](#). Le idee approvate sono le seguenti:

- Monitoraggio dei consumi energetici (elettricità, riscaldamento, acqua, gas) tramite grafici navigabili e tabelle.
- Monitoraggio produzione energetica da parte di pannelli solari con grafici il più possibile simili a quelli dei consumi.
- Possibilità di filtrare i consumi per utenza, locali, dispositivi e periodi (in ore, giorni o mesi).
- Tabelle e i grafici annotabili dall'utente con un'apposita funzionalità in una sezione dedicata.
- Collegamento di dispositivi intelligenti alla centralina in modo da permettere:
 - Rilevamento dei loro consumi.
 - Impartizione di comandi (accendi/spegni).
 - Possibilità di impostare routine di accensione e spegnimento dei dispositivi.
 - Sicurezza (segnalazione di eventuali dispositivi dimenticati accesi).
 - Raccolta di dati sull'utilizzo medio o opzioni preferite.
- Possibilità di installare una sim all'interno della centralina per ricevere comunicazione urgenti via cellulare (tramite messaggi o notifiche).
- Disponibilità di funzionalità ECO per supportare l'utente ad un consumo ottimale tramite suggerimenti o ottimizzazioni del suo utilizzo di risorse.
- Supporto cliente: possibilità di contattare l'assistenza cliente dall'app (tramite una chat).
- Backup dei dati (tramite una memoria di massa secondaria).
- Impostazione di limiti per i consumi.
- Connessione della centralina a Internet. Possibile il controllo/gestione della situazione energetica anche fuori dalla casa.
- Supporto alle AI come Echo Dot di Amazon, permettendo ad esempio di chiedere all'assistente vocale il riassunto dei consumi.
- Struttura modulare: il sistema può essere modificato/assemblato a seconda delle esigenze e della disponibilità economica.

4. PACT analysis

Dopo aver raggruppato le nostre idee finali, abbiamo iniziato la ricerca di un contatto diretto con i nostri potenziali utenti. La nostra ricerca ha avuto lo scopo di verificare la validità delle nostre idee, oltre alla raccolta di alcune informazioni sulla situazione abitativa e sugli interessi dei potenziali utenti. Abbiamo realizzato tutto questo tramite un questionario e diverse interviste.

4.1. Questionario

Il questionario (consultabile [qui](#)) è stato realizzato tramite Google Forms, con una struttura il più semplice e scorrevole possibile (con un tempo di compilazione inferiore ai 5 minuti, per non perdere l'interesse del soggetto). Prima di renderlo pubblico lo abbiamo testato con un piccolo gruppo di utenti in videochiamata, in modo da verificarne la validità. Tale test ha evidenziato alcuni problemi nella prima stesura, e abbiamo perciò deciso di rivederne la struttura. Una volta realizzata la versione finale, abbiamo condiviso il questionario su vari social network. Il questionario ha l'obiettivo di definire un'immagine della situazione abitativa attuale e dell'interesse riguardo i consumi energetici di più persone possibili. Le informazioni raccolte dal questionario riguardano:

- L'anagrafica dell'utente che compila il questionario (genere, età, occupazione).
- Confidenza dell'utente con le principali tecnologie: PC, smartphone, assistente vocale.

- Situazione abitativa e caratteristiche della casa: di proprietà/in affitto, tipologia, dimensione, coabitanti.
- Possesso di tecnologie casalinghe legate alle risorse energetiche (boiler, condizionatore, pannelli solari) e altri dispositivi intelligenti.
- Possesso di un dispositivo centralizzato per il controllo dei consumi energetici e, in caso affermativo, informazioni sulle sue caratteristiche.
- Opinioni sull'interesse riguardo diverse tipologie di monitoraggio energetico e di sicurezza. Le opinioni sono state espresse tramite la seguente scala di utilità: per nulla, poco, mediamente, abbastanza, molto.

