



UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di Laurea magistrale in Ingegneria Edile

Gestione del valore nel facility management: un caso di studio nel retail

Facility value management: a retail case study

Relatore:

Prof. Alberto Giretti

Tesi di Laurea di:

Simone Spaccapaniccia

A.A. 2020 / 2021

Sommario

Introduzione.....	3
1. Facility Management - FM.....	6
2. Value management ^[1].....	15
3. Ingegneria dei sistemi ^[2].....	28
4. Linguaggio SysML^[3].....	59
5. Esempio di applicazione.....	71
Conclusioni.....	102
Bibliografia.....	104

Introduzione

Il Facility Management è il processo di progettazione, implementazione e controllo attraverso il quale le facility (ovvero gli edifici e i servizi necessari a supportare e facilitare l'attività dell'azienda) sono individuate, specificate, reperite ed erogate allo scopo di fornire e mantenere quei livelli di servizio in grado di soddisfare le esigenze aziendali, creando un ambiente di lavoro di qualità con una spesa il più possibile contenuta. Quello del Facility Management è perciò un approccio integrato che, attraverso la progettazione, pianificazione ed erogazione di servizi di supporto all'attività principale dell'azienda, mira ad aumentare l'efficacia dell'organizzazione e a renderla capace di adattarsi con facilità e rapidità alle modificate esigenze del mercato.

C'è una forte rivisitazione del patrimonio immobiliare, in particolare sul loro uso, sulla loro gestione e su come viene messo a reddito. Questo ha spinto le imprese ad affrontare il problema della gestione immobiliare sia per la manutenzione che per la definizione ed ottimizzazione dei principali servizi legati agli spazi ed alle attività aziendali. Trova particolare applicazione nella gestione del patrimonio immobiliare il Facility Management (FM) essendo una metodologia che risponde all'esigenza di migliorare la qualità dei prodotti e dei servizi e di controllare e contenerne i costi.

Il Value Management (VM) o Gestione del Valore è il nome dato a un processo in cui i benefici funzionali di un progetto sono esplicitati e valutati coerentemente con un sistema di valori determinato dal cliente. Questa definizione si applica a tutti i tipi di progetti, indipendentemente dal settore da cui provengono. La gestione del valore, come disciplina, riunisce idee, concetti, modelli, strumenti e tecniche dell'economia e della finanza, nonché del comportamento organizzativo e della psicologia sociale. Integra anche la gestione strategica e le discipline di gestione del progetto. La gestione del valore è focalizzata sul progetto di business, mentre l'ingegneria del valore, come sottoinsieme della gestione del valore, è più focalizzata sul progetto tecnico. Il valore massimo è ottenuto da un livello di qualità richiesto al minimo costo;

il livello di qualità più alto per un dato costo o da un compromesso ottimale tra i due

Questa è una definizione utile perché mette in evidenza il rapporto tra valore, qualità e costo e la definizione di valore è una relazione tra tempo, costo e le variabili che determinano la qualità che il cliente ricerca dal progetto finito.

La System Engineering è una prospettiva, un processo e una professione; in particolare è un approccio interdisciplinare e un mezzo per consentire la realizzazione di sistemi di successo. Si concentra sulla definizione delle esigenze del cliente e delle funzionalità richieste nelle prime fasi del ciclo di sviluppo, documentando i requisiti e quindi procedendo con la sintesi del progetto e la convalida del sistema considerando il problema completo (operazioni, costi e pianificazione, prestazioni, formazione e supporto, test, produzione e disposizione). L'ingegneria dei sistemi integra gruppi e discipline in uno sforzo di squadra formando un processo di sviluppo strutturato che procede dal concetto alla produzione al funzionamento e considera sia le esigenze aziendali che quelle tecniche di tutti i clienti con l'obiettivo di fornire un prodotto di qualità che soddisfi le esigenze degli utenti. L'ingegneria dei sistemi è un processo iterativo di sintesi top-down, sviluppo e funzionamento di un sistema del mondo reale che soddisfa l'intera gamma di requisiti del sistema. Si tratta di guardare un problema nella sua interezza, tenendo conto di tutte le sfaccettature e di tutte le variabili e mettendo in relazione l'aspetto sociale con quello tecnico.

SysML è un linguaggio di modellazione grafica generico che supporta l'analisi, la specifica, la progettazione, la verifica e la convalida di sistemi complessi. Il linguaggio ha lo scopo di aiutare a specificare e progettare sistemi e i loro componenti che possono quindi essere progettati utilizzando altri linguaggi specifici del dominio.

L'obiettivo della tesi è quello di applicare le tecniche del System Engineering (SE) per implementare una Value Management (VM) nel Facility Management (FM).

Il caso di studio ha riguardato la progettazione (tecnico – economica) di un centro commerciale e la sua sistemazione esterna effettuando un capital programming e un service programming

volti a stabilire i customer needs e i requirements del progetto attraverso un linguaggio SysML, l'individuazione dell'area oggetto di studio e relative caratteristiche urbane - viarie, le ipotesi progettuali e successiva scelta di una di esse in base a parametri specifici, l'analisi dell'investimento da effettuare, calcolo dei costi operativi e costi manutentivi su dati normativi e di mercato corrente.

1. Facility Management - FM

Il settore dell'edilizia è in continua crescita e richiede sempre maggiori specifiche e ad oggi è evidente come non sia semplice il controllo continuo del rapporto qualità, soluzioni tecniche e prezzo nell'iter di un'opera, dalla sua realizzazione, alla manutenzione, funzionalità e fine dell'opera stessa.

L'IFMA Italia, l'associazione Italiana no-profit direttamente discendente dell'International Facility Management Association, fondata negli Stati Uniti nel 1980, definisce il facility Management come:

- la disciplina aziendale che coordina lo spazio fisico di lavoro con le risorse umane e l'attività propria dell'azienda. Integra i principi della gestione economica e finanziaria dell'azienda, dell'architettura e delle scienze comportamentali ed ingegneristiche
- dove per facility si intende gli edifici ed i servizi necessari a supportare e facilitare le attività aziendali ovvero ogni prodotto (tangibile) o servizio (intangibile) atto a supportare i processi primari di un'organizzazione (ossia qualsiasi elemento, anche un edificio, che sia stato costruito, installato o creato per supportare il core business aziendale).

E' chiaro che l'obiettivo primario del facility management è il coordinamento dello spazio fisico di lavoro con le risorse umane e l'attività propria dell'azienda

La norma Europea EN15221 definisce il Facility Management come un processo integrato per sostenere e migliorare l'efficacia delle attività principali quali l'organizzazione per la gestione e la fornitura di servizi di supporto all'azienda.

In altre parole comunemente per FM si intende tutto quanto concorre alla gestione degli edifici e loro impianti, ma anche servizi e manutenzioni.

LA PIRAMIDE DEL FACILITY MANAGEMENT

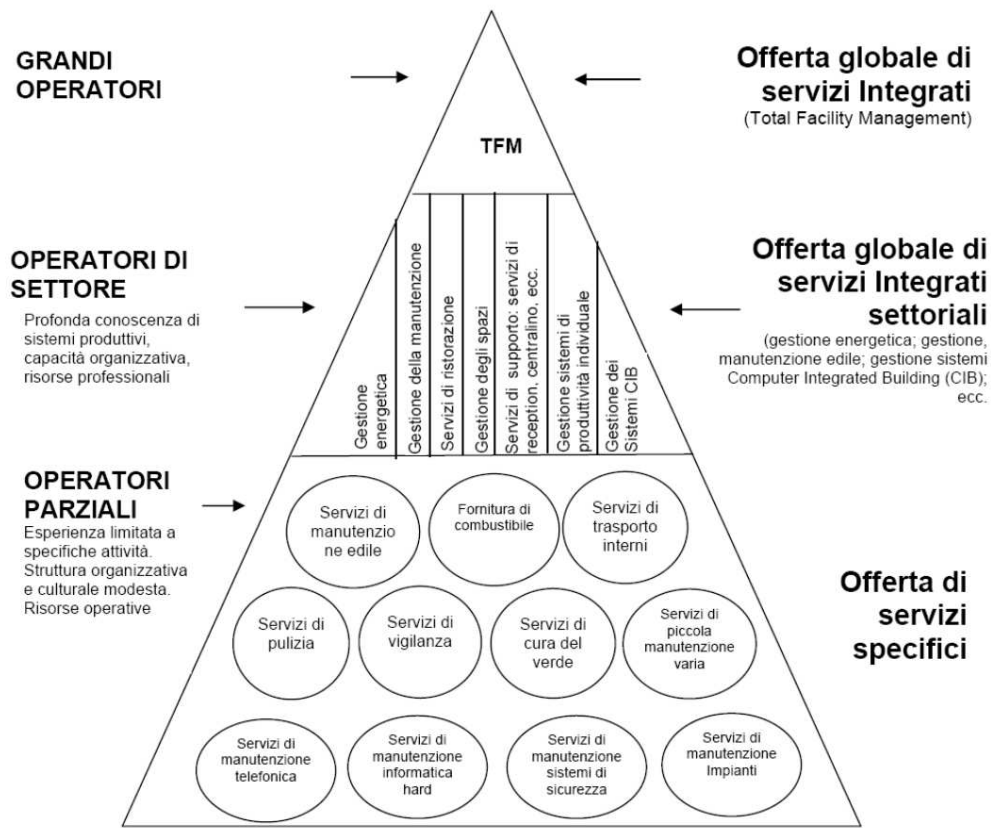


Fig. 1 - La piramide evidenzia i tre segmenti in cui è possibile suddividere l'offerta dei servizi di Facility Management

Sempre secondo IFMA il FM:

- è la pratica (sistema di conoscenze, metodiche, strumenti) di coordinamento degli spazi/attrezzature di lavoro con le risorse umane e l'organizzazione complessiva (obiettivi-responsabilità);
- esso integra principi di amministrazione, gestione immobiliare, architettura, psicologia e conoscenza dei comportamenti di gruppo ed ingegneria.

Il FM è comunque, innanzitutto, receptive ed approfondire le esigenze del Committente attraverso un'analisi completa delle modalità e delle criticità organizzative come descritto in Figura 1.

Si può quindi asserire che il Facility management è:

- il processo di progettazione, implementazione e controllo attraverso il quale le facility (ovvero gli edifici e i servizi necessari a supportare e facilitare l'attività dell'azienda) sono individuate, specificate, reperite ed erogate allo scopo di fornire e mantenere quei livelli di servizio in grado di soddisfare le esigenze aziendali, creando inoltre un ambiente di lavoro di qualità con una spesa il più possibile contenuta.
- Quello del Facility Management è perciò un approccio integrato che, attraverso la progettazione, pianificazione ed erogazione di servizi di supporto all'attività principale dell'azienda, mira ad aumentare l'efficacia dell'organizzazione e a renderla capace di adattarsi con facilità e rapidità alle modificate esigenze del mercato.

Il Facility Management è caratterizzato essenzialmente da tre aspetti principali:

- Strategico : che concerne ogni decisione relativa alla politica di gestione e reperimento dei servizi, di distribuzione delle risorse da impiegare a supporto degli obiettivi aziendali (predisposizione e gestione del budget, ripartizione dei costi, ecc.), di scelta del fornitore, ecc.
- Analitico : è relativo alla comprensione delle necessità dei Clienti Interni ovvero:
 - i servizi, il controllo dei risultati della gestione e l'efficienza nell'erogazione del servizio stesso;
 - l'individuazione di nuove tecniche e tecnologie che supportino il business aziendale

Si tratta dunque di un aspetto fondamentale che consente al Facility Management di contribuire fattivamente al conseguimento degli obiettivi dell'azienda

- Gestionale/operativo: concerne la gestione e il coordinamento di tutti i servizi complessivamente intesi (non dei singoli servizi), include inoltre la definizione di sistemi e procedure nonché l'implementazione e la reingegnerizzazione dei processi di erogazione.

In sintesi il FM integra i principi di gestione:

1. finanziaria ed economica di un'azienda;
2. dell'architettura e dell'ingegneria;
3. delle scienze comportamentali.

Il Facility Management parte dal presupposto di implementare e sviluppare gli standards ed i processi a supporto delle attività primarie aziendali, con la finalità di rendere l'organizzazione e la gestione in grado di adattarsi alle nuove esigenze, alla modernizzazione del settore, migliorandone l'efficacia.

Nel ruolo di garante della qualità delle strutture immobiliari, il facility management sta acquisendo sempre maggior rilievo, garantendo la continuità, l'affidabilità, il funzionamento e la fruibilità ottimale dell'opera.

Agli inizi degli anni '80 negli Stati Uniti nasce la disciplina del Facility Management.

Per l'economia nordamericana è un periodo molto difficile, il mercato aveva rapidamente ed in modo radicale modificato le sue caratteristiche e le imprese ne avevano pagato le conseguenze. Si può parlare di effetto domino:

- le barriere geografiche divennero meno rigide per quanto concerne la circolazione delle merci;
- emerge un'offerta molto differenziata che porta più libertà nell'offerta ed una maggiore possibilità di scelta;
- l'esigenza del consumatore si modifica notevolmente;
- il rapporto tra cliente e fornitore è completamente diverso, si cominciano a richiedere prodotti e servizi personalizzati;
- Le aziende statunitensi che avevano standardizzato la produzione si trovano ad essere incapaci di rispondere alle nuove esigenze del mercato;

- I consumatori scelgono sempre più attentamente e con consapevolezza basandosi sull'offerta qualitativamente più conveniente, sul miglior rapporto qualità/prezzo e non più solo sul prezzo più basso;
- Il fenomeno si diffonde su tutti i settori della produzione, incluso il settore edile e, parallelamente al prodotto finito si affianca la componente "servizio", con l'inevitabile conseguenza dell'innalzamento della competitività.

A seguito di quanto sopra analizzato diventa chiara la necessità di una trasformazione radicale, si tratta di ripensare all'organizzazione dell'azienda per renderla competitiva sul mercato. La concentrazione delle risorse sul business principale dell'azienda è la conseguenza della richiesta di una maggiore rapidità ed efficacia nelle decisioni da prendere in relazione all'efficienza dell'impresa stessa.

Negli anni '90, il processo di adeguamento organizzativo delle imprese investe pesantemente tutte le funzioni dell'azienda.

L'obiettivo è quello di trasformare i concetti fondamentali del fare management avendo per obiettivo l'incremento delle performance e dell'efficacia dell'azienda. L'accento e l'interesse si spostano in modo concreto su soluzioni elastiche e su modelli organizzativi collaborativi. Detti modelli si basano sull'articolazione delle responsabilità e su ruoli diversi delle professionalità e sul decentramento. In particolare si può asserire che l'evoluzione organizzativa e strategica delle imprese degli anni '90 si basa sui seguenti cardini:

- i processi si basano su soluzioni prevalentemente ingegneristiche;
- le attività vengono considerate funzioni integrate;
- il ruolo dei sistemi informativi delle architetture di rete ed i database rendono accessibili dati aziendali a tutti gli interessati

Ne segue inevitabilmente una forte rivisitazione del patrimonio immobiliare, in particolare sul loro uso, sulla loro gestione e su come viene messo a reddito. Questo ha spinto le imprese ad

affrontare il problema della gestione immobiliare sia per la manutenzione che per la definizione ed ottimizzazione dei principali servizi legati agli spazi ed alle attività aziendali.

Lo sviluppo del Facility Management, in particolare nel settore edile è dunque conseguenza:

- della nuova esigenza di spazi o immobili sempre più flessibili per rispondere alle esigenze delle attività che vi si svolgono;
- della variabilità delle attività stesse nel tempo;

del forte bisogno di spazi di qualità. Nasce l'edificio intelligente e dinamico, dotato di impiantistica tradizionale ed innovativa;

- di creare spazi/edifici che possono essere facilmente trasformati per adeguarsi quando necessario;
- la qualità deve essere verificata ed avere costi che possano essere programmati e valutati con certezza.

In sintesi, il valore delle attività di servizio e la nascita degli spazi di qualità, con la conseguente necessità di gestire dette attività e detti spazi, sono stati individuati come elementi basilari per superare la crisi degli anni '80 e sono stati successivamente messi in atto negli anni '90, determinando la nascita della disciplina del Facility Management e del ruolo del Facility Manager.

Il termine "facility" indica sia l'immobile dove si svolge l'attività lavorativa, sia tutte le attività di servizio. Facility è quindi sia il contenitore dell'attività lavorativa che i servizi che rendono possibile l'attività stessa. Si può quindi asserire che il settore in cui si applica la metodologia in questione è quella della gestione strategica di immobili e servizi ed in particolare di tutte quelle attività che supportano l'azienda.

IFMA Italia ha classificato le "Facility" in tre macro-aree di servizi:

- Servizi all'edificio: racchiude tutte le attività volte al mantenimento dell'immobile e di

tutti i suoi impianti e strutture. L'obiettivo finale di questi servizi è garantire la continuità di funzionamento dell'edificio inteso come "scatola" all'interno della quale l'azienda svolge la propria attività, nel rispetto delle normative in materia di igiene degli ambienti di lavoro, di sicurezza e di uso razionale dell'energia.

- Servizi allo spazio: l'obiettivo in questo caso è fare in modo che lo spazio di lavoro sia un supporto utile per l'azienda, facilitando i processi di creazione del valore, di comunicazione, di socializzazione e di creazione e circolazione della conoscenza. Questo gruppo di servizi presenta un alto livello di complessità dal punto di vista dell'organizzazione.
- Servizi alle persone: macro-area molto vasta che include elementi quali ad esempio la ristorazione, la gestione documentale, la reception, l'igiene ambientale, la sicurezza, ecc. Si tratta di un insieme di attività che mirano ad incrementare la produttività, il benessere e la fidelizzazione di chi lavora per l'azienda

Trova particolare applicazione nella gestione del patrimonio immobiliare il Facility Management (FM) essendo una metodologia che risponde all'esigenza di migliorare la qualità dei prodotti e dei servizi e di controllare e contenerne i costi.

Terotec, "laboratorio tecnologico-scientifico" di riferimento nazionale, definisce il FM come una gestione manageriale integrata della pluralità dei servizi (rivolti agli edifici, agli spazi, alle persone) non rientranti nel core business aziendale, ma strettamente necessari al funzionamento dell'organizzazione aziendale.

Il rilancio qualitativo e funzionale del patrimonio immobiliare sta diventando sempre più area di investimento e non solo di costo, attraverso forme di contratti di gestione innovative, miste privato-pubblico, project finance, ecc.

Le aziende di servizi di Facility Management (FM), anche attraverso consulenti e professionalità diverse, offrono consulenza specializzata nel campo gestionale riferite alle aree del settore edile quali:

- a) progettazione architettonica, ingegneristica e tecnologica, pianificazione, ecc;
- b) controllo costi di edificazione e manutenzione dell'opera;
- c) formazione, sviluppo e innovazione dei sistemi di servizio;
- d) supporto nei processi di relazione complessa con il committente;
- e) ingegneria gestionale su appalti complessi;
- f) tavoli e consulte di coordinamento, formazione;
- g) supporto sul fronte degli appalti, dall'analisi di fattibilità fino alla sua realizzazione incluse fasi di controllo e gara.

E' evidente come il patrimonio immobiliare urbano e territoriale diventa in tal modo "risorsa attiva" e il FM ne consente la sua valorizzazione e ne garantisce il miglior funzionamento.

In particolare per quanto riguarda il settore edilizio il Facility Management assume il ruolo e la responsabilità di "auditing" (nel linguaggio del management, funzione aziendale che esplica mansioni di controllo su un determinato settore della produzione o dell'amministrazione) di edifici-patrimoni immobiliari.

L'auditing o "controllo" di un edificio consiste:

- 1) nell'individuazione e analisi dei problemi;
- 2) nella definizione delle strategie organizzative, contrattuali, economiche e tecnologiche volte ad ottenere miglioramenti e adeguamenti delle proprie capacità di gestione immobiliare, in modo particolare:
 - metodiche e strumenti utilizzabili nella gestione degli immobili;
 - criteri e strumenti per la gestione dei rapporti con i fornitori di servizi;
 - modifiche organizzative;
 - impostazioni metodologiche e strumenti per la pianificazione ed il controllo del budget dei costi e delle attività.

Il “controllo” dell’edificio è quasi sempre strutturato in tre fasi di lavoro:

- **Raccolta dei dati:** si realizza attraverso interviste ad hoc ai responsabili dell’azienda ed al responsabile della struttura incaricato della gestione. Le interviste si basano su di un questionario articolato in sezioni specifiche. In questa fase dovranno essere raccolti dati di tipo contabile, contrattuale, organizzativo etecnico;

- **Elaborazione dei dati raccolti e definizione dei problemi e dei punti critici**

dell’organizzazione: i risultati dell’analisi e dell’elaborazione dei dati raccolti andranno a costituire una mappa articolata dei fattori che ostacolano sul piano economico, organizzativo e tecnico lo sviluppo innovativo del processo gestionale;

- **Progettazione delle possibili soluzioni:** ha lo scopo di proporre ipotesi e progetti di “fattibilità” per il miglioramento delle attività di gestione del patrimonio immobiliare, partendo dalla specifica realtà della struttura in esame. Le “fattibilità” devono essere strutturate secondo un ordine di priorità del tipo:

- a. facilità nella realizzazione della proposta di cambiamento;
- b. importanza economica dei risultati ottenibili.

L’attività di “auditing” è svolta da società di consulenza, professionisti e da strutture universitarie che hanno realizzato programmi di ricerca e formazione nell’ambito del Facility Management e che sono in grado di offrire servizi di ricerca e consulenza.

L’auditing di edificio consente di acquisire una vasta e multiforme base informativa che costituisce la premessa indispensabile per individuare valide soluzioni alternative sul piano organizzativo-gestionale e tecnologico.

2. Value management ^[1]

Il Value Management (VM) o Gestione del Valore è il nome dato a un processo in cui i benefici funzionali di un progetto sono esplicitati e valutati coerentemente con un sistema di valori determinato dal cliente. Questa definizione si applica a tutti i tipi di progetti, indipendentemente dal settore da cui provengono. Ad esempio, il progetto potrebbe essere la progettazione e la fabbricazione di un prodotto, la progettazione e la costruzione di un prodotto edilizio o infrastrutturale, la rivalutazione di un processo organizzativo o la fornitura di un servizio nuovo o migliorato nei servizi bancari, assicurativi o pubblici come l'istruzione o la salute. Il fattore che rende possibile la gestione del valore è l'identificazione del progetto. Il cliente per il progetto stabilirà implicitamente o esplicitamente un sistema di valori proprio. "Il cliente" nel contesto di questa definizione è la persona, le persone o l'organizzazione responsabile dell'inizio del progetto e della sua eventuale adozione nell'attività principale del cliente.

Il valore massimo è ottenuto da :

- un livello di qualità richiesto al minimo costo;
- il livello di qualità più alto per un dato costo;
- da un compromesso ottimale tra i due

Questa è una definizione utile perché mette in evidenza il rapporto tra valore, qualità e costo e la definizione di valore è una relazione tra tempo, costo e le variabili che determinano la qualità che il cliente ricerca dal progetto finito.

Da un punto di vista cronologico, durante i suoi primi quattro decenni di vita, la gestione del valore si è sviluppata all'interno del settore manifatturiero. Dalla metà degli anni '80 la gestione del valore è stata adottata come misura del rapporto qualità-prezzo all'interno delle industrie delle costruzioni di un certo numero di paesi. Nel Regno Unito, negli ultimi due decenni si è

assistito a una crescita del suo sviluppo e della sua pratica in diversi punti di intervento in un'ampia gamma di tipologie di progetti di costruzione. Nello stesso periodo la gestione del rischio (risk management) si è sviluppata ed è spesso associata alla gestione del valore come servizio complementare. Gli sviluppi nella gestione del valore hanno raggiunto un plateau e quindi questo è un momento opportuno per acquisire gli sviluppi nel pensiero del valore nella costruzione e registrare modelli robusti per la pratica della gestione del valore nella costruzione. Che i futuri sviluppi nella gestione del valore appartengano al settore dei servizi è fuori discussione.

Negli anni '90 è stato preparato un terreno fertile per gli sviluppi nella gestione del valore nel settore delle costruzioni del Regno Unito da varie iniziative che hanno cercato di aumentare l'efficienza e l'efficacia del settore.

- Il Latham Report ha dato vita al Construction Industry Board, che ha pubblicato lavori influenti sulla modernizzazione dell'industria. La gestione del valore è stata considerata favorevole alle buone pratiche e ha ricevuto una copertura significativa.
- Il Rapporto Egan, che ha dato vita al Movimento per l'Innovazione (M4I), ha sfruttato la tecnologia web per mostrare esempi di buone pratiche e ha offerto un'opportunità per il benchmarking attraverso il suo database di indicatori chiave di prestazione. È stato influente nello spostare una parte sostanziale del settore edile verso un lavoro più collaborativo, un ambiente in cui prospera la gestione del valore.
- L'Acceleration Change Report si basa sul lavoro di M4I e ha stabilito che il Rethinking Construction è il veicolo principale per l'avanzamento dei prodotti e dei processi da costruzione del settore pubblico e privato.

- L'Office of Government Commerce ha lanciato il processo Gateway che, con le relative linee guida sugli appalti edili, descrive i vantaggi delle buone pratiche negli appalti edili nel settore pubblico.
- Nuovi sistemi di approvvigionamento basati su accordi quadro, negoziazioni, prezzo massimo garantito più progetti avviati contratti lungimiranti come PPC 2000, Defense Estates Prime Contract e la procedura NHS ProCure 21.

Il clima degli anni '90 nell'edilizia britannica era quindi propizio allo sviluppo di sistemi innovativi come la gestione del valore. Il punto di riferimento è stato il trampolino di lancio per un lavoro dettagliato in due aree. In primo luogo, rendere chiari gli stili di studio e la loro applicazione in fasi particolari dei progetti e mettere in relazione ogni stile di studio con gli strumenti e le tecniche più comunemente associati. In secondo luogo, indagare sul concetto di qualità e valore per comprendere la loro interrelazione e la loro applicazione all'interno del pensiero della catena di approvvigionamento. Nuove pratiche, in particolare nella gestione, portano con sé l'effetto carrozzone. Una buona idea viene lanciata sul mercato come un nuovo servizio da un consulente imprenditoriale. Riconoscendo la buona idea, altri consulenti offrono lo stesso servizio. Nel tempo, il servizio assume i crismi della standardizzazione, della regolamentazione e dell'istituzionalizzazione; i clienti acquistano dai migliori, che ora si possono distinguere, e altri consulenti interrompono il servizio.

La storia della gestione dei progetti di costruzione nel Regno Unito può essere tracciata attraverso progetti storici, come la costruzione del National Exhibition Centre a Birmingham. A quel tempo l'impiego di un project manager consulente era relativamente raro, ma presto fu riconosciuto come un modo migliore di fare affari. In breve tempo molte organizzazioni di consulenza vendevano i servizi di project management. Tuttavia, nel tempo sono stati riconosciuti quegli asset unici che rendono speciale il project management e l'attività di project management è diventata una competenza specifica. L'Associazione per il Project Management

ora mira ad essere il primo punto di contatto per e l'autorità nazionale sulla gestione dei progetti, e attraverso l'International Project Management Association (IPMA), un'autorità internazionale. Mira tra l'altro a sviluppare la professionalità nella gestione dei progetti e a raggiungere standard e certificazioni riconosciuti per i project manager. L'attività di gestione del valore nelle costruzioni nel Regno Unito è iniziata tre decenni dopo le prime consulenze di gestione del progetto. Con l'aiuto del programma europeo SPRINT (programma strategico per l'innovazione e il trasferimento tecnologico), è stato pubblicato uno standard europeo per la gestione del valore, redatto da un consorzio di varie associazioni di valore in tutta Europa. È stato configurato un sistema di formazione e qualificazione denominato Value for Europe con un proprio consiglio di amministrazione europeo. Nel Regno Unito, l'Institute of Value Management sta attualmente sviluppando sistemi e procedure, etica e standard e una rete di filiali. I primi anni di gestione del valore sono stati dominati dalla pratica statunitense. Uno spartiacque si è verificato a metà degli anni '80 con l'uso internazionale del metodo in costruzione. Sebbene ci sia stato interesse da parte di alcuni paesi nel portare avanti la VM attraverso il franchising della metodologia statunitense, è stata anche presa e fusa in una vasta gamma di mercati e culture internazionali delle costruzioni.

Vengono introdotti diversi stili di studio del valore perseguendo l'argomento che il ruolo del manager del valore è quello di decidere, strutturare e fornire uno stile di studio su misura per un particolare problema di valore, sia esso per un progetto, un programma di progetto, un servizio o una funzione organizzativa. Indipendentemente dal tipo di problema di valore, si postula che le fasi della sua soluzione comprendano tre fasi generiche:

- La fase di orientamento e diagnosi
- La fase di workshop
- La fase di implementazione

La gestione del valore è focalizzata sul progetto di business o sugli investimenti, mentre l'ingegneria del valore, come sottoinsieme della gestione del valore, è più focalizzata sul progetto tecnico definendo una tipologia di clienti per introdurre l'idea di diversi sistemi di valori del cliente, ognuno dei quali deve essere compreso affinché uno studio del valore possa essere adattato. La teoria del valore fornisce la materia prima per la catena del valore del progetto, attingendo a un programma di studi di ricerca-azione in corso dai primi anni '90, descrivendo l'applicazione della teoria della catena del valore alla gestione del valore e ai progetti di ingegneria del valore durante l'intero ciclo di vita del progetto

Gli sviluppi nel pensiero del valore dal 1947 alla fine degli anni '80 sono stati dominati dal pensiero americano. Il Value management è venuto a significare un servizio in cui si deve considerare più della semplice funzione di base di un elemento o di un componente. La gestione del valore è la gestione strutturata dell'equazione del valore totale attraverso tutte le fasi del progetto e quindi in questo senso assume l'ingegneria del valore come parte componente dell'intero servizio. La UK Value Engineering Association, fondata nel 1966, ha cambiato nome in Institute of Value Management nel 1972. Anche il più recente Institute of Value Management Australia e l'Hong Kong Institute of Value Management considerano la gestione del valore un'attività più ampia di Ingegneria del valore. SAVE International negli Stati Uniti ha scelto di utilizzare la metodologia del valore come termine onnicomprensivo.

Il pensiero sul valore è iniziato con il lavoro di Lawrence Miles che, negli anni '40, era un ingegnere degli acquisti presso la General Electric Company (GEC). A quel tempo l'industria manifatturiera negli Stati Uniti funzionava alla massima capacità, il che ha comportato la carenza di un certo numero di materie prime e componenti chiave. GEC desiderava espandere la propria produzione e Miles fu incaricato di acquistare i materiali per consentirlo. Spesso non era in grado di ottenere il materiale o il componente specifico specificato dal progettista, quindi ragionava: "Se non riesco a ottenere il prodotto specificato, devo procurarmi un'alternativa che svolga la

stessa funzione". Una caratteristica fin dall'inizio è stato l'approccio di squadra, fornendo creativamente la funzione richiesta, con conseguente generazione di molte alternative alla soluzione esistente. Laddove sono state trovate alternative, queste sono state testate e approvate dal progettista del prodotto.

Miles scoprì che molti dei sostituti fornivano prestazioni uguali o migliori a un costo inferiore e sulla base di queste osservazioni propose un sistema che chiamò analisi del valore. La definizione di analisi del valore è:

- Un approccio organizzato per fornire le funzioni necessarie al minor costo.

L'analisi del valore è stata considerata un esercizio di convalida dei costi che non ha influito sulla qualità del prodotto. La semplice omissione di un miglioramento o di una finitura non sarebbe considerata un'analisi del valore. Ciò ha portato alla seconda definizione:

- L'analisi del valore è un approccio organizzato per l'identificazione e l'eliminazione dei costi non necessari.

Il costo non necessario è il costo che non fornisce né l'uso né la vita né la qualità né l'aspetto né le caratteristiche del cliente.

In tale contesto:

- L'uso si riferisce all'utilità del componente. Questa utilità è misurata con riferimento alla misura in cui svolge la funzione richiesta.
- La vita del componente o del materiale deve essere in equilibrio con la vita dell'insieme in cui è incorporato. Ad esempio, può essere incorporato un costo non necessario se viene specificato un componente che ha una vita di dodici anni all'interno di un prodotto che sarà ridondante in quattro anni.

- La qualità è soggettiva. Comunque sia percepito, deve essere preservato. La filosofia dell'ingegneria del valore mira a ridurre i costi senza sacrificare la qualità.
- L'aspetto di un prodotto è spesso una delle caratteristiche più importanti per un cliente. Le caratteristiche estetiche di qualsiasi edificio o prodotto sono spesso quelle che deliziano e attirano il cliente.

Le caratteristiche del cliente sono quelle che vendono il prodotto ma che di per sé non si aggiungono alle funzioni. I disegni grafici o pittorici applicati ai prodotti sono un buon esempio.

Nel 1954 il Bureau of Ships del Dipartimento della Difesa degli Stati Uniti divenne la prima organizzazione del governo degli Stati Uniti a implementare un programma formale di analisi del valore. Fu in quel momento che il termine ingegneria del valore nacque per la ragione amministrativa che gli ingegneri erano considerati il personale più appropriato per questo programma. La formazione della Society of American Value Engineers nel 1959 ha stabilito l'ingegneria del valore, che è entrata in uso comune come termine preferito ed è il termine più utilizzato oggi negli Stati Uniti. La Society of American Value Engineers è diventata SAVE International nel 1977. Il termine originale di analisi del valore è ancora ampiamente utilizzato in Francia.

Inizialmente importante per lo sviluppo dell'ingegneria del valore negli Stati Uniti è stato il coinvolgimento del governo che richiedeva necessariamente strutture verificabili. L'ingegneria del valore si è diffusa a molte agenzie governative federali, statali e locali degli Stati Uniti in seguito all'introduzione del programma di riduzione dei costi del Segretario McNamara nel 1964. All'interno della costruzione, l'azione delle agenzie governative è stata determinante per il progresso della tecnica. I documenti di gara emessi, tra l'altro, dal Dipartimento della Difesa degli Stati Uniti, dal Navy Facilities Engineering Command, richiedevano che l'ingegneria del valore fosse eseguita in una fase specifica dello sviluppo di un progetto, secondo un programma prestabilito di 40 ore chiamato Job Plan utilizzando un team indipendente dal team di progetto.

La funzione è definita come un'attività o azione caratteristica per la quale una cosa è specificamente adattata o utilizzata o per la quale esiste qualcosa. Quindi qualcosa può essere definito funzionale quando è progettato principalmente in accordo con i requisiti d'uso piuttosto che principalmente in accordo con la moda, il gusto o anche regole o regolamenti. Un servizio (educativo, bancario, assicurativo, ecc.) è funzionale quando tutta l'energia immessa nel servizio è concentrata al 100% sul cliente; un progetto è funzionale quando il suo output contribuisce al 100% al core business del cliente; e un elemento o un componente è funzionale quando il suo scopo nel contesto dell'insieme è efficiente al 100%.

Le questioni strategiche e organizzative sono i domini della gestione del valore mentre lo spazio tecnico, le questioni degli elementi e dei componenti sono appannaggio dell'ingegneria del valore.