Per migliorare la qualità e la veridicità dei dati ottenuti, abbiamo utilizzato l'opzione "Limita a 1 risposta" di Google Forms, che permette al massimo una compilazione del questionario per ogni individuo. Al momento dell'analisi abbiamo raccolto 103 risposte, con risultati che mostrano un positivo interesse verso la nostra idea. Riassumiamo qui di seguito alcuni dei risultati più interessanti:

- La quasi totalità degli utenti ha affermato di avere una buona o ottima dimestichezza con PC e smartphone; per quanto riguarda gli assistenti vocali, invece, ha mostrato una certa carenza di confidenza.
- 2/3 degli utenti hanno affermato di possedere una casa di proprietà.
- Per quanto riguarda la tipologia di abitazione, metà degli utenti vive in una casa unifamiliare, mentre l'altra metà in un condominio.
- La maggioranza degli utenti possiede una casa tra i 50 e i 150 mq e convive con altre 2-3 persone.
- 2/3 degli utenti sono interessati a monitorare i consumi energetici con tecnologie intelligenti, e la maggior parte dei rimanenti hanno comunque mostrato un'apertura verso tale possibilità.
- 2/3 degli utenti possiedono un condizionatore, la metà possiede un boiler e 1/3 dei pannelli solari.
- Meno della metà degli utenti possiede un qualche tipo di elettrodomestico intelligente; di questi, i più posseduti sono: TV (80%), illuminazione (50%), termosifoni (40%), frigorifero (37%) e lavatrice (36%).
- La quasi totalità degli utenti (90%) non possiede un dispositivo centralizzato per controllare i consumi energetici della sua abitazione.
- Per quanto riguarda le funzionalità, i risultati hanno mostrato un buon interesse verso tutte le tipologie di monitoraggio energetico.

4.2. Interviste

Per ottenere delle informazioni più soggettive sugli utenti finali abbiamo deciso di effettuare 15 interviste, realizzate a distanza tramite software per videochiamate e registrazione audio. Prima di iniziare la ricerca dei soggetti, abbiamo definito una scaletta indicativa per le domande dell'intervista che, dopo alcune revisioni, ha raggiunto una forma definitiva disponibile [qui](#). I soggetti delle interviste sono stati individuati tramite annunci su vari social network. Le interviste miravano ad ottenere informazioni riguardo:

- Informazioni personali sul soggetto (sesso, età, occupazione, possesso di PC o smartphone).
- Situazione abitativa del soggetto e caratteristiche della casa (di proprietà o in affitto, dimensione, classe energetica, numero di coabitanti).
- Possesso di dispositivi o elettrodomestici intelligenti, e relative opinioni positive e negative.
- Esperienza quotidiana con dispositivi e elettrodomestici, tecniche attuate per il risparmio energetico, esperienze legate alle bollette.

- Approccio al risparmio energetico: attuale controllo delle risorse energetiche, attività casalinghe ritenute importanti da controllare, utilizzo di strumenti per monitorare i consumi (e relative opinioni in merito), opinione sui dati più utili per facilitare il controllo dei consumi.

Prima di effettuare le interviste vere e proprie abbiamo eseguito un'intervista pilota per testare i mezzi a nostra disposizione e la chiarezza delle nostre domande. Superati i test, abbiamo dato il via alle interviste, le cui registrazioni audio, trascrizioni e consensi firmati sono archiviati [qui](#). Tra le informazioni più interessanti che abbiamo ottenuto dalle nostre interviste troviamo le seguenti:

- Le funzionalità più apprezzate nei dispositivi intelligenti sono l'automatizzazione delle attività e il controllo remoto dei dispositivi.
- Gli elettrodomestici utilizzati più spesso sono: lavatrice, lavastoviglie, frigorifero, forno, TV, PC.
- Tra le tecniche per il risparmio energetico più utilizzate dai nostri intervistati abbiamo:
 - Staccare dalla corrente i dispositivi elettrici quando non utilizzati.
 - Evitare di utilizzare la lavatrice quando si hanno pochi indumenti da lavare.
 - Utilizzare i dispositivi elettrici nelle fasce orarie meno costose.
 - Utilizzare l'acqua e le luci solo per lo stretto necessario.
 - Ottimizzare l'utilizzo del riscaldamento in base alla presenza in casa.
- Alcuni degli intervistati si sono ritrovati con bollette fuori dalle aspettative, e la maggior parte di loro mostra una certa incertezza sulla possibilità di individuarne eventuali cause.
- Quasi tutti gli intervistati non hanno il completo controllo sui loro consumi energetici.
- Tra le attività più importanti da monitorare abbiamo individuato:
 - Riscaldamento.
 - Utilizzo dei principali elettrodomestici (frigo, lavatrice, lavastoviglie, etc.).
 - Attività della caldaia.
 - Utilizzo dell'illuminazione.
- La quasi totalità degli intervistati non utilizza uno strumento (digitale o meno) per controllare i suoi consumi energetici.
- Gli intervistati ritengono utile avere un grafico che mostra i consumi nel tempo (giornalieri, settimanali, mensili) e un grafico che mostra i consumi in tempo reale.