Un progetto è definito come "l'investimento da parte di un'organizzazione per raggiungere un obiettivo entro un tempo programmato che restituisca valore aggiunto all'attività commerciale dell'organizzazione". Questa è una definizione semplicistica ma che è corretta per gli scopi nella fase strategica. In uno studio di gestione del valore è importante:

- Analizzare tutte le informazioni disponibili ed essere pienamente consapevoli dei problemi che si trovano all'inizio del progetto.
- Definire la funzione o la missione del progetto come una frase semplice, chiara e comprensibile.
- Rendere manifesto il sistema di valori del cliente.

Nella fase strategica è di fondamentale importanza analizzare tutte le informazioni sui temi che circondano il progetto. Idealmente lo scopo sarebbe scoprire i fatti, mettendo da parte tutto ciò che non rispettava qualche legge fisica o non era suscettibile di conferme significative. I pericoli di non farlo sono chiari. Il presidente Thomas Jefferson, scrivendo nel 1801, dichiarò: "per cercare il meglio in tutta l'Unione dobbiamo ricorrere ad altre informazioni che, dal migliore degli uomini, agendo disinteressatamente e con i motivi più puri, a volte sono errate". Un'altra

citazione rilevante ma non attribuita è: "nessuna decisione può elevarsi al di sopra della qualità delle informazioni su cui si basava". Sfortunatamente, la maggior parte dei progetti si basa su informazioni scoperte attraverso testimonianze di esperti o puro sentimento istintivo, e mentre questo è insoddisfacente c'è anche il rischio di spendere tempo ingiustificato nella ricerca di informazioni per essere corretti al 100%. Occorre quindi prendere una decisione sui rischi relativi dell'agire su informazioni che potrebbero essere errate o incomplete.

Un'informazione di buona qualità è al centro della corretta definizione di qualsiasi progetto, la cui consapevolezza rientrerà generalmente nella responsabilità di un'organizzazione/cliente. La fase di consapevolezza del progetto può portare a una fase di sviluppo all'interno dell'organizzazione/cliente, che è la fase chiave per implementare la gestione del valore. Nella fase di sviluppo può essere nominato uno sponsor/responsabile del progetto per aggiungere dettagli alla strategia di base. Si presume che lo sponsor/gestore del progetto (indicato come PM) consiglierà la nomina di un facilitatore della gestione del valore per organizzare e condurre workshop sulla gestione del valore. È importante soffermarsi sul fatto che il progetto attualmente esiste in termini di "investimento da parte di un'organizzazione per raggiungere un obiettivo entro un tempo programmato che restituisca valore aggiunto all'attività imprenditoriale dell'organizzazione" ma non è ancora stata confermata la necessità di un progetto edilizio per soddisfare un obiettivo aziendale.

La gestione del valore e l'ingegneria del valore sono attività di squadra facilitate. I team tendono ad essere un insieme di individui che intraprendono uno specifico stakeholder, project management, costruttore o ruolo professionale all'interno del progetto. La scelta degli individui per il team è più legata alla funzione lavorativa che ai tratti individuali ± un fattore importante che dovrebbe essere tenuto presente.

La caratteristica della gestione del valore e dell'ingegneria del valore come attività di gruppo facilitate è una parte della formula che rende la gestione del valore e l'ingegneria del valore uniche come tecnica di gestione.

Il ruolo del manager del valore è quello di decidere, strutturare e fornire uno stile di studio su misura per un particolare problema di valore, sia esso per un progetto, un programma di progetto, un servizio o una funzione organizzativa. Indipendentemente dal tipo di problema di valore si postula che le fasi della sua soluzione comprendano tre fasi generiche:

- Orientamento e fase diagnostica
- Fase workshop
- Fase di implementazione

Dal punto di vista del progetto, la gestione del valore si concentra sul miglioramento del progetto aziendale e sulla sua relazione con la consegna del progetto tecnico, mentre l'ingegneria del valore si concentra sul miglioramento della consegna del progetto tecnico per soddisfare gli scopi e gli obiettivi fissati dal progetto aziendale. La relazione tra gestione del valore e sistemi di valori sostiene che il primo fornisce il meccanismo per fondere il secondo.

La gestione del valore, come disciplina, riunisce idee, concetti, modelli, strumenti e tecniche dell'economia e della finanza, nonché del comportamento organizzativo e della psicologia sociale. Integra anche la gestione strategica e le discipline di gestione del progetto. La gestione del valore è focalizzata sul progetto di business, mentre l'ingegneria del valore, come sottoinsieme della gestione del valore, è più focalizzata sul progetto tecnico con la conseguente definizione di una tipologia di clienti per introdurre l'idea di diversi sistemi di valori, ognuno dei quali deve essere compreso al fine di personalizzare uno studio del valore.

Sono stati effettuati studi sul rapporto qualità-prezzo, inclusa la consegna di progetti utilizzando la gestione del valore e l'ingegneria del valore durante tutto il ciclo di vita del progetto; studi sugli appalti che hanno compreso PFI, prime contracting, partnership e altri percorsi di approvvigionamento; ed infine progetti di sviluppo organizzativo che hanno comportato la costituzione di strutture di squadra, la revisione delle strutture organizzative dipartimentali e l'introduzione del cambiamento nelle organizzazioni.

Il concetto di catena del valore del progetto è un'estensione del valore aziendale. Include il valore del programma (la gestione dei programmi dei progetti) e il valore del progetto (la gestione dei singoli progetti). I progetti sono il risultato del processo di gestione strategica e comprendono il proprio sistema di valori del progetto. Ciò deriva dai partecipanti che sono coinvolti in ogni fase successiva del progetto. Proprio come una squadra di staffetta deve passare il testimone da una persona all'altra in modo fluido ed efficiente per avere la possibilità di vincere la gara, lo stesso principio opera all'interno del sistema di valori del progetto. I partecipanti in ogni fase del ciclo di vita del progetto devono passare il testimone in modo efficiente ed efficace a coloro che sono coinvolti nella fase successiva. Questo crea la struttura della catena del valore del progetto. La catena del valore del progetto comprende sia la consegna del programma del progetto che la consegna del singolo progetto e fornisce il filo del valore concettuale che collega le fasi successive del progetto dall'inizio, allo sviluppo e all'implementazione.

Il valore è spesso definito come una relazione tra costo e qualità e che il valore massimo si ottiene quando il livello di qualità richiesto è ottenuto al minor costo, il livello di qualità più alto è raggiunto per un dato costo, o da un compromesso ottimale tra i due. La gestione del valore e l'ingegneria del valore sono metodologie potenti quando la gestione della qualità totale e l'assicurazione della qualità hanno esposto un progetto al cambiamento e/o al miglioramento della procedura.

I primi anni di gestione del valore sono stati dominati dalla pratica statunitense. Uno spartiacque si è verificato a metà degli anni '80 con l'uso internazionale del metodo in costruzione. Sebbene ci sia stato interesse da parte di alcuni paesi nel far progredire la VM attraverso il franchising della metodologia statunitense, è stata anche presa e fusa in una vasta gamma di mercati e culture internazionali delle costruzioni. In questo frangente la contestualizzazione si è verificata all'interno di questi mercati e ha forzato ulteriori sviluppi nel pensiero e nella pratica della gestione del valore. Ha anche portato a una diversità di definizioni e procedure all'interno degli standard ufficiali. La gestione del valore è ancora in via di sviluppo, ma ci sono segnali che lo

sviluppo stia rallentando – alcuni potrebbero dire stagnante – guidato principalmente da approcci tick-box da parte dei clienti e dalla spinta economica verso studi più brevi. Questa deduzione porta la gestione del valore in una serie di possibili scenari futuri per il suo ulteriore sviluppo.

La gestione del valore è attualmente un metodo di gestione offerto da una serie di "consulenze" in diversi contesti di pratica. L'analisi funzionale è la tecnica che distingue la gestione del valore dagli altri metodi di gestione. L'analisi delle funzioni guida la determinazione del valore attraverso un'esposizione esplicita del perché qualcosa esiste, cosa fa e cosa deve eseguire. Quindi cerca di mettere in relazione opzioni/alternative per risolvere la funzione in relazione al costo comparativo. Il valore viene in primo piano quando si sceglie l'alternativa appropriata rispetto a una serie di criteri predeterminati: un sistema di valori.

Attualmente nel Regno Unito molte istituzioni professionali rivendicano la VM come servizio o, come minimo, hanno un interesse speciale in essa. Ciò caratterizza un approccio segmentato alla pratica professionale in cui vi è una mancanza di chiarezza sui confini istituzionali e pratici e in cui un'istituzione da sola non è in grado di garantire la chiusura del mercato per il reclutamento attraverso la certificazione. Non è necessario avere un certificato per esercitare la gestione del valore nel Regno Unito, sebbene in alcuni paesi la certificazione sia un requisito per svolgere il servizio nel settore pubblico. L'esplorazione di una tipologia di setting di pratica ha identificato che la gestione del valore è un servizio che non richiede necessariamente un'infrastruttura di supporto significativa ma richiede una rete efficace in atto per gestire diversi carichi di lavoro e anche per ottenere lavoro.

Lo sviluppo della gestione del valore al di là di una semplice metodologia che includa la facilitazione del workshop dovrebbe abbracciare un pacchetto più completo di competenze. Il futuro sta in un servizio più olistico e inclusivo che incorpori un maggiore coinvolgimento nell'orientamento e nella pianificazione diagnostica dei progetti, utilizzando la fase di workshop per conciliare e fondere diversi sistemi di valori e culture e la fase di implementazione per garantire che le opzioni o le alternative per aumentare il valore siano effettivamente

implementato. Questo diventa un servizio professionale carico di consulenza in cui il value manager deve assumersi la responsabilità della sua consulenza professionale. L'offerta di un servizio professionale e l'assunzione di una responsabilità più ampia per tale servizio solleva una serie di problemi per la certificazione e gli standard di pratica, come BS EN 12973:2000 e lo standard internazionale SAVE.

3. Ingegneria dei sistemi [2]

La ISO/IEC/IEEE 15288 identifica quattro gruppi di processi per supportare SE (System Engineering). Una panoramica grafica di questi processi è fornita nella Figura 2:

- **Technical Processes:** include analisi dell'attività o della missione, definizione delle esigenze e dei requisiti delle parti interessate, definizione dei requisiti di sistema, definizione dell'architettura, definizione del progetto, analisi del sistema, implementazione, integrazione, verifica, transizione, convalida, funzionamento, manutenzione e smaltimento.
- **Technical Management Processes:** include la pianificazione del progetto, la valutazione e il controllo del progetto, la gestione delle decisioni, la gestione del rischio, gestione della configurazione, gestione delle informazioni, misurazione e garanzia della qualità.
- **Agreement Processes:** comprendono l'acquisizione e la fornitura.
- **Organizational Project-enabling Processes :** include la gestione del modello del ciclo di vita, la gestione dell'infrastruttura, la gestione del portafoglio, la gestione delle risorse umane, la gestione della qualità e la gestione della conoscenza.

Tre processi aggiuntivi:

- **Tailoring processes and application of systems engineering :** include informazioni su come adattare e scalare i processi SE e come applicare tali processi in varie applicazioni.
- **Crosscutting systems engineering methods :** fornisce approfondimenti sui metodi che possono essere applicati a tutti i processi, riflettendo vari aspetti della natura iterativa e ricorsiva di SE.
- **Specialty engineering activities :** include informazioni pratiche in modo che gli ingegneri di sistema possano comprendere e apprezzare l'importanza di vari argomenti di ingegneria specialistica.

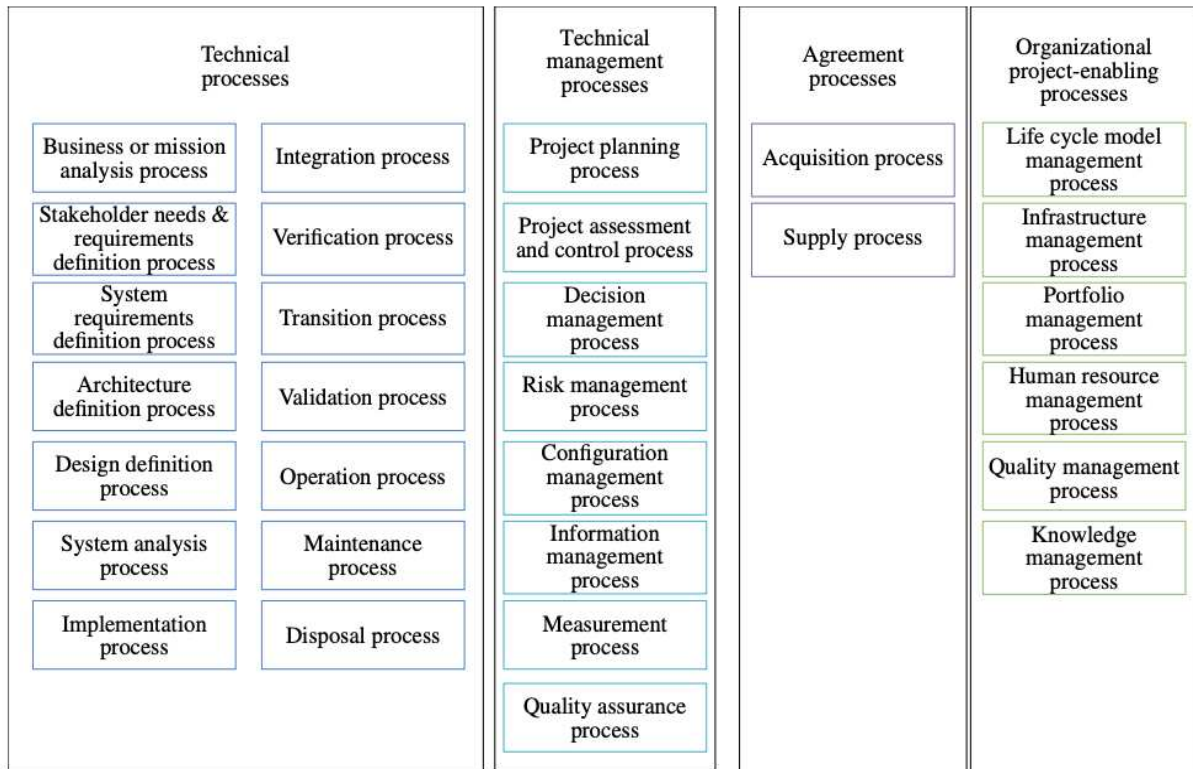


Fig. 2 - Processi del ciclo di vita del sistema secondo ISO/IEC/IEEE 15288.

Esiste un formato comune per descrivere i processi del ciclo di vita del sistema che si trovano in ISO/IEC/IEEE 15288. Ciascun processo è illustrato da un diagramma input – process – output (IPO) che mostra input chiave, attività di processo e uscite risultanti. Un esempio è mostrato nella Figura 3. Si noti che i diagrammi IPO rappresentano "un" modo in cui i processi SE possono essere eseguiti, ma non necessariamente "il" modo in cui devono essere eseguiti. Il problema è che i processi SE producono "risultati" e sono spesso definiti in "documenti" perché sono identificati come output. Per comprendere un determinato processo è necessario studiare le informazioni complete fornite nella combinazione di diagrammi e testo e non fare affidamento esclusivamente sui diagrammi.

La seguente struttura di titoli fornisce coerenza in questi processi:

- Process overview Purpose

- Description
- Inputs/outputs
- Process activities
- Process elaboration

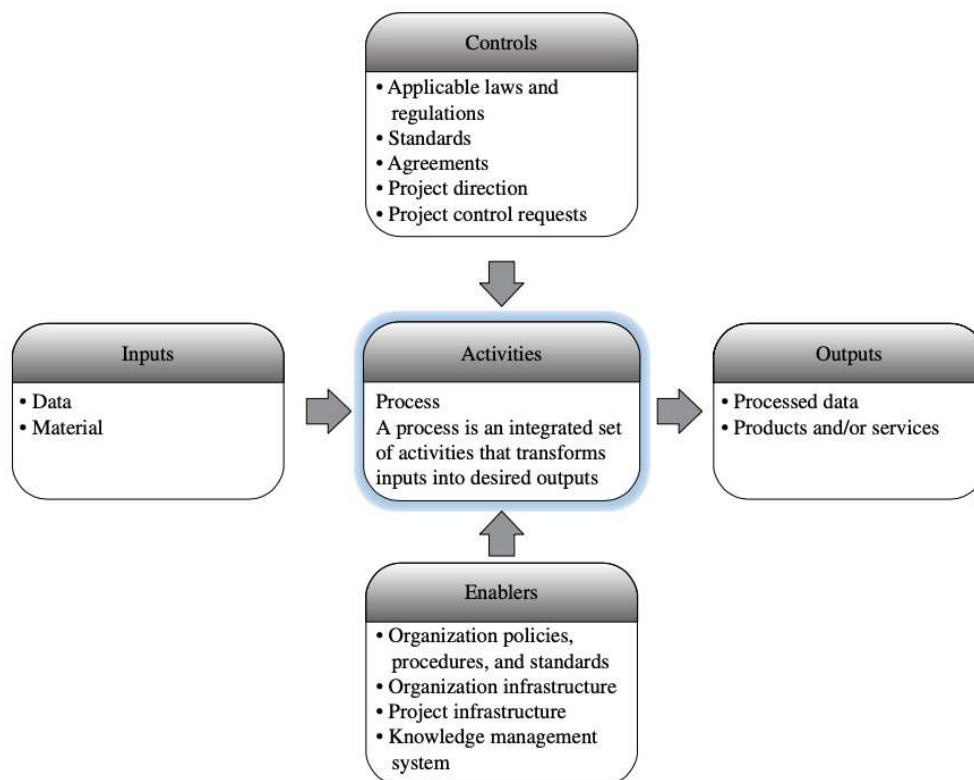


Fig. 3 - Esempio di diagramma IPO per processi SE.

Una delle prime e più importanti responsabilità dell'ingegnere di sistema in un progetto è stabilire la nomenclatura e la terminologia che supportino una comunicazione e una definizione chiare e univoche del sistema e dei suoi elementi, funzioni, operazioni e processi associati. Inoltre, per promuovere il progresso del campo del SE in tutto il mondo, è essenziale stabilire definizioni e intese comuni riguardo ai metodi e alla terminologia generali che a loro volta supportano processi comuni. Man mano che sempre più ingegneri di sistema accettano e

utilizzano la terminologia comune, SE sperimenterà miglioramenti nelle comunicazioni, nella comprensione e, in definitiva, nella produttività.

Mentre i concetti di sistema può essere generalmente ricondotto alla prima filosofia occidentale e successivamente alla scienza, il concetto più familiare agli ingegneri di sistema è spesso ricondotto a Ludwig von Bertalanffy (1950, 1968) in cui un sistema è considerato come un "tutto costituito da parti interagenti".

I sistemi considerati in ISO/IEC/IEEE 15288 sono creati e utilizzati dall'uomo per fornire prodotti o servizi in ambienti definiti a beneficio degli utenti e di altre parti interessate. Un concetto di sistema dovrebbe essere considerato come una "rappresentazione mentale" condivisa del sistema reale. L'ingegnere dei sistemi deve continuamente distinguere tra i sistemi nel mondo reale e le rappresentazioni del sistema. Le definizioni INCOSE e ISO/IEC/ IEEE traggono da questa visione di un sistema come un insieme integrato di elementi, sottosistemi o assiemi che realizzano un obiettivo definito. Questi elementi includono prodotti (hardware, software, firmware), processi, persone, informazioni, tecniche, strutture, servizi e altri elementi di supporto cioè una combinazione di elementi interagenti organizzati per raggiungere uno o più scopi dichiarati. Una visione esterna di un sistema deve introdurre elementi che nello specifico non appartengono al sistema ma interagiscono con il sistema. Questa raccolta di elementi è chiamata ambiente o contesto operativo e può includere gli utenti (o operatori) del sistema. Le viste interne ed esterne di un sistema danno origine al concetto di confine del sistema. In pratica, il confine del sistema è una "linea di demarcazione" tra il sistema stesso e il suo contesto più ampio. Definisce cosa appartiene al sistema e cosa no. Il confine del sistema non deve essere confuso con il sottoinsieme di elementi che interagiscono con l'ambiente. La funzionalità di un sistema è tipicamente espressa in termini di interazioni del sistema con il suo ambiente operativo, in particolare con gli utenti. Quando un sistema è considerato come una combinazione integrata di elementi interagenti, la funzionalità del sistema deriva non solo dalle interazioni dei

singoli elementi con gli elementi ambientali ma anche da come queste interazioni sono influenzate dall'organizzazione (interrelazioni) degli elementi del sistema. Questo porta al concetto di Architettura di sistema, che ISO/IEC/IEEE 42010 (2011) definisce come i concetti o le proprietà fondamentali di un sistema nel suo ambiente incarnati nei suoi elementi, relazioni e nei principi della sua progettazione ed evoluzione. Generalmente, l'ingegneria può essere considerata come la pratica di creare e sostenere servizi, sistemi, dispositivi, macchine, strutture, processi e prodotti per migliorare la qualità della vita, facendo le cose in modo efficace ed efficiente. La ripetibilità degli esperimenti richiesta dalla scienza è fondamentale per fornire soluzioni ingegneristiche pratiche che abbiano valore commerciale. L'ingegneria in generale e la SE in particolare attingono molto dalla terminologia e dai concetti della scienza.

Un attributo di un sistema (o elemento del sistema) è una caratteristica o proprietà osservabile del sistema e sono rappresentati simbolicamente da variabili. Ogni variabile ha un dominio, che potrebbe essere ma non è necessariamente misurabile. Una misurazione è il risultato di un processo in cui il sistema di interesse (SOI) interagisce con un sistema di osservazione in condizioni specificate. Il risultato di una misurazione è l'assegnazione di un valore a una variabile. Un sistema è in stato quando i valori assegnati ai suoi attributi rimangono costanti o stabili per un periodo di tempo significativo. In SE e ingegneria del software, gli elementi di sistema (ad esempio, oggetti software) hanno processi (ad esempio, operazioni) oltre agli attributi. Una descrizione completa di uno stato di sistema richiede quindi l'assegnazione di valori sia agli attributi che ai processi. Il comportamento dinamico di un sistema è l'evoluzione temporale dello stato del sistema mentre il comportamento emergente è un comportamento del sistema che non può essere compreso esclusivamente in termini di comportamento dei singoli elementi del sistema.

Il concetto chiave utilizzato per la risoluzione dei problemi è la scatola nera / scatola bianca rappresentazione del sistema. La rappresentazione della scatola nera si basa su una vista esterna

del sistema (attributi). La rappresentazione della scatola bianca si basa su una vista interna del sistema (attributi e struttura degli elementi). Ci deve essere anche una comprensione della relazione tra i due. Un sistema, quindi, è rappresentato dagli attributi (esterni) del sistema, dai suoi attributi interni e dalla sua struttura, e dalle interrelazioni tra questi che sono governate dalle leggi della scienza.

I primi pionieri della SE e dell'ingegneria del software, come Yourdon (1989) e Wymore (1993), hanno cercato di portare disciplina e precisione nella comprensione e nella gestione del comportamento dinamico di un sistema cercando relazioni tra le rappresentazioni esterne e interne del sistema. Detto semplicemente, credevano che se il flusso del comportamento dinamico (l'evoluzione dello stato del sistema) potesse essere mappato coerentemente nel flusso degli stati degli elementi costitutivi del sistema, allora i comportamenti emergenti potrebbero essere meglio compresi e gestiti. Klir (1991) ha integrato i concetti di sistema in ingegneria e scienza con una metodologia generale dei sistemi. Riteneva che la risoluzione dei problemi in generale si basasse sul principio dell'uso alternativo dell'astrazione e interpretazione per risolvere un problema. Riteneva che la sua metodologia potesse essere utilizzata sia per l'indagine del sistema (cioè la rappresentazione di un aspetto della realtà) sia per la definizione del sistema (cioè la rappresentazione di oggetti creati dall'uomo con uno scopo).

Nell'uso della terminologia ISO/IEC/IEEE, gli elementi di sistema può essere atomico (cioè, non ulteriormente decomposti), oppure possono essere sistemi a proprio vantaggio (cioè, scomposto in ulteriori elementi di sistema subordinati). L'integrazione degli elementi del sistema deve stabilire la relazione tra gli effetti che organizzare gli elementi hanno sulle loro interazioni e come questi effetti permettano al sistema di raggiungere il suo scopo. Una delle sfide della definizione del sistema è capire quale livello di dettaglio è necessario per definire ciascun elemento del sistema e le interrelazioni tra gli elementi. Poiché le SOI sono nel mondo reale, questo significa che la risposta a questa sfida sarà specifica del dominio. Un elemento di sistema

che necessita solo di una rappresentazione della scatola nera (vista esterna) per catturare i suoi requisiti e specificare con sicurezza la sua definizione di soluzione del mondo reale può essere considerato atomico. Le decisioni per creare, acquistare o riutilizzare l'elemento possono essere prese con sicurezza senza ulteriori specificazioni dell'elemento. Questo porta al concetto di gerarchia all'interno di un sistema. Un approccio alla definizione degli elementi di un sistema e delle loro interrelazioni consiste nell'identificare un insieme completo di elementi di sistema distinti per quanto riguarda solo la loro relazione con l'intero (sistema) sopprimendo i dettagli delle loro interazioni e interrelazioni. Si parla di partizionamento del sistema. Ogni elemento può essere atomico o può essere un livello molto più alto che potrebbe essere visto come un sistema stesso. Ad ogni dato livello, gli elementi sono raggruppati in distinti sottoinsiemi di elementi subordinati a un sistema di livello superiore, come illustrato nella Figura 4. Pertanto, la gerarchia all'interno di un sistema è una rappresentazione organizzativa della struttura del sistema che utilizza una relazione di partizionamento.

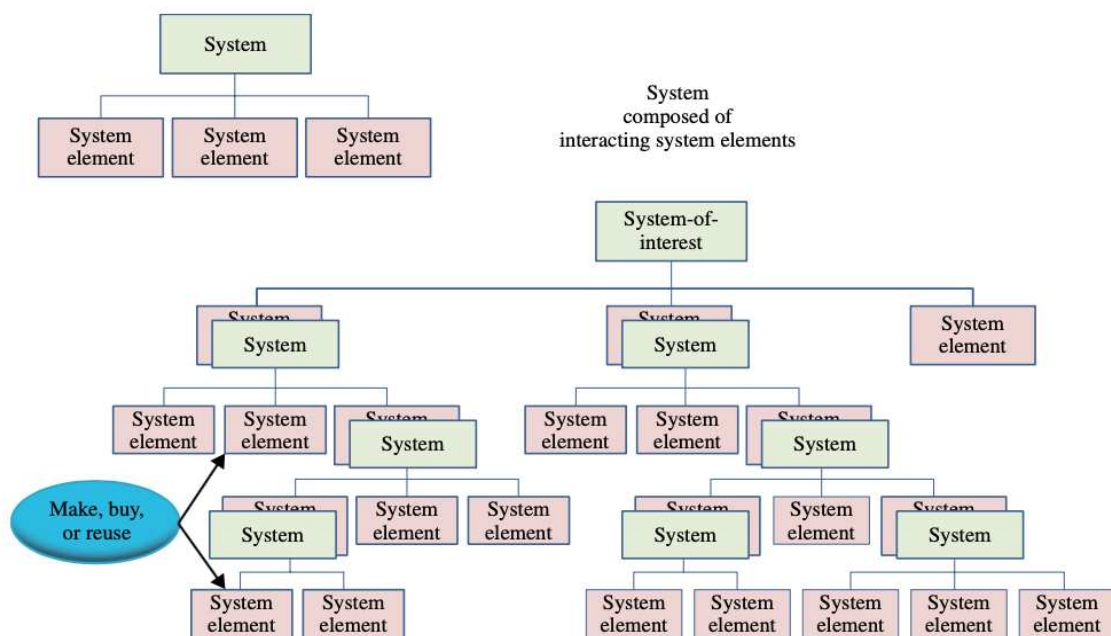


Fig. 4 - Gerarchia all'interno di un sistema secondo la ISO/IEC/IEEE 15288:2015

Il concetto di gerarchia di sistema descritto in ISO/ IEC/IEEE 15288 è il seguente: I processi del ciclo di vita del sistema sono descritti in relazione a un sistema composto da un insieme di elementi di sistema interagenti, ciascuno dei quali può essere implementato per soddisfare i rispettivi requisiti specificati.

L'arte di definire una gerarchia all'interno di un sistema si basa sulla capacità dell'ingegnere di sistema di trovare un equilibrio tra la definizione chiara e semplice dell'intervallo di controllo e la risoluzione della struttura della SOI in un insieme completo di elementi di sistema che possono essere implementati con sicurezza. Urwick (1956) suggerisce che una possibile metodologia è che ogni livello nella gerarchia non abbia più di 7 ± 2 elementi ad esso subordinati. È improbabile che un livello di progettazione con troppo pochi elementi subordinati abbia un'attività di progettazione distinta. In questo caso, sia le attività di progettazione che di verifica possono contenere ridondanza. In pratica, la nomenclatura e la profondità della gerarchia possono e devono essere adattate alla complessità del sistema e alla comunità di interesse.

Un “sistema di sistemi” (SoS) è una SOI i cui elementi sono sistemi gestionalmente e/o operativamente indipendenti. Queste raccolte interoperanti e/o integrate di sistemi costituenti, di solito producono risultati irraggiungibili dai soli sistemi individuali. Poiché un SoS è esso stesso un sistema, l'ingegnere di sistema può scegliere se affrontarlo come sistema o come SoS, a seconda di quale prospettiva è più adatta a un particolare problema.

Le seguenti caratteristiche possono essere utili per decidere se un particolare SOI può essere meglio inteso come SoS (Maier, 1998):

- Indipendenza operativa dei sistemi costitutivi;
- Indipendenza gestionale dei sistemi costitutivi ;
- Distribuzione geografica;
- Comportamento emergente ;

- Processi evolutivi di sviluppo

Il SoS esibisce solitamente comportamenti complessi. La "complessità" è essenzialmente diversa da "complicata". In sistemi complicati, come un'automobile, le interazioni tra le molte parti sono regolate da relazioni fisse. Ciò consente una previsione ragionevolmente affidabile di problemi tecnici, di tempo e di costo. Nei sistemi complessi, come il sistema di trasporto aereo, le interazioni tra le parti mostrano un'auto-organizzazione, dove le interazioni locali danno origine a modelli emergenti, non locali e nuovi. I sistemi complicati possono spesso diventare complessi quando i comportamenti cambiano, ma anche i sistemi di pochissime parti possono talvolta presentare una complessità sorprendente. Il modo migliore per comprendere un sistema complicato è scomporlo in parti in modo ricorsivo finché le parti non sono così semplici da comprenderle e quindi rimontare le parti per comprendere il tutto. Tuttavia, questo approccio non ci aiuta a comprendere un sistema complesso, perché le proprietà emergenti a cui facciamo riferimento scompaiono quando esaminiamo le parti isolate. È necessario un approccio fondamentalmente diverso per comprendere il tutto nel contesto attraverso l'esplorazione iterativa e l'adattamento. Di conseguenza, SE richiede un equilibrio di metodi procedurali lineari per l'ordinamento attraverso la complessità ("attività sistematica") e metodi olistici, non lineari e iterativi per sfruttare la complessità ("sistemica" o pensiero e analisi dei sistemi, sempre richiesti quando si ha a che fare con SoS).

Le seguenti sfide influenzano tutte l'ingegneria di un SoS (Dahmann, 2014):

1. **Autorità SoS:** In un SoS, ogni sistema costituente ha il proprio "proprietario" locale con i suoi stakeholder, utenti, processi aziendali e approccio allo sviluppo. Di conseguenza, il tipo di struttura organizzativa assunto per la maggior parte delle SE tradizionali sotto un'unica autorità responsabile dell'intero sistema è assente dalla maggior parte dei SoS. In un SoS, SE si basa sull'analisi trasversale e su composizione e integrazione dei sistemi costituenti, che a loro volta

dipendono da uno scopo comune concordato e dalla motivazione affinché questi sistemi lavorino insieme verso obiettivi collettivi che possono o meno coincidere con quelli dei singoli sistemi costituenti.

2. Comando: Riconoscendo che la mancanza di autorità e finanziamenti comuni pone sfide per SoS, un problema correlato è la sfida della leadership nell'ambiente organizzativo di un SoS. Questa questione di leadership viene vissuta laddove una mancanza di controllo strutturato normalmente presente in SE richiede alternative per fornire coerenza e direzione, come influenza e incentivi.

3. Prospettive dei sistemi costituenti: I SoS sono tipicamente composti, almeno in parte, da sistemi in-service, che sono stati spesso sviluppati per altri scopi e ora vengono sfruttati per soddisfare un'applicazione nuova o diversa con nuovi obiettivi. Questa è la base per un problema importante che SoS SE deve affrontare, ovvero come affrontare tecnicamente i problemi che derivano dal fatto che i sistemi identificati per SoS possono essere limitati nella misura in cui possono supportare il SoS. Queste limitazioni possono influenzare gli sforzi iniziali per incorporare un sistema in un SoS e gli impegni dei sistemi nei confronti di altri utenti possono significare che potrebbero non essere compatibili con il SoS nel tempo.

4. Capacità e requisiti: Tradizionalmente, il processo SE inizia con un insieme chiaro e completo di requisiti utente e fornisce un approccio disciplinato per sviluppare un sistema per soddisfare questi requisiti. In genere, i SoS sono costituiti da più sistemi indipendenti con i propri requisiti, che lavorano verso obiettivi di capacità più ampi. Nel migliore dei casi, le esigenze di capacità SoS sono soddisfatte dai sistemi costituenti poiché soddisfano i propri requisiti locali. Tuttavia, in molti casi, le esigenze di SoS potrebbero non essere coerenti con i requisiti per i sistemi costituenti. In questi casi, SoS SE deve identificare approcci alternativi per soddisfare tali esigenze attraverso modifiche ai sistemi costitutivi o tramite l'aggiunta di altri sistemi al SoS.

5. Autonomia, interdipendenze ed emergenza: L'indipendenza dei sistemi costituenti in un SoS è la fonte di una serie di problemi tecnici che SE deve affrontare. Il fatto che un sistema costituente possa continuare a cambiare indipendentemente dal SoS aumenta la complessità del SoS. In particolare, queste dinamiche possono portare a effetti imprevisi a livello di SoS portando a comportamenti imprevisi o imprevedibili anche se il comportamento dei sistemi costituenti è ben compreso.

6. Test, convalida e apprendimento: Il fatto che gli SoS siano tipicamente composti da sistemi costitutivi indipendenti pone delle sfide nella conduzione di test SoS end-to-end, come avviene tipicamente con i sistemi. In primo luogo, a meno che non vi sia una chiara comprensione delle aspettative a livello di SoS e delle misure di tali aspettative, può essere molto difficile valutare il livello di prestazioni come base per determinare le aree che richiedono attenzione o per garantire agli utenti le capacità e i limiti di un SoS. Anche quando c'è una chiara comprensione degli obiettivi e delle metriche SoS, il test in senso tradizionale può essere difficile. A seconda del contesto SoS, potrebbero non esserci finanziamenti o autorità per i test SoS. Spesso, i cicli di sviluppo dei sistemi costituenti sono legati alle esigenze dei loro proprietari e della base di utenti originaria in corso. Con più sistemi costituenti soggetti a cicli di sviluppo asincroni, trovare modi per condurre test end-to-end tradizionali attraverso il SoS può essere difficile se non impossibile. Inoltre, molti SoS sono grandi e diversificati, rendendo i tradizionali test end-to-end con ogni cambiamento in un sistema costituente proibitivi. Spesso, l'unico modo per ottenere una buona misura delle prestazioni SoS è dai dati raccolti dalle operazioni effettive o tramite stime basate su modellazione, simulazione e analisi.