L'analisi tematica completa delle interviste può essere consultata in [questo](#) foglio di calcolo.

4.3. Analisi PACT

Prima di definire i requisiti utente, abbiamo eseguito un'analisi PACT (la cui versione estesa è trovabile [qui](#)) basata sulle informazioni ricavate dalle interviste e dal questionario, così da capire a chi fosse rivolto il nostro sistema, quali attività venissero svolte dagli utenti, i possibili contesti d'uso del sistema e le tecnologie che avrebbe dovuto sfruttare.

4.3.1. Persone

Abbiamo individuato 4 *personas*, di cui 2 sono **primary target** che possiedono una casa di proprietà e buone conoscenze tecnologiche:

- Mario, padre di famiglia che vive con la sua famiglia in una casa di proprietà. Vuole tenere sotto controllo i consumi legati al riscaldamento e all'illuminazione della casa.
- Davide, giovane lavoratore che ha iniziato da poco a vivere da solo con la compagna. Desidera avere un supporto per risparmiare il più possibile sulla bolletta.

Le due rimanenti sono **secondary target** che possiedono una casa in affitto o bassa esperienza con la tecnologia:

- Samuele, studente universitario fra i 18 e i 25 anni, che vive con dei coinquilini ed è esperto nell'uso della tecnologia. Ha interesse nel dividere equamente le spese domestiche con i suoi coinquilini e minimizzare i costi.
- Paola, donna pensionata non incline all'utilizzo della tecnologia. Anche lei ha interesse nell'ottimizzare i consumi domestici, minimizzare i costi e ridurre gli sprechi.

L'analisi più estesa e dettagliata delle *personas* può essere trovata [qui](#).

4.3.2. Attività

Le attività che ci interessano riguardano il monitoraggio periodico dei consumi energetici casalinghi da parte degli utenti, nonché la regolazione automatica degli elettrodomestici e dei dispositivi elettronici presenti nell'abitazione (tramite funzionalità di accensione e spegnimento degli stessi).

4.3.3. Contesto

Abbiamo individuato diversi tipi di contesto nei quali verrebbe utilizzato il nostro sistema. Il contesto fisico coincide con l'abitazione o in vicinanza di quest'ultima, come nel caso si voglia accendere il riscaldamento prima di rientrare a casa. Il contesto psicologico è definito dall'alto livello d'attenzione da parte dell'utente, dal momento che deve essere pienamente concentrato nell'interpretare le informazioni fornite dalla centralina e nel saper gestire correttamente gli smart object ad essa collegati. Il contesto sociale non prevede rapporti con altri utenti, se non per quanto riguarda la condivisione delle note con coinquilini o tecnici.

4.3.4. Tecnologia

Le tecnologie utilizzate possiedono le seguenti caratteristiche: l'input prevede l'inserimento di testo, tap, swipe, trascinamento, dei sensori per il monitoraggio dei consumi e la raccolta dati; l'output prevede tabelle con dati sui consumi, grafici che rappresentano i consumi, notifiche sullo stato dei consumi e documenti riassuntivi sulla situazione energetica.

4.4. Requisiti utente

Alla conclusione della nostra analisi abbiamo definito quali sarebbero stati i bisogni degli utenti, ricavati dai questionari e dalle interviste, a cui avremmo dovuto fornire una soluzione. Abbiamo così individuato i seguenti requisiti funzionali:

- Monitoraggio dei consumi energetici (elettricità, riscaldamento, acqua, gas) in tempo reale e grafici che mostrino i consumi nel tempo.
 - Monitoraggio dei consumi di singoli dispositivi elettrici.
 - Calcolo in tempo reale dei costi legati al consumo di elettricità, riscaldamento, gas e acqua.
 - Controllo remoto dispositivi intelligenti e automatizzazione di alcune loro funzionalità.
- Dispositivi di particolare interesse riguardano:
- Elettrodomestici (Frigido, lavatrice, lavastoviglie).
 - Dispositivi legati al riscaldamento della casa (termosifoni, condizionatori, etc.).
 - Illuminazione della casa.