7. Principi SoS: SoS è un'area relativamente nuova, con il risultato che è stata data un'attenzione limitata ai modi per estendere il pensiero dei sistemi ai problemi specifici di SoS. È necessario lavorare per identificare e articolare i principi trasversali che si applicano a SoS in generale e per sviluppare esempi operativi dell'applicazione di questi principi.

Al di là di queste sfide generali, nell'ambiente odierno, SoS pone problemi particolari dal punto di vista della sicurezza. Questo perché le relazioni di interfaccia del sistema costituente sono riorganizzate e aumentate in modo asincrono e spesso coinvolgono elementi commerciali off-the-shelf (COTS) da un'ampia varietà di fonti. Le vulnerabilità della sicurezza possono sorgere come fenomeni emergenti dalla configurazione SoS complessiva anche quando i singoli sistemi costituenti sono sufficientemente sicuri da soli. I sistemi abilitanti sono sistemi che facilitano le attività del ciclo di vita della SOI. Essi forniscono i servizi necessari alla SOI durante una o più fasi del ciclo di vita, sebbene i sistemi abilitanti non siano un elemento diretto dell'ambiente operativo. Esempi di sistemi abilitanti includono sistemi di sviluppo della collaborazione, sistemi di produzione, sistemi di supporto logistico, ecc. . La relazione tra il sistema abilitante e la SOI può essere quella in cui c'è interazione tra entrambi i sistemi o quella in cui la SOI riceve semplicemente i servizi di cui ha bisogno quando è necessario. La Figura 5 illustra la relazione tra SOI, sistemi abilitanti e altri sistemi nell'ambiente operativo.

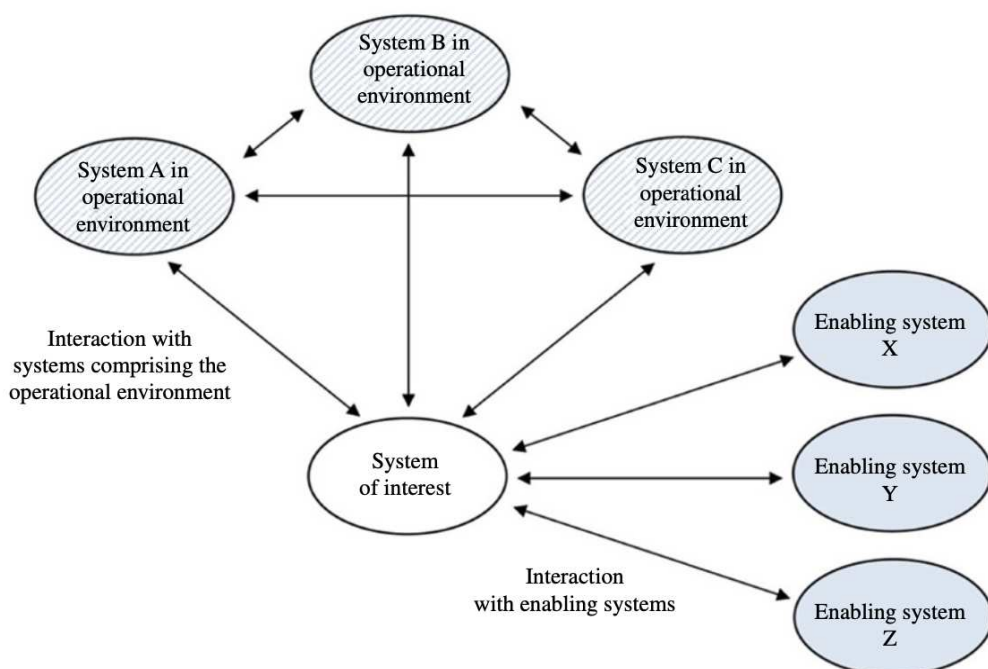


Fig. 5 - Relazioni tra sistema di interesse, suo ambiente operativo e suoi sistemi abilitanti.

Questa figura è estratta da ISO/IEC/IEEE 15288:2015

SE è una prospettiva, un processo e una professione, come illustrato da queste tre definizioni rappresentative:

- L'ingegneria dei sistemi è un approccio interdisciplinare e un mezzo per consentire la realizzazione di sistemi di successo. Si concentra sulla definizione delle esigenze del cliente e delle funzionalità richieste nelle prime fasi del ciclo di sviluppo, documentando i requisiti e quindi procedendo con la sintesi del progetto e la convalida del sistema considerando il problema completo: operazioni, costi e pianificazione, prestazioni, formazione e supporto, test, produzione e disposizione. L'ingegneria dei sistemi integra tutte le discipline e i gruppi di specializzazione in uno sforzo di squadra formando un processo di sviluppo strutturato che procede da concetto alla produzione al funzionamento. L'ingegneria dei sistemi considera sia le esigenze aziendali che quelle tecniche di tutti i clienti con l'obiettivo di fornire un prodotto di qualità che soddisfi le esigenze degli utenti.
- L'ingegneria dei sistemi è un processo iterativo di sintesi top-down, sviluppo e funzionamento di un sistema del mondo reale che soddisfa, in modo quasi ottimale, l'intera gamma di requisiti del sistema.
- L'ingegneria dei sistemi è una disciplina che si concentra sulla progettazione e l'applicazione dell'intero (sistema) in quanto distinto dalle parti. Si tratta di guardare un problema nella sua interezza, tenendo conto di tutte le sfaccettature e di tutte le variabili e mettendo in relazione l'aspetto sociale con quello tecnico.

La prospettiva SE si basa sul pensiero sistemico. Il pensiero sistemico è una prospettiva unica sulla realtà, una prospettiva che affina la nostra consapevolezza degli interi e di come le parti all'interno di questi interi siano interrelati. Quando un sistema è considerato come una combinazione di elementi del sistema, il pensiero sistemico riconosce il primato del tutto (sistema) e il primato delle interrelazioni degli elementi del sistema con il tutto. Il pensiero

sistemico avviene attraverso la scoperta, l'apprendimento, la diagnosi e il dialogo che portano a percepire, modellare e parlare del mondo reale per comprendere, definire e lavorare meglio con i sistemi. Un pensatore di sistemi sa come i sistemi si inseriscono nel contesto più ampio della vita quotidiana, come si comportano e come gestirli. Il processo SE ha una metodologia iterativa che supporta la scoperta, l'apprendimento e il miglioramento continuo. Man mano che il processo si sviluppa, gli ingegneri di sistema acquisiscono informazioni dettagliate sulle relazioni tra i requisiti specificati per il sistema e le proprietà emergenti del sistema. A causa della causalità circolare, in cui una variabile di sistema può essere sia la causa che l'effetto di un'altra, anche il più semplice dei sistemi può avere proprietà emergenti inaspettate e imprevedibili. La complessità può esasperare ulteriormente questo problema; quindi, uno degli obiettivi del processo di SE è ridurre al minimo le indesiderabili conseguenze. Ciò può essere ottenuto attraverso l'inclusione e il contributo di esperti in diverse discipline coordinati dall'ingegnere di sistema. La SE include processi sia tecnici che gestionali ed entrambi i processi dipendono da un buon processo decisionale. Le decisioni prese all'inizio del ciclo di vita di un sistema, le cui conseguenze non sono chiaramente comprese, possono avere enormi implicazioni più avanti nella vita di un sistema. È compito dell'ingegnere di sistema esplorare questi problemi e prendere le decisioni critiche in modo tempestivo.

Le origini moderne di SE possono essere fatte risalire agli anni '30, seguite rapidamente da altri programmi e sostenitori. Con l'introduzione dello standard internazionale ISO/IEC 15288 nel 2002, la disciplina della SE è stata formalmente riconosciuta come un meccanismo privilegiato per stabilire accordi per la creazione di prodotti e servizi da scambiare tra due o più organizzazioni: il fornitore e l'acquirente. Ma anche questa semplice designazione è spesso confusa in una rete di appaltatori e subappaltatori poiché il contesto della maggior parte dei sistemi oggi fa parte di un "SoS"

Già nei suoi primi progetti, SE è emersa come un modo efficace per gestire la complessità e il cambiamento. Poiché sia la complessità che il cambiamento continuano ad aumentare nei prodotti, nei servizi e nella società, riducendo il rischio associato a nuovi sistemi o modifiche a sistemi complessi, continua ad essere un obiettivo primario dell'ingegnere di sistema. Ciò è illustrato nella Figura 6. Le percentuali lungo la linea temporale rappresentano l'effettivo costo del ciclo di vita (LCC o life cycle cost) maturato nel tempo sulla base di un'analisi statistica eseguita su progetti del Dipartimento della Difesa degli Stati Uniti (DOD), come riportato dalla Defense Acquisition University (DAU, 1993). Ad esempio, la fase di ideazione di un nuovo sistema rappresenta in media l'8% dell'LCC totale. La curva per i costi impegnati rappresenta l'importo del LCC impegnato dalle decisioni di progetto e indica che quando il 20% del costo effettivo è stato maturato, l'80% del LCC totale è già stato impegnato. La freccia diagonale sotto la curva ci ricorda che gli errori sono meno costosi da rimuovere all'inizio del ciclo di vita.

La Figura 6 mostra anche le conseguenze di prendere decisioni precoci senza il beneficio di buone informazioni e analisi. SE estende lo sforzo compiuto nell'esplorazione dei concetti per ridurre il rischio di impegni affrettati senza uno studio adeguato. Sebbene mostrato come lineare, l'esecuzione delle varie fasi del ciclo di vita associate allo sviluppo del prodotto moderno è, nell'applicazione effettiva, ricorsiva. Tuttavia, le conseguenze di decisioni sbagliate durante tutto il ciclo di vita sono le stesse.

Un altro fattore che guida la necessità di SE è che la complessità ha un impatto sempre crescente sull'innovazione. Pochi nuovi prodotti rappresentano l'introduzione big-bang di una nuova invenzione; piuttosto, la maggior parte dei prodotti e servizi nel mercato odierno sono il risultato di miglioramenti incrementali. Ciò significa che il ciclo di vita dei prodotti e dei servizi odierni è più lungo e soggetto a crescenti incertezze. Un processo di SE ben definito diventa fondamentale per stabilire e mantenere un vantaggio competitivo nel ventunesimo secolo.

Come illustrato nella Figura 7, lo sviluppo e la penetrazione nel mercato della tecnologia hanno accelerato di oltre un fattore quattro negli ultimi 140 anni. In questo campione di prodotti, il tempo necessario per raggiungere il 25% di penetrazione del mercato è stato ridotto da circa 50 anni a meno di 12 anni. In media, lo sviluppo dal prototipo al 25% di penetrazione del mercato è passato da 44 a 17 anni. Queste due figure dimostrano il valore di SE dal punto di vista dell'efficacia e del ritorno sull'investimento (ROI).

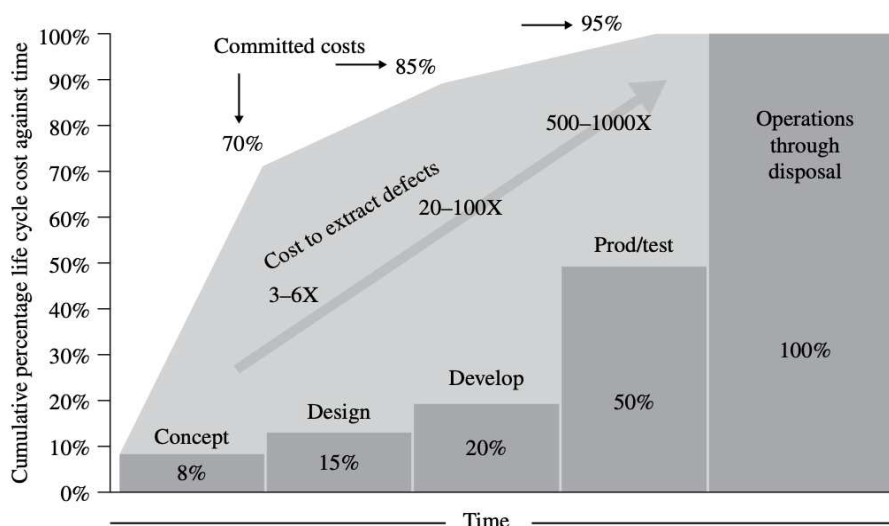


Fig. 6 - Costo del ciclo di vita impegnato contro il tempo.

Uno studio del 2012 della National Defense Industrial Association, dell'Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE) e del Software Engineering Institute of Carnegie Mellon ha esaminato 148 progetti di sviluppo e ha trovato relazioni chiare e significative tra l'applicazione delle attività SE e le prestazioni di quei progetti, come mostrato nella Figura 8.

La colonna di sinistra rappresenta quei progetti che impiegano livelli inferiori di competenze e capacità SE, misurati dalla quantità e qualità di specifici prodotti di lavoro SE. Tra questi progetti, solo il 15% ha fornito livelli più elevati di prestazioni del progetto, misurati dalla

soddisfazione del budget, della pianificazione e dei requisiti tecnici, e il 52% ha fornito livelli più bassi di prestazioni del progetto. La seconda colonna rappresenta quei progetti che impiegano livelli moderati di competenza e capacità SE. Tra questi progetti, il 24% ha fornito livelli più elevati di prestazioni del progetto e solo il 29% ha fornito livelli di prestazioni inferiori. La terza colonna rappresenta quei progetti che impiegano livelli più elevati di competenze e capacità SE. Per questi progetti, il numero che fornisce livelli più elevati di prestazioni del progetto è aumentato sostanzialmente al 57%,

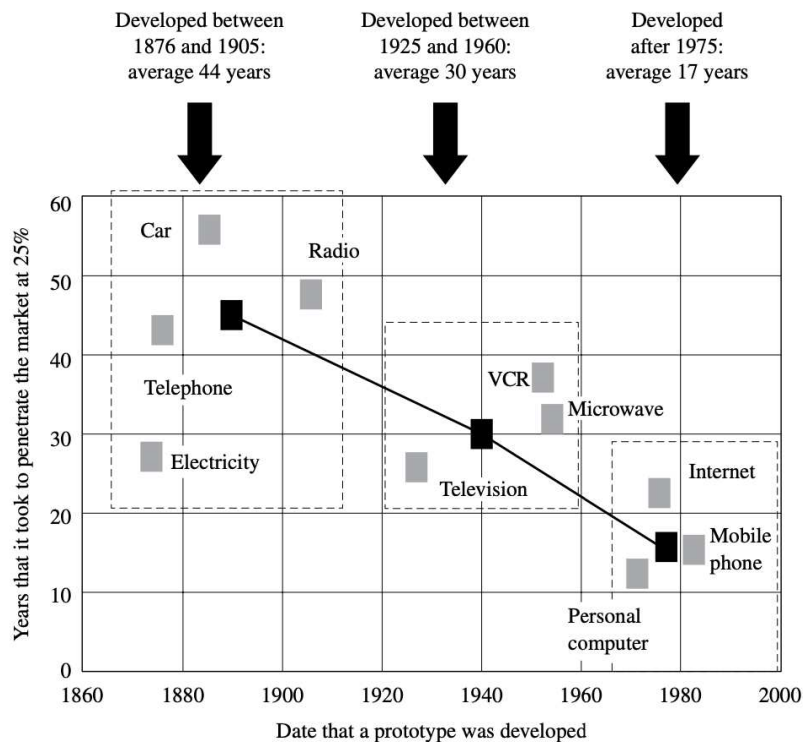


Fig. 7 - Accelerazione tecnologica negli ultimi 140 anni.

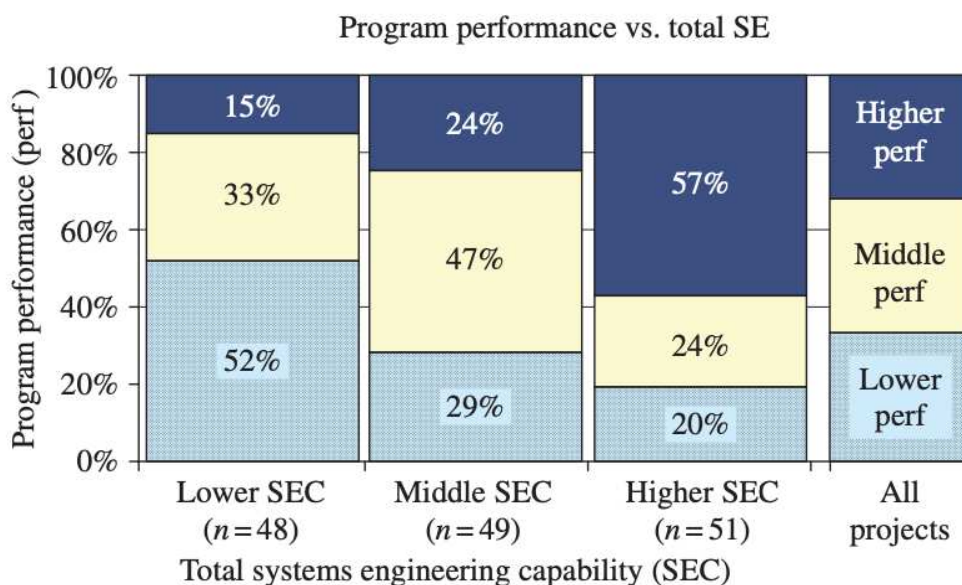


Fig. 8 - Prestazioni del progetto rispetto alla capacità SE

Eric Honor e la University of SouthAustralia hanno completato un progetto di ricerca quantitativa per quantificare il ROI delle attività SE. Questo progetto ha raccolto dati su 43 punti di indagine e da 48 interviste dettagliate, ogni punto che rappresenta i risultati totali di un singolo progetto di sviluppo del sistema. I progetti avevano un'ampia varietà di domini, dimensioni e livelli di successo. La Figura 9 confronta lo sforzo totale di SE con la conformità ai costi (figura in alto) e le prestazioni di pianificazione (figura in basso). Entrambi i grafici mostrano che lo sforzo del SE ha un effetto significativo e quantificabile sul successo del programma, con fattori di correlazione fino all'80%. In entrambi i grafici, l'aumento della percentuale di SE all'interno del progetto si traduce in un migliore successo fino a un livello ottimale, al di sopra del quale ulteriore sforzo di SE si traduce in prestazioni inferiori.

I risultati della ricerca hanno mostrato che il livello ottimale di impegno SE per un programma normalizzato è il 14% del costo totale del programma. Al contrario, lo sforzo medio di SE dei programmi intervistati effettivi è stato solo del 7%, il che mostra che i programmi in genere operano a circa la metà del livello ottimale di sforzo di SE. Il livello ottimale per qualsiasi

programma può anche essere previsto adeguandolo alle caratteristiche del programma, con livelli che vanno dall'8 al 19% del costo totale del programma.

Il ROI dell'aggiunta di ulteriori attività SE a un progetto varia a seconda del livello delle attività SE già in atto. Se il progetto non utilizza attività SE, l'aggiunta di SE comporta un ROI di 7:1; cioè per ogni unità di costo di SE aggiuntiva, il costo totale del progetto si ridurrà di 7 unità di costo. A livello mediano dei programmi intervistati, lo sforzo aggiuntivo di SE comporta un ROI di 3.5:1.

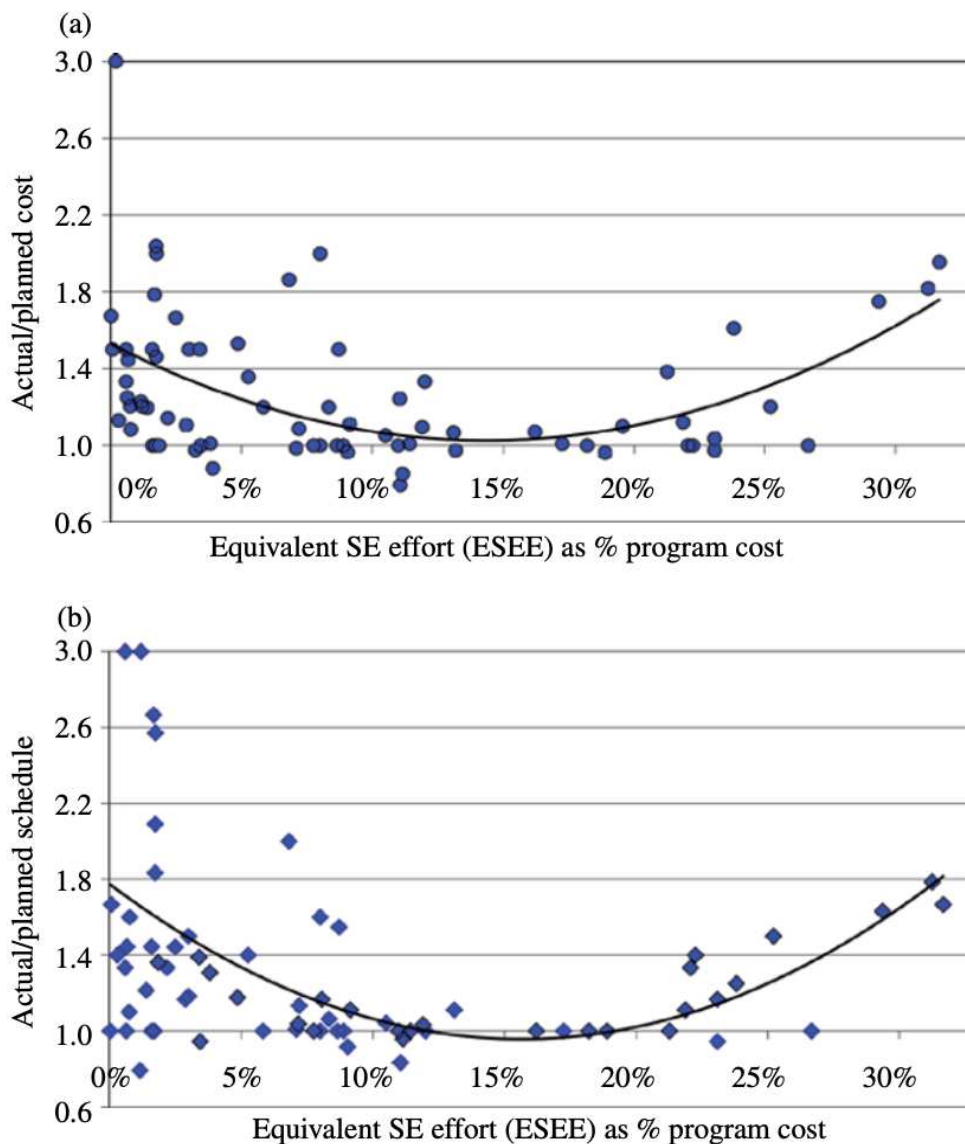


Fig. 9 - Il superamento dei costi (a) e della pianificazione (b) è correlato allo sforzo di SE.

La scienza dei sistemi riunisce la ricerca in tutti gli aspetti dei sistemi con l'obiettivo di identificare, esplorare e comprendere modelli di complessità che attraversano campi disciplinari e aree di applicazione. Cerca di sviluppare fondamenti interdisciplinari che possano costituire la base di teorie applicabili a tutti i tipi di sistemi (ad es. in natura, società e ingegneria) indipendentemente dal tipo di elemento o dall'applicazione. Inoltre, la scienza dei sistemi può aiutare a fornire un linguaggio comune e una base intellettuale per SE e rendere i concetti, i principi, i modelli e gli strumenti pratici di sistema accessibili ai professionisti dell' "approccio sistemico". Un approccio ai sistemi integrati per risolvere problemi complessi deve combinare elementi di scienza dei sistemi, pensiero sistemico e SE. In quanto tale, la scienza dei sistemi può fungere da fondamento per una meta disciplina che unisca le specializzazioni scientifiche tradizionali.

La Figura 10 illustra le relazioni tra la scienza dei sistemi, il pensiero sistemico e l'approccio generale ai sistemi applicati ai sistemi ingegnerizzati.

La scienza dei sistemi è una disciplina integrativa che riunisce idee provenienti da un'ampia gamma di fonti che condividono un tema comune sui sistemi. Alcuni concetti fondamentali ora utilizzati nella scienza dei sistemi sono presenti in altre discipline da molti secoli, mentre concetti altrettanto fondamentali sono emersi indipendentemente fino a 40 anni fa.

La scienza dei sistemi è sia la "scienza dei sistemi" che l'"approccio sistemico alla scienza", coprendo teorie e metodi che contrastano con quelli di altre scienze, che sono generalmente di natura riduzionista. Dove è appropriato, l'approccio riduzionista ha avuto molto successo nell'usare i metodi di separazione e isolamento alla ricerca della semplicità. Tuttavia, laddove tali metodi non sono appropriati, la scienza dei sistemi si basa sulla connessione e sulla contestualizzazione per identificare modelli di complessità organizzata.

Il biologo Ludwig von Bertalanffy è stato uno dei primi a sostenere e sviluppare un approccio di ricerca scientifica ampiamente applicabile basato su teoria dei sistemi aperti. Ha spiegato la necessità scientifica della ricerca sui sistemi in termini di limitazioni delle procedure analitiche nella scienza. Queste limitazioni si basano sull'idea che un'entità può essere risolta e ricostituita dalle sue parti, materialmente o concettualmente:

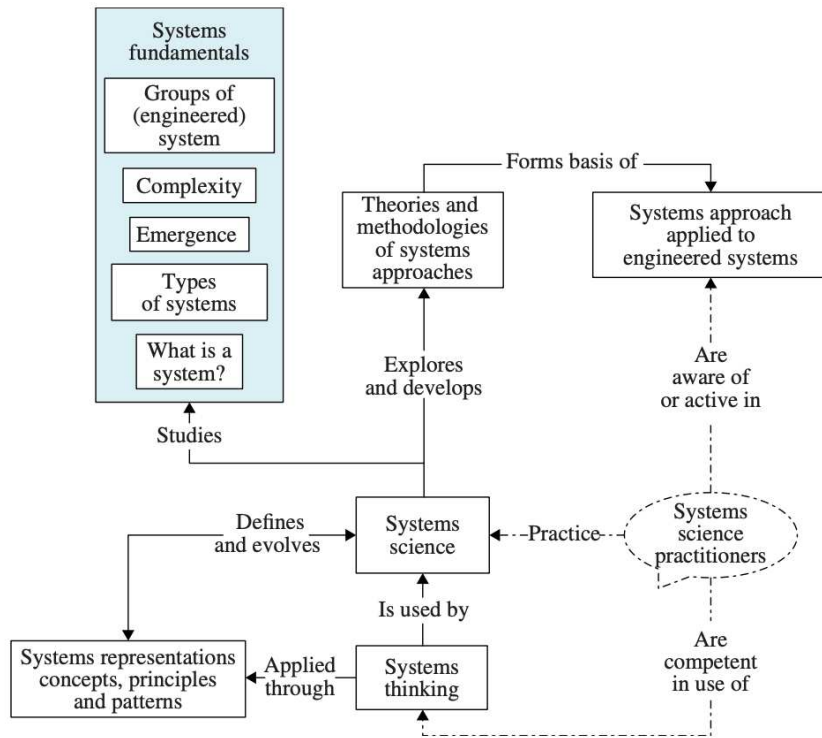


Fig. 10 - La scienza dei sistemi nel contesto.

La ricerca nella scienza dei sistemi tenta di compensare i limiti intrinseci della scienza classica, in particolare la mancanza di modi per affrontare l'emergenza. La scienza dei sistemi si è sviluppata, e continua a svilupparsi, di pari passo con la pratica, ciascuna maturando e imparando dall'altra. Vari sforzi sono stati compiuti su questioni complementari o sovrapposte del nuovo "approccio sistemico" man mano che i progressi sono stati compiuti nel tempo. In qualità di ingegnere di sistema, è fondamentale sviluppare conoscenze e abilità che possono essere utilizzate nell'esecuzione di un'analisi approfondita di situazioni problematiche o

opportunità per le quali sono richieste risposte di sistema. Tuttavia, nel corso del ventesimo secolo, un certo numero di approcci per eseguire analisi approfondite sono sorti sotto il titolo di "pensiero sistemico". Sebbene sia difficile stabilire un confine preciso attorno al pensiero sistemico e differenziarlo dalla scienza dei sistemi, molti metodi e strumenti del pensiero sistemico sono diventati popolari e sono stati utilizzati con successo in contesti multidisciplinari.

Peter Checkland (1975) ha osservato che l'uso di approcci ingegneristici classici a problemi complessi fallisce poiché ci sono molti fattori soft (atteggiamenti, pratiche, procedure, ecc.) che influenzano i sistemi. Ha anche osservato che il percorso verso il miglioramento deve passare attraverso lo sviluppo e l'analisi di modelli alternativi. Sulla base dell'analisi, della discussione e del dialogo, viene pianificata ed eseguita una linea d'azione e i risultati vengono osservati come feedback per ulteriori analisi. John Boardman è stato ispirato dal lavoro di Checkland e ha sviluppato una versione dell'approccio dei sistemi software supportato da uno strumento chiamato Systemigrams. Al centro del pensiero sistemico c'è la scoperta dei modelli. Un pattern è una rappresentazione di somiglianze in un insieme di problemi, soluzioni o sistemi. Il pensiero sistemico cattura e sfrutta ciò che è comune in un insieme di problemi e soluzioni corrispondenti sotto forma di modelli di vario tipo. Gli ingegneri di sistema utilizzano le informazioni generali fornite dai modelli per comprendere un sistema specifico di un problema e per sviluppare una specifica soluzione di sistema. Gli esempi includono quanto segue:

- Modelli di progettazione del software
- Modelli di architettura di sistema
- Modelli di progettazione comunitaria o urbana
- Sicurezza e modelli di protezione
- Schemi di interazione
- Pattern specifici del dominio

Le categorie di pattern includono tassonomie di dominio, standard, modelli, stili di architettura, architetture di riferimento, linee di prodotti, tipi di dati astratti e classi.

Un'altra importante categoria di pattern è associata a sistemi complessi e contro-intuitivi. Quando si verifica un problema in un sistema complesso, la risposta intuitiva consiste nell'applicare una soluzione rapida a breve termine, piuttosto che impiegare del tempo per sviluppare una soluzione a lungo termine. Il problema con questo approccio è che spesso c'è un compromesso tra la soluzione a breve termine e la soluzione a lungo termine, in modo tale che il successo iniziale della soluzione rapida riduce le possibilità che la soluzione reale venga sviluppata. Questo modello appare nella tipica lotta per le priorità a breve/lungo termine tra l'ingegnere di sistema, il project manager, le comunità di ingegneria disciplinare e altre parti interessate all'interno di un progetto. Spostare il fardello fa parte di una serie di "archetipi di sistema, "una classe di modelli (a volte chiamati modelli di fallimento o anti-pattern) che illustrano la patologia dei sistemi della SE. La consapevolezza e la comprensione di questi modelli sono importanti per le persone che cercano di incorporare l'approccio sistemico nella propria organizzazione e intraprendere azioni positive per contrastare queste sfide

Sebbene ci siano diversi aspetti aggiuntivi del pensiero sistemico introdotti da più contributori, il seguente elenco riassume le proprietà essenziali di un pensatore di sistemi (Waters Foundation, 2013):

- Cerca di capire il quadro generale
- Osserva come gli elementi all'interno del sistema cambiano nel tempo, generando modelli e tendenze
- Riconosce che la struttura di un sistema (elementi e loro interazioni) genera comportamenti
- Identifica la natura circolare di complesse relazioni causa-effetto

- Ipotesi di test
- Cambia prospettiva per aumentare la comprensione
- Considera un problema a fondo e resiste alla tentazione di giungere a una rapida conclusione
- Considera come i modelli mentali influenzano la realtà attuale e il futuro
- Utilizza la comprensione della struttura del sistema per identificare possibili azioni di leva
- Considera le conseguenze delle azioni sia a breve che a lungo termine
- Trova dove emergono conseguenze indesiderate
- Riconosce l'impatto dei ritardi quando si esplorano le relazioni causa-effetto
- Verifica i risultati e modifica le azioni se necessario: "approssimazione successiva"

Le persone che pensano e agiscono in modo "sistemico" sono essenziali per il successo sia della ricerca che della pratica (Lawson, 2010). Una ricerca sui sistemi di successo non solo applicherà il pensiero sistemico all'argomento oggetto di ricerca, ma dovrebbe anche considerare un approccio basato sul pensiero sistemico al modo in cui la ricerca è pianificata e condotta.

Sillitto (2012) fornisce un utile riassunto dei concetti della scienza dei sistemi e del pensiero sistemico, organizzati in modo da essere immediatamente utili al professionista dell' SE. Le proprietà che sono generalmente vere per il tipo di sistemi in cui si trovano coinvolti gli ingegneri di sistema sono le seguenti:

1. Un sistema esiste all'interno di un "contesto" o ambiente più ampio.

- Il contesto include un "ambiente operativo", un "ambiente di minaccia" e un "ambiente di risorse" (Hitchens, 2003).
- Il contesto può anche contenere sistemi collaborativi e concorrenti.

2. Un sistema è costituito da parti che interagiscono tra loro e con il contesto più ampio.

- Le parti possono essere una o tutte le parti di hardware, software, informazioni, servizi, persone, organizzazioni, processi, servizi, ecc.
- Le interazioni possono includere lo scambio di informazioni, energia e risorse.

3. Un sistema ha proprietà emergenti le quali sono non attribuibili alle singole parti.

- Le proprietà emergenti dipendono dalla struttura (parti e relazioni tra di esse) dell'intero sistema e dalle sue interazioni con l'ambiente.
- Questa struttura determina le interazioni tra funzioni, comportamento e prestazioni delle parti e l'interazione del sistema con l'ambiente, in modi sia intenzionali che non intenzionali.

4. Un sistema ha quanto segue:

- Un ciclo di vita
- Funzione : che può essere caratterizzata secondo Hitchens come "operare - mantenere la vitalità - gestire le risorse" o come "osservare - orientare - decidere - agire" (Hitchens, 2003)
- Struttura, inclusi i seguenti: Un confine, che può essere statico o dinamico e fisico o concettuale; Un insieme di parti; L'insieme delle relazioni e delle potenziali interazioni tra le parti del sistema e attraverso il confine (interfacce)
- Comportamento, compreso il cambiamento di stato e lo scambio di informazioni, energia e risorse
- Caratteristiche prestazionali associate alla funzione e al comportamento in determinate condizioni ambientali e stati del sistema

5. Un sistema cambia e si adatta al suo ambiente quando viene distribuito (inserito nel suo ambiente).

6. I sistemi contengono più circuiti di feedback con costanti di tempo variabili, così che le relazioni causa-effetto potrebbero non essere immediatamente ovvie o facili da determinare.

Ulteriori proprietà "a volte vere" che è probabile che gli ingegneri di sistema incontreranno sono le seguenti:

1. Un sistema può esistere indipendentemente dall'intenzionalità umana.

2. Un sistema può essere parte di uno o più "sistemi di contenimento" più ampi.

3. Un sistema può essere autosufficiente, auto-organizzato e in evoluzione dinamica (tali sistemi includono "sistemi adattivi complessi").