- Controllo del riscaldamento e supporto per utilizzarlo al meglio; Attivazione attraverso parametri impostati manualmente o tramite automatismi ottimizzati, con la possibilità di differenziare per le singole stanze (se il sistema di riscaldamento lo permette).
- Supporto al controllo dei consumi energetici (tramite notifiche o consigli).

Abbiamo anche individuato i seguenti requisiti non funzionali:

- **Requisiti ambientali:** il sistema necessita di una centralina e una serie di sensori in grado di misurare i consumi elettrici, oltre ad uno smartphone per utilizzare l'applicativo.
- **Requisiti dei dati:** devono essere raccolti dati numerici relativi al consumo delle diverse risorse con precisione oraria; determinati sensori raccolgono i dati e li inviano alla centralina per salvarli ed elaborarli.
- Rendere l'applicazione il più semplice possibile, permettendo l'accessibilità a qualunque tipo di utente.
- Presenza di un tutorial iniziale che introduce alle funzioni base, per guidare gli utenti meno abituati all'utilizzo di app per smartphone.
- Funzionalità di supporto al cliente integrata all'interno dell'app.

4.5. Scenari

Abbiamo individuato 4 scenari, realizzati graficamente tramite delle vignette (visualizzabili [qui](#)):

- **Scenario 1:** l'utente accede all'app e vede una pagina riassuntiva dei consumi e relativi grafici.
- **Scenario 2:** l'utente riceve una notifica quando viene raggiunta una certa soglia di consumo.
- **Scenario 3:** l'utente stacca la corrente da una o più prese, direttamente dall'app.
- **Scenario 4:** l'utente organizza o condivide un resoconto dei suoi consumi energetici attraverso l'applicativo.

5. Prototyping

5.1. Low-fidelity prototype

Dopo aver analizzato tutte le informazioni raccolte nelle fasi precedenti, abbiamo iniziato a pensare a come si sarebbe dovuta effettivamente presentare la nostra applicazione all'utente. Abbiamo iniziato con una serie di discussioni in videochiamata allo scopo di realizzare uno "[sketchbook](#)" contenente idee per la realizzazione delle principali pagine dell'app. Ci siamo concentrati principalmente sulla ideazione di una meccanica semplice per monitorare consumi e costi delle varie risorse della casa. Dato che gli utenti hanno indicato dei grafici come forma di informazione utile allo scopo, abbiamo deciso di optare per un grafico a barre interattivo. Inoltre, per mantenere un alto livello di usabilità e memorabilità, abbiamo ritenuto fondamentale utilizzare lo stesso tipo di grafico per ogni risorsa.

In seguito, abbiamo definito le sezioni principali in cui dividere l'app; sono state definite diverse varianti, ma alla fine siamo riusciti a concordare su una versione definitiva formata da:

- **Risorse:** sezione principale dell'applicazione (homepage) contenente le pagine per il monitoraggio di consumi e costi di ogni risorsa; Sono visualizzabili alcune informazioni riassuntive sui consumi della giornata attuale e una barra che mostra graficamente la vicinanza alla soglia dei consumi giornalieri impostata.

- **Dispositivi:** sezione contenente i dispositivi collegati alla centralina e le relative pagine con i comandi per sfruttare le loro funzionalità.
- **Diario:** sezione dedicata alla creazione di note e documenti relativi al consumo energetico; contiene un calendario interattivo per scegliere la data per ogni nota da creare.
- **Impostazioni:** sezione contenente impostazioni per modificare o impostare parametri necessari al funzionamento dell'applicazione (notifiche, dati contratti, informazioni sull'utente, limiti per i consumi, etc.).

Questa variante ci è parsa la più efficiente per mantenere l'applicazione ordinata e la più efficace per l'utilizzo da parte dell'utente. Data la necessità di eseguire i test dell'app a distanza, abbiamo deciso di realizzare il [low-fidelity prototype](#) direttamente su Axure. Partendo dalle idee definite nello "sketchbook" abbiamo iniziato la realizzazione del primo prototipo, dando priorità alla funzionalità piuttosto che alla bellezza dell'aspetto grafico. I punti chiave che abbiamo seguito durante il lavoro sono i seguenti:

- Utilizzare meccaniche semplici e il più possibile uniformi per consultare consumi e costi e per utilizzare le funzionalità dei dispositivi.
- Aiutare l'utente a evitare errori nell'utilizzo dell'app e nell'utilizzo delle funzionalità dei dispositivi con procedure di conferma o annullamento delle modifiche.
- Utilizzare una navigation bar per facilitare e velocizzare la navigazione all'intero dell'app.
- Utilizzare colori tipici (verde, giallo, rosso) per facilitare l'utente nella comprensione dello stato dei dati e delle funzionalità.
- Mantenere un design minimale e pulito: le funzionalità devono essere disponibili evitando complessità eccessive e le informazioni (grafiche o testuali) devono essere ordinate, efficaci e minimali.