4. Un sistema può offrire "convenienze": caratteristiche che forniscono il potenziale per l'interazione "offrendo la capacità di fare qualcosa" (Norman, 1990). Gli affordance porteranno a interazioni pianificate o meno. Ad esempio, l'affordance di una pista per far atterrare e decollare gli aerei porta anche a una possibilità non intenzionale di guidare veicoli attraverso di essa, il che può intralciare gli aerei, portando a comportamenti emergenti indesiderati dell'intero sistema.

5. Un sistema può essere:

- Chiaramente delimitato e distinto dal suo contesto (il sistema solare, la Terra, gli aerei, i treni, le automobili, le navi, le persone)
- Strettamente collegato o inserito nel suo contesto (un ponte, una città, una pista, il sistema cardiovascolare umano, Internet)
- Di composizione fluida e dinamica (un club, una squadra, un gruppo sociale, un ecosistema, un branco di oche e ancora Internet)

6. Un sistema può essere tecnico (richiede una o più discipline per la progettazione), sociale, ecologico, ambientale o un composto di uno o di tutti questi. Questi elenchi aiutano a spiegare la necessità per gli ingegneri di sistema di pensare alla SOI nel suo contesto più ampio, in modo da garantire la comprensione sia le proprietà importanti per lo scopo del sistema sia quelle che potrebbero dare origine a conseguenze indesiderate e indesiderate.

Molti dei processi riguardano la gestione (ad esempio, gestione delle decisioni, gestione del rischio, gestione del portafoglio, gestione della conoscenza), e questi sono tutti aspetti importanti del processo di SE. Tuttavia, la leadership è un argomento altrettanto importante per gli ingegneri di sistema. In un articolo intitolato "What Leaders Really Do", JP Kotter (2001) afferma che "la leadership è diversa dalla gestione, ma non per il motivo che pensa la maggior parte delle persone". Kotter definisce le differenze chiave tra leader e manager come:

- Affrontare il cambiamento e affrontare la complessità
- Stabilire una direzione rispetto alla pianificazione e al budget
- Allineare le persone rispetto all'organizzazione e al personale
- Motivare le persone contro il controllo e la risoluzione dei problemi

Una citazione spesso attribuita a Peter Drucker è: "I manager fanno le cose per bene. I leader fanno le cose giuste". La verifica garantisce che tu abbia costruito il sistema correttamente. La convalida ti assicura di aver costruito il sistema giusto. Sia la verifica che la convalida sono importanti per lo sviluppo dei sistemi. Allo stesso modo, sia la gestione che la leadership sono importanti per gli ingegneri di sistema e i loro team. Diverse fasi di un progetto richiedono enfasi su diversi aspetti della leadership. Gli aspetti della leadership particolarmente rilevanti per gli ingegneri di sistema includono:

- Pensare in modo strategico e guardare alle implicazioni a lungo termine delle decisioni e delle azioni per stabilire una visione e una rotta ;

- Vedere il "quadro generale" ;
- Trasmettere o acquisire la visione per l'organizzazione e comunicarla (l'ingegnere di sistema può lavorare a supporto del leader identificato o, a volte, non è prerogativa del leader "lanciare" la visione) ;
- Definire il viaggio dal “così com'è” di oggi al “to be” di domani ;
- Trasformare dichiarazioni ambigue di problemi in sfide di soluzione chiare e precise per il team;
- Lavorare con le parti interessate (compresi i clienti), rappresentando i loro punti di vista al team e il punto di vista del team a loro ;
- Massimizzare il valore per il cliente garantendo un collegamento diretto di tutti gli sforzi di progettazione alle esigenze aziendali o della missione del cliente ;
- Stabilire un ambiente per team armoniosi mentre si lavora per sfruttare i potenziali benefici della diversità (compreso il superamento delle differenze culturali e comunicative nei team multidisciplinari) ;
 - Sfidare la saggezza convenzionale a tutti i livelli
 - Gestire i conflitti e facilitare un sano conflitto intorno a idee e alternative
 - Facilitare il processo decisionale
 - Esigere e consentire l'eccellenza

La leadership è sia un'opportunità che una responsabilità fondamentale dell'ingegnere di sistema. Il leader SE deve avere una visione sistemica che tenga conto del contesto, dei confini, delle interrelazioni e dell'ambito. Guidano soluzioni migliori attraverso la comprensione olistica del problema e il suo contesto e ambiente. I leader di SE evidenziano i rischi di conseguenze

indesiderate in modo proattivo. Molte volte, i leader SE devono spostare la conversazione da "prezzo e costo" a "valore e ROI". I leader della SE devono fungere da modello per l'adattabilità, l'agilità e la resilienza ricercate sia nei sistemi che nei team che li sviluppano. Dopotutto, i leader di SE hanno il "miglior posto in casa" per vedere la visione più ampia dei sistemi (Long, 2013). Per fornire al mercato prodotti differenziati in modo efficiente ed economico, un'organizzazione deve conoscere le lacune esistenti nelle proprie capacità complessive. Un individuo ha bisogno di sapere quali abilità gli permetterebbero di essere più efficace, di sviluppare tali abilità e di avere uno standard per dimostrare e comunicare i propri livelli di abilità. Il sistema generale per l'ottimizzazione della consegna SE è mostrato nella Figura 11.

La maggior parte dello sviluppo, ma soprattutto per SE, si ottiene attraverso l'esperienza e la formazione sul lavoro. Tipicamente, il 70% dello sviluppo si ottiene attraverso l'esperienza, il 20% attraverso il mentoring e solo il 10% attraverso la formazione (Lombardo e Eichinger, 1996). La formazione crea una comprensione dei concetti di base, mentre il mentore aiuta gli ingegneri di sistema in via di sviluppo ad assorbire le lezioni appropriate dall'esperienza pratica. Il modello nella Figura 12 mostra come lo sviluppo SE può funzionare per un individuo (perseguendo la certificazione o in una discussione sullo sviluppo con il proprio manager).

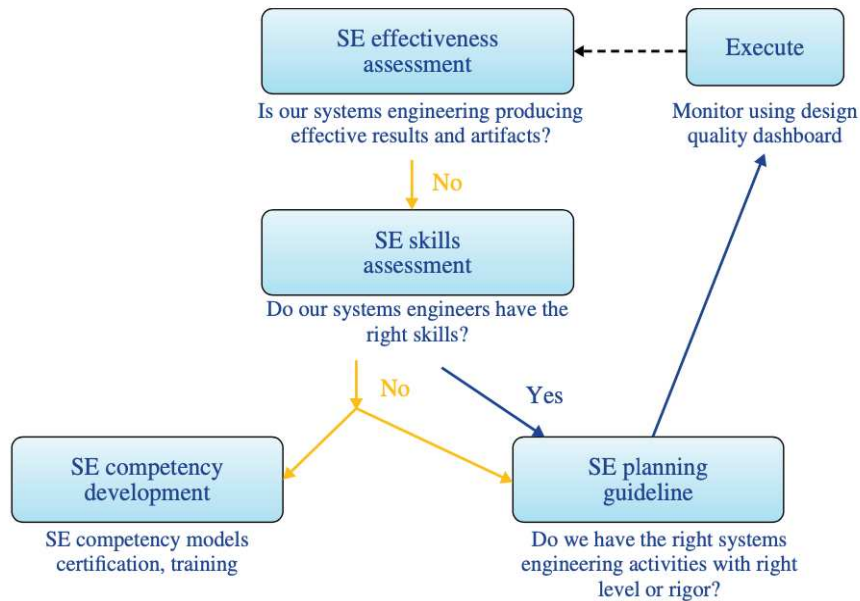


Fig. 11 - Sistema di ottimizzazione SE.

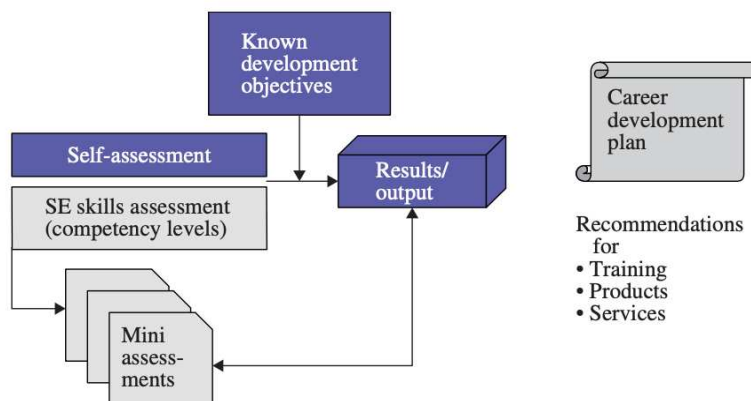


Fig. 12 - Sistema di sviluppo professionale.

INCOSE ha sviluppato un quadro di competenze SE basato sul lavoro del capitolo INCOSE del Regno Unito. L'utilizzo del framework può consentire ai dipendenti di analizzare le proprie competenze e valutare la necessità di formazione, coaching o nuovi incarichi di lavoro per colmare eventuali lacune riscontrate nella valutazione (INCOSE UK, 2010). Il framework definisce tre classi di competenze e allinea le competenze rilevanti a ciascuna classe. Le classi sono pensiero sistemico, visione olistica del ciclo di vita e gestione SE. Il framework ha definito

quattro livelli di abilità: consapevolezza, professionista supervisionato, professionista ed esperto ed è adattabile alle esigenze dell'organizzazione. La pratica dell'ingegneria dei sistemi può portare a significativi benefici sociali e ambientali, ma solo se si considerano e si mitigano gli effetti indesiderati e non desiderati. Parte del ruolo dell'ingegnere di sistema come leader e professionista è sapere quando vengono fatti rischi o compromessi inaccettabili, sapere come influenzare le parti interessate chiave e avere il coraggio di difendere i clienti, la comunità e la professione quando necessario . Il Codice Etico INCOSE contiene sezioni su "Principi fondamentali", "Obblighi fondamentali verso la società e le infrastrutture pubbliche" e "Regole di pratica" per aiutare il professionista SE nelle applicazioni pratiche dell'etica al proprio lavoro e alla vita quotidiana (INCOSE, 2006) .

4. Linguaggio SysML^[3]

SysML è un linguaggio di modellazione grafica generico che supporta l'analisi, la specifica, la progettazione, la verifica e la convalida di sistemi complessi. Questi sistemi possono includere hardware, software, dati, personale, procedure, strutture e altri elementi di sistemi artificiali e naturali. Il linguaggio ha lo scopo di aiutare a specificare e progettare sistemi e specificare i loro componenti che possono quindi essere progettati utilizzando altri linguaggi specifici del dominio. SysML ha lo scopo di facilitare l'applicazione di un approccio MBSE (Model - Based Systems Engineering) per creare un modello coeso e coerente del sistema.

SysML può rappresentare i seguenti aspetti di sistemi, componenti e altre entità:

- Composizione strutturale, interconnessione e classificazione
- Comportamento basato su funzioni e messaggi
- Vincoli sulle proprietà fisiche e prestazionali
- Allocazioni tra comportamento, struttura e vincoli
- Requisiti e loro relazione con altri requisiti, elementi di progettazione e casi di test

SysML include nove diagrammi come mostrato nella tassonomia dei diagrammi nella Figura 13.

Ogni tipo di diagramma è riassunto, insieme alla sua relazione con i diagrammi UML:

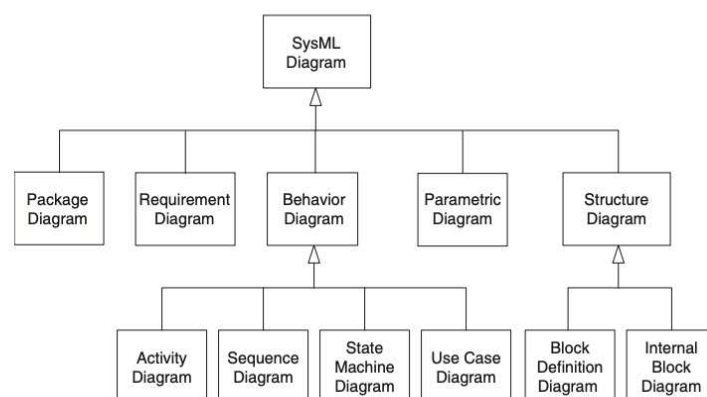


Fig. 13 - Tassonomia del diagramma SysML

- Package Diagram rappresenta l'organizzazione di un modello in termini di pacchetti che contengono elementi del modello;
- Requirement Diagram rappresenta i requisiti basati sul testo e la loro relazione con altri requisiti, elementi di progettazione e casi di test per supportare la tracciabilità dei requisiti;
- Activity Diagram rappresenta il comportamento in termini di ordine in cui le azioni vengono eseguite in base alla disponibilità dei loro input, output e controllo e come le azioni trasformano gli input in output ;
- Sequence Diagram rappresenta il comportamento in termini di sequenza di messaggi scambiati tra sistemi o tra parti di sistemi;
- State machine Diagram rappresenta il comportamento di un'entità in termini di transizioni tra stati attivati da eventi;
- Use case Diagram rappresenta la funzionalità in termini di come un sistema viene utilizzato da entità esterne (ad esempio, actors) per raggiungere una serie di obiettivi;
- Block definition Diagram rappresenta elementi strutturali detti blocchi, e la loro composizione e classificazione;
- Internal block Diagram rappresenta l'interconnessione e le interfacce tra le parti di un blocco;
- Parametric Diagram rappresenta i vincoli sui valori delle proprietà

SysML-Lite viene introdotto come una versione semplificata del linguaggio per aiutare le persone a iniziare a modellare con SysML, ma non fa parte dello standard SysML. Include sei dei nove diagrammi SysML e un piccolo sottoinsieme delle funzionalità del linguaggio

disponibili per ciascun tipo di diagramma. SysML-Lite fornisce una capacità di modellazione significativa.

I sei tipi di diagrammi che fanno parte di SysML-Lite sono evidenziati nella Figura 14. Ciascun diagramma contiene un'intestazione del diagramma che identifica il tipo di diagramma. In particolare, SysML-Lite include:

- Package Diagram per acquisire il diagramma dei requisiti
- Requirements Diagram per acquisire i requisiti basati su testo
- Activity Diagram per rappresentare il comportamento del sistema e dei suoi componenti
- Block definition Diagram per rappresentare la gerarchia del sistema
- Internal block Diagram interno per rappresentare l'interconnessione del sistema
- Parametric Diagram per catturare la relazione tra le proprietà del sistema per supportare l'analisi ingegneristica

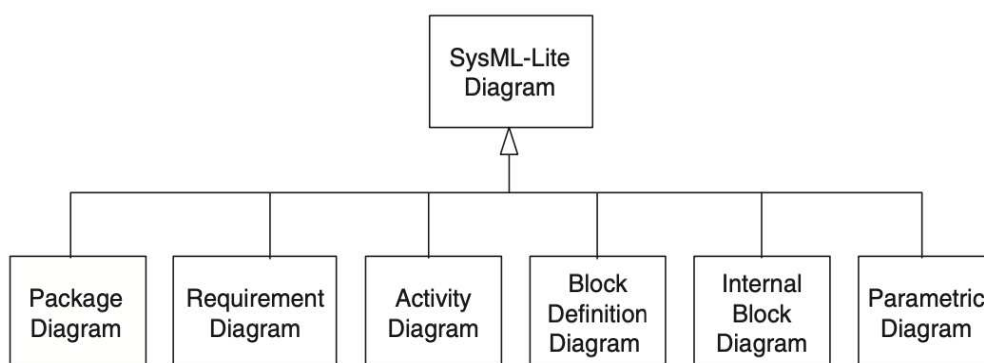


Fig. 14 - SysML-Lite

Alcune delle caratteristiche di SysML-Lite sono rappresentate nei diagrammi in Figura 15. Il sottoinsieme delle funzionalità del linguaggio SysML può essere adattato alle necessità. La figura mostra anche linee spesse con punte di freccia che non fanno parte del linguaggio, ma

evidenziano alcune delle importanti relazioni dei diagrammi incrociati. Queste relazioni sono generalmente coerenti con i metodi classici dell'ingegneria dei sistemi, come la scomposizione e l'allocazione funzionale.

Il Package diagram, etichettato **pkg**, viene utilizzato per organizzare il file Elementi del modello contenuto nel modello. In questo diagramma, il Modello di sistema appare nell'intestazione del diagramma e contiene i pacchetti per Requisiti, il Comportamento, la Struttura e i Parametrici. Ciascuno di questi pacchetti, a sua volta, contiene elementi del modello che sono rappresentati rispettivamente nel diagramma dei requisiti, nel diagramma delle attività, nel diagramma di definizione a blocchi, nel diagramma a blocchi interno e nel diagramma parametrico. Si noti che gli elementi del modello sia per il diagramma di definizione a blocchi che per il diagramma a blocchi interno sono contenuti in Struttura.

Il Requirements diagram è etichettato come **req** e rappresenta una semplice gerarchia di requisiti basati su testo che in genere fanno parte di un documento di specifiche. Il requisito di livello superiore denominato R1 contiene due requisiti R1.1 e R1.2. La corrispondente dichiarazione dei requisiti per R1.1 viene acquisito come proprietà di testo del requisito e corrisponde al testo che si troverebbe per questo requisito nel documento delle specifiche.