5.1.1. Validazione

Dopo il completamento del prototipo è iniziata una fase di validazione per assicurare la qualità dell'applicazione. Questa fase è stata caratterizzata dalla raccolta di feedback sull'applicazione da parte di utenti appartenenti alle classi identificate nell'analisi PACT (le *personas*). Abbiamo stilato una lista di task di eseguire tramite l'applicazione e abbiamo richiesto agli utenti di completarle in videochiamata, riferendo ad alta voce eventuali pensieri o opinioni dell'esperienza. Durante il test abbiamo evitato di fornire aiuto all'utente, se non su esplicita richiesta dell'utente in caso di serie problematiche con il completamento di una task. Questo ci ha permesso di testare l'intuitività di ogni funzionalità.

5.1.2. Risultati

Nel complesso, gli utenti si sono mostrati soddisfatti dell'applicazione, ritenendola utile, semplice, intuitiva e piacevole graficamente. Sono riusciti a compiere quasi tutte le task in autonomia e in tempi rapidi, mostrando difficoltà solo in una specifica richiesta, relativa alla generazione di una nota riassuntiva nel diario. Un altro aspetto che non è risultato chiaro riguarda la richiesta di conferma da parte dall'app all'accensione e allo spegnimento dei singoli dispositivi. I consigli raccolti durante questa fase di test sono i seguenti:

- Spostare nella pagina di creazione di una nota il meccanismo di inserimento dei grafici.
- Rendere omogeneo il sistema di conferma delle modifiche nelle impostazioni.
- Ridurre la quantità di informazioni nel tutorial e renderlo più efficiente.

È stata rilevata anche una iniziale confusione sulla selezione del periodo temporale per i grafici dei consumi delle risorse, ma gli utenti hanno affermato che dopo una fase di ambientazione le meccaniche risultano abbastanza intuitive. Soddisfatti dei feedback ottenuti abbiamo deciso di creare un medium-fidelity prototype basato sul precedente low-fidelity, risolvendo le problematiche presenti, integrando le modifiche suggerite dagli utenti e migliorando la veste grafica. I risultati completi dei feedback sono visualizzabili [qui](#).

5.2. Medium-fidelity prototype

Dato il feedback decisamente positivo del primo prototipo, abbiamo deciso di continuare lo sviluppo dell'applicazione partendo dalla struttura di quest'ultimo. Questa seconda fase di prototipazione ci ha permesso di realizzare il [medium-fidelity prototype](#) ed è stata definita dai seguenti obiettivi:

- Risoluzione delle problematiche riscontrate nella valutazione del low-fidelity prototype.
- Identificazione e realizzazione di eventuali miglioramenti grafici.

Le modifiche implementate in questa iterazione sono state sia ideate da noi, durante una nuova fase di brainstorming, sia suggerite direttamente dagli utenti coinvolti durante la fase di valutazione precedente. I principali cambiamenti in questo prototipo sono riassumibili in:

- **Alleggerimento e modifica del tutorial:** abbiamo cercato di ridurre nel tutorial introduttivo informazioni ridondanti e che si sono rilevate intuitive anche senza una spiegazione esplicita. Abbiamo principalmente ridotto spiegazioni nella sezione "Note" e "Impostazioni" e abbiamo posto in maniera più chiara le modalità per visualizzare un periodo specifico nella pagina "Risorse".
- **Spostamento del bottone per aggiungere un grafico ad una nota:** nella prima versione del prototipo pensavamo fosse comodo tenere tale bottone nella sezione "Risorse", così da poter esaminare in modo approfondito il grafico desiderato per poi associarlo ad una nota. Tale scelta ha causato problemi agli utenti nella validazione. Spesso tale funzionalità non veniva trovata e, a task terminata, il tempo impiegato per lo svolgimento di quest'ultima risultava essere oltre le aspettative anche nel caso l'utente individuasse immediatamente tale bottone. Nella nuova versione del prototipo è possibile associare un grafico ad una nota direttamente nella sua creazione e modifica, dopo aver visualizzato una sua anteprima.
- **Comparsa dei bottoni "Conferma" e "Annulla" all'interno delle pagine in "Dispositivi" e "Impostazioni" solo quando venissero effettivamente eseguite modifiche in tali sezioni:** questa decisione è derivata dal fatto che durante la prima evaluation spesso non venivano confermati i comandi legati agli smart object visibili nella stessa sezione "Dispositivi". Un cambiamento di questo tipo ha avuto lo scopo di fornire all'utente un feedback grafico che gli ricordasse di inviare tale comando. Per omogeneità tale menù è stato adattato anche per le voci "Profilo", "Notifiche", "Soglie energetiche" e "Contratti elettrici" nella pagina "Impostazioni".
- **Modifiche grafiche e bug fix:** abbiamo migliorato le ombreggiature per ottimizzare l'"elevation" nell'app; è stata cambiata l'icona dei dispositivi associati alla centralina in base alla risorsa energetica associata a quest'ultimi; è stata creata una pagina d'avvio con un logo; abbiamo corretto alcuni typo e corretto alcuni bug.

Sono rimaste tuttavia ancora alcune limitazioni implementative:

- Alcuni Text Field si auto-completano al tocco e alcuni non hanno un controllo dell'input.
- Non sono presenti i grafici estesi di ogni giorno nonostante tali periodi vengano mostrati in anteprima visualizzando le statistiche del mese.

- È possibile creare una sola nota predefinita e non è possibile cancellare/modificare le note.
- Alcune modifiche eseguibili dall'utente non risultano essere persistenti: una volta che vengono confermate non rimangono salvate dopo l'uscita da tale sezione.
- Manca la funzionalità per l'inserimento di alcune informazioni relative ai contratti energetici.

5.2.1. Validazione

La validazione del medium-fidelity prototype ha seguito gli stessi principi e la stessa metodica della validazione del prototipo precedente. Abbiamo deciso di riproporre ad utenti differenti le stesse task della prima validazione, così da poter avere sia un nuovo feedback sulle task risultate più problematiche, sia un parere complessivo sulla nuova versione dell'applicazione.

5.2.2. Risultati

L'esito della seconda validazione è stato decisamente positivo, gli utenti hanno completato le task che precedentemente risultavano problematiche senza grosse difficoltà e hanno affermato che l'utilizzo dell'applicazione risulta piacevole e intuitivo. L'unica criticità rilevata risulta essere nuovamente la selezione del periodo per i grafici dei consumi: nelle task relative a questa meccanica, gli utenti hanno dovuto navigare diversi secondi nell'app prima di riuscire a portare a termine tale compito nonostante avessimo cercato di chiarire il suo svolgimento nel tutorial. Come per la validazione precedente, questo è sembrata una problematica legata alla prima esperienza con l'applicazione, dato che gli utenti hanno dimostrato una reattività crescente avanzando nelle task. Inoltre, hanno anche affermato un'esperienza positiva e una certa validità e intuitività dell'applicazione. Tra i suggerimenti proposti è emersa inoltre la richiesta di alleggerire il tutorial, di fornire un bottone per l'uscita anticipata da quest'ultimo e di muoversi anche per sezioni e non solo per pagine durante la sua visualizzazione. I risultati completi dei feedback sono visualizzabili [qui](#).

6. Conclusioni e possibili miglioramenti

Siamo rimasti pienamente soddisfatti dal nostro lavoro dato che l'idea del nostro prototipo è riuscita a soddisfare tutti i requisiti utente emersi dalle interviste e la stessa implementazione del medium fidelity prototype è risultata molto intuitiva anche a utenti meno pratici dal punto di vista tecnologico. Come continuazione del percorso di design concordiamo sul fatto che ci debba essere la creazione di un prototipo high fidelity, nel quale andrebbe chiarito nuovamente il funzionamento di selezione del periodo nella sezione "Risorse" e nel quale verrebbe modificata la struttura del tutorial per renderlo più conciso ed efficace. La parte hardware del sistema potrebbe inoltre assumere una struttura pienamente modulare, così da poter facilitare la parte di installazione e da rendere fruibile il sistema anche ad utenti con esigenze o capacità economiche molto differenti. Consideriamo anche che sarebbe fondamentale testare una versione concreta e funzionante del sistema per un periodo di tempo più ampio (una settimana o più), per cercare di individuare i suoi limiti in un ambiente reale.