Gli Activity diagram sono etichettati come **act**. Il diagramma di attività denominato A0 rappresenta l'interazione tra Sistema 1 e Sistema 2. Il nodo iniziale rappresentato dal cerchio scuro pieno e il nodo finale rappresentato indicano rispettivamente l'inizio e la fine dell'attività. L'attività specifica una semplice sequenza di azioni che iniziano con l'esecuzione dell'azione: A1, e seguito dall'esecuzione dell'azione:A2. L'uscita di: A1 e l'input di: A2 sono rappresentati da rettangoli. Inoltre, le partizioni di attività etichettate come Sistema 1 e Sistema 2 sono responsabili dell'esecuzione delle azioni racchiuse dalle partizioni. L'azione denominata A1 soddisfa il requisito R1.2 che è rappresentato dalla freccia “satisfy”.

L'azione denominata A1 nel diagramma di attività A0 viene scomposto in azioni A1.1 e A1.2. Queste azioni vengono eseguite da Componente 1 e componente 2, rispettivamente. Come indicato nei diagrammi di attività per A0 e A1, gli output e gli input sono coerenti da un livello di decomposizione all'altro.

Il Block definition diagram è denominato **bdd** ed è spesso utilizzato per descrivere la gerarchia di un sistema. Un blocco viene utilizzato per definire un sistema o un componente a qualsiasi livello della gerarchia del sistema. Il diagramma di definizione del blocco nella figura mostra il blocco Contesto di sistema composto da Sistema 1 e Sistema 2. Sistema 1 viene ulteriormente scomposto in Componente 1 e Componente 2. I blocchi del Sistema 1 e Componente 1 contengono ciascuno una proprietà del valore che può corrispondere a una caratteristica fisica o prestazionale, come il suo peso o il tempo di risposta.

Il Parametric diagram è etichettato come **par** e viene utilizzato per descrivere le relazioni tra proprietà che corrispondono a un'analisi ingegneristica, come prestazioni, affidabilità o analisi delle proprietà di massa. In questo esempio, il diagramma parametrico include un unico vincolo chiamato Vincolo 1 che corrisponde a un'equazione o un insieme di equazioni. I quadratini interni del vincolo rappresentano i parametri dell'equazione. Le proprietà del sistema e dei blocchi componenti possono quindi essere associate ai parametri per stabilire una relazione di uguaglianza. In questo modo, una particolare analisi può essere allineata con le proprietà del progetto del sistema. Spesso viene utilizzato un unico vincolo per rappresentare una particolare analisi e i parametri rappresentano gli input e gli output dell'analisi.

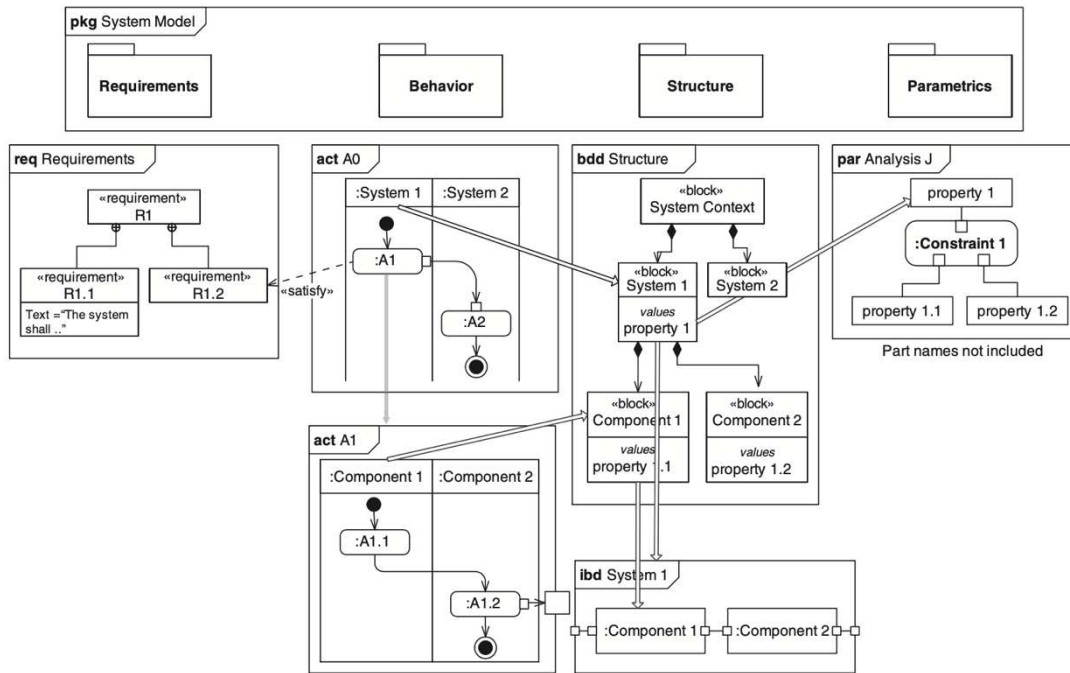


Fig. 15 - Diagrammi semplificati che evidenziano alcune delle caratteristiche del linguaggio per ogni tipo di diagramma in SysML-Lite.

Oltre ad apprendere il linguaggio di modellazione, un modellatore deve applicare un metodo disciplinato di ingegneria dei sistemi basata su modelli (MBSE) per aderire alla pratica dell'ingegneria dei sistemi e costruire modelli di sistema di qualità. SysML fornisce un mezzo per acquisire le informazioni di modellazione del sistema senza imporre un metodo MBSE specifico. Un metodo selezionato determina quali attività di modellazione vengono eseguite, l'ordinamento delle attività e i tipi di artefatti di modellazione utilizzati per rappresentare il sistema. Ad esempio, i metodi di analisi strutturata tradizionali possono essere utilizzati per scomporre le funzioni e quindi allocare le funzioni ai componenti. In alternativa, è possibile applicare un approccio basato sui casi d'uso che deriva da funzionalità basate sull'analisi degli scenari e sulle interazioni associate tra le parti. I due metodi possono implicare attività diverse e produrre diverse combinazioni di diagrammi per rappresentare le specifiche e il progetto del sistema.

Le attività di primo livello per un metodo MBSE semplificato sono evidenziate nella Figura 16. Il metodo rappresenta anche una variante semplificata del metodo di ingegneria dei sistemi orientato agli oggetti (OOSEM). Questo metodo include una o più iterazioni delle seguenti attività per specificare e progettare il sistema:

- Organizzare il modello
- Definire il diagramma del pacchetto per il modello di sistema

- Analizzare le esigenze degli stakeholder per comprendere il problema da risolvere, gli obiettivi che il sistema è destinato a supportare e le misure di efficacia necessarie per valutare quanto bene il sistema supporta gli obiettivi; in particolare:

- Identificare gli stakeholder e i problemi da affrontare
- Definire il modello di dominio per identificare i sistemi e gli utenti esterni
- Definire i casi d'uso di livello superiore per rappresentare gli obiettivi che il sistema intende supportare
- Definire le misure dell'efficacia che possono essere utilizzate per quantificare il valore di una soluzione proposta

- Specificare i requisiti di sistema, comprese le funzionalità di sistema richieste, le interfacce, le caratteristiche fisiche e prestazionali e altre caratteristiche di qualità per supportare gli obiettivi e le misure di efficacia

- Acquisire i requisiti basati su un testo in un diagramma dei requisiti che supporta gli obiettivi del sistema e le misure di efficacia
- Modellare ogni scenario di caso d'uso (ad esempio, diagramma di attività) per specificare i requisiti di comportamento del sistema

- Creare il diagramma di contesto del sistema (diagramma a blocchi interno) per specificare le interfacce esterne del sistema

- Sintetizzare soluzioni di sistema alternative suddividendo il progetto del sistema in componenti in grado di soddisfare i requisiti del sistema
- Scomporre il sistema utilizzando il diagramma di definizione dei blocchi
- Definire l'interazione tra le parti utilizzando i diagrammi di attività
- Definire l'interconnessione tra le parti utilizzando lo schema a blocchi interno

- Eseguire l'analisi dei compromessi e valutare e selezionare una soluzione preferita che soddisfi i requisiti di sistema e massimizzi il valore in base alle misure di efficacia

- Acquisire il contesto dell'analisi per identificare l'analisi da eseguire come prestazioni, proprietà di massa, affidabilità, costi e altre proprietà critiche
- Catturare ogni analisi come diagramma parametrico
- Eseguire l'analisi ingegneristica per determinare i valori delle proprietà del sistema

- Mantenere la tracciabilità dei requisiti per garantire che la soluzione proposta soddisfi i requisiti di sistema e le esigenze degli stakeholder associati

- Catturare la tracciabilità tra i requisiti di sistema e le esigenze degli stakeholder
- Mostrare come la progettazione del sistema soddisfa i requisiti di sistema
- Identificare i casi di test necessari per verificare i requisiti di sistema e acquisire i risultati della verifica

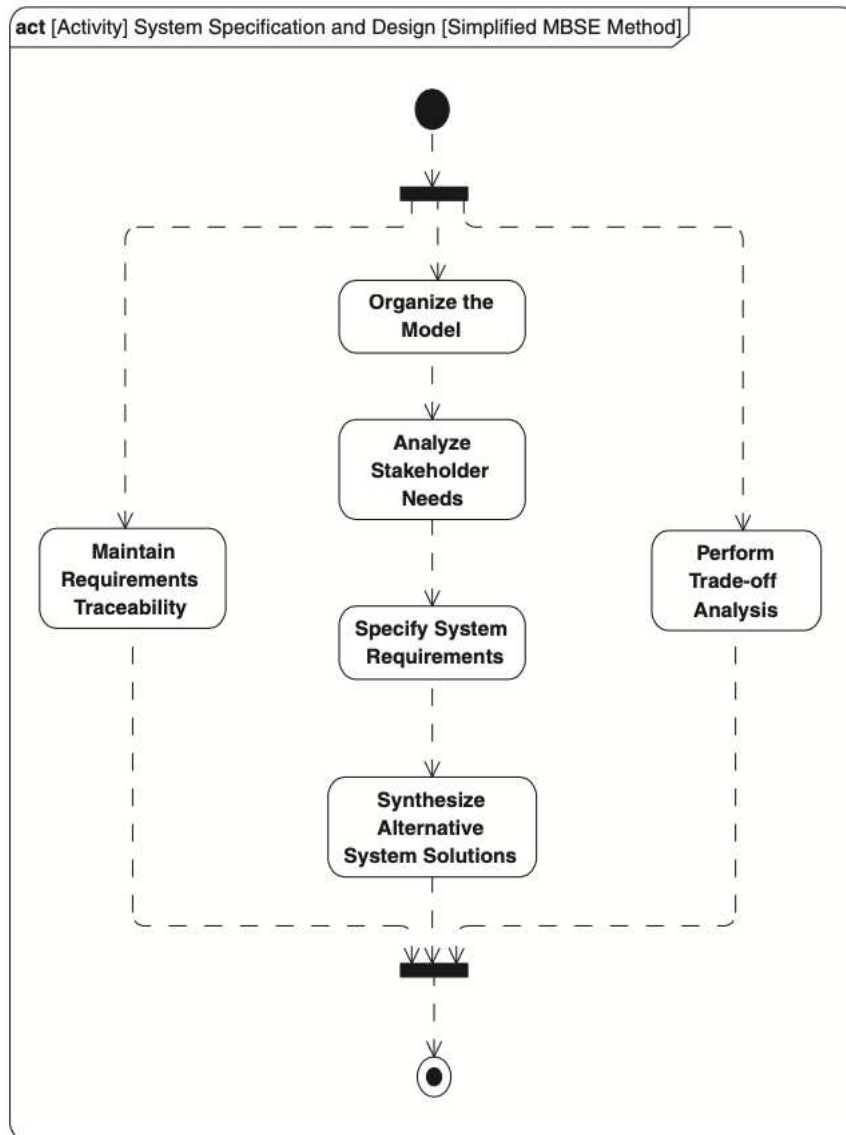


Fig. 16 - Un metodo MBSE semplificato coerente con il processo di ingegneria dei sistemi.

Altre attività di gestione dell'ingegneria dei sistemi, come pianificazione, valutazione, gestione del rischio e gestione della configurazione vengono eseguite insieme alle attività di modellazione sopra descritte.

L'apprendimento di SysML e MBSE richiede un impegno simile a quello che ci si aspetta dall'apprendimento della modellazione per le discipline meccaniche, elettriche, software e altre tecniche. Uno degli obiettivi principali per gli approcci di ingegneria dei sistemi basati su

modelli è la capacità di comprendere un sistema da più prospettive e di garantire l'integrazione tra le diverse prospettive. In SysML, i requisiti di sistema, il comportamento, la struttura e i parametri rappresentano ciascuno aspetti diversi del sistema che devono essere compresi individualmente e insieme.

Ciascuna delle prospettive individuali introduce la propria complessità. Ad esempio, il modellatore può rappresentare il comportamento nei diagrammi di attività per specificare con precisione come un sistema risponde a uno stimolo. Ciò comporta la specifica dei dettagli su come il sistema esegue ogni scenario di caso d'uso. Questi diagrammi di attività possono essere integrati in un comportamento di sistema composito che viene acquisito in un diagramma di macchina a stati. Il processo per rappresentare comportamenti dettagliati e integrare diversi formalismi comportamentali può essere piuttosto complesso. Come affermato in precedenza, il modellatore deve mantenere la coerenza da una prospettiva all'altra. SysML viene spesso utilizzato per rappresentare gerarchie per requisiti, comportamento e struttura. Un modello coerente di un sistema deve garantire la coerenza tra gli elementi del modello in ciascuna gerarchia. Ulteriori viste specifiche della disciplina possono intersecare i requisiti, il comportamento, la struttura e le prospettive parametriche, come una vista dell'affidabilità, della sicurezza o della produzione. Anche in questo caso, ciò introduce complessità nella modellazione del sistema e in MBSE.

Un altro aspetto della complessità è che un approccio MBSE efficace non richiede solo un linguaggio come SysML per rappresentare il sistema, ma anche un metodo che definisce le attività e gli artefatti e uno strumento per implementare il linguaggio e il metodo di modellazione. Il linguaggio, il metodo e lo strumento introducono ciascuno i propri concetti e devono essere appresi per padroneggiare l'ingegneria dei sistemi basata su modelli. Questa abilità deve quindi essere applicata a un dominio particolare, come la progettazione di aeromobili, automobili, sistemi di telecomunicazione, dispositivi medici e altri. La complessità e

le sfide associate per l'apprendimento dell'MBSE riflettono la complessità intrinseca e le sfide dell'applicazione dell'ingegneria dei sistemi allo sviluppo di sistemi complessi. Quando si inizia il percorso MBSE, è importante stabilire le aspettative per le sfide dell'apprendimento dell'MBSE e come applicarlo al dominio di interesse. Tuttavia, oltre a raccogliere i potenziali vantaggi di MBSE, accettare queste sfide e acquisire competenze in SysML e MBSE può fornire una comprensione più profonda dei sistemi e dei concetti di ingegneria dei sistemi. Riassumendo possiamo dire che il linguaggio SysML supporta la modellazione di requisiti, struttura, comportamento e parametri per fornire una descrizione solida di un sistema, dei suoi componenti e del suo ambiente.

Il linguaggio include nove tipi di diagramma ciascuno con le proprie caratteristiche. La semantica del linguaggio consente a un modellatore di sviluppare un modello integrato di un sistema, in cui ogni tipo di diagramma può rappresentare una vista diversa del sistema modellato. Gli elementi del modello su un diagramma possono essere correlati agli elementi del modello su altri diagrammi. I diagrammi consentono di acquisire le informazioni in un repository di modelli e di visualizzare le informazioni dal repository per aiutare a specificare, progettare, analizzare e verificare i sistemi. Per facilitare il processo di apprendimento, viene introdotto SysML-Lite, che include sei dei nove diagrammi SysML e un sottoinsieme relativamente piccolo delle funzionalità del linguaggio per ciascun tipo di diagramma. Imparare a modellare questo sottoinsieme del linguaggio in uno strumento di modellazione può fornire una solida base su cui costruire. SysML consente la rappresentazione di un sistema da più prospettive. Ciascuna delle singole prospettive può essere complessa di per sé, ma garantire un modello coerente che si integri tra le diverse prospettive introduce ulteriori sfide per l'apprendimento di SysML e MBSE.

Quando si apprende SysML come parte di un approccio MBSE generale, il processo, i metodi e gli strumenti introducono i propri concetti e la propria complessità. L'uso di SysML a supporto di MBSE formalizza la pratica per come viene eseguita l'ingegneria dei sistemi. In definitiva, le

sfide di SysML e MBSE riflettono le complessità intrinseche dell'applicazione dell'ingegneria dei sistemi allo sviluppo di sistemi complessi.

5. Esempio di applicazione

Progetto di realizzazione di un Ipermercato COOP sito a Camerano (AN). Il lotto individuato per la realizzazione della nuova costruzione è situato nella zona industriale di Ancona, più precisamente nella frazione di Aspio Terme. Ha una superficie di 39.605 mq ed è confinato sui tre lati da Via A. Corneli, da Via Farfisa e dalla linea ferroviaria nazionale. Ha una posizione strategica in quanto l'area in questione è vicina a più arterie principali di viabilità, l'Autostrada A14, la Strada Statale 16, la Via Direttissima del Conero e la stazione ferroviaria. La progettazione ha riguardato sia la parte tecnico – strutturale sia la parte economico – finanziaria applicando i principi del facility management. Stabiliti i needs e requirements sono state ipotizzate tre soluzioni progettuali (ExtraCoop, Coop 3.0, IperCoop Center) e ne sono state studiate le loro caratteristiche. Dopo valutazioni di carattere economico - urbanistico è stata scelta la Coop 3.0 ed è stato prodotto il Service Programming (costi operativi + costi manutentivi).

CAPITAL PROGRAMMING:



Fig. 17 - Pianificazione e metodologia utilizzata

USE CASE DIAGRAM (Customer needs) con linguaggio SysML

- Tre range di età considerati
- Quattro customer needs rilevati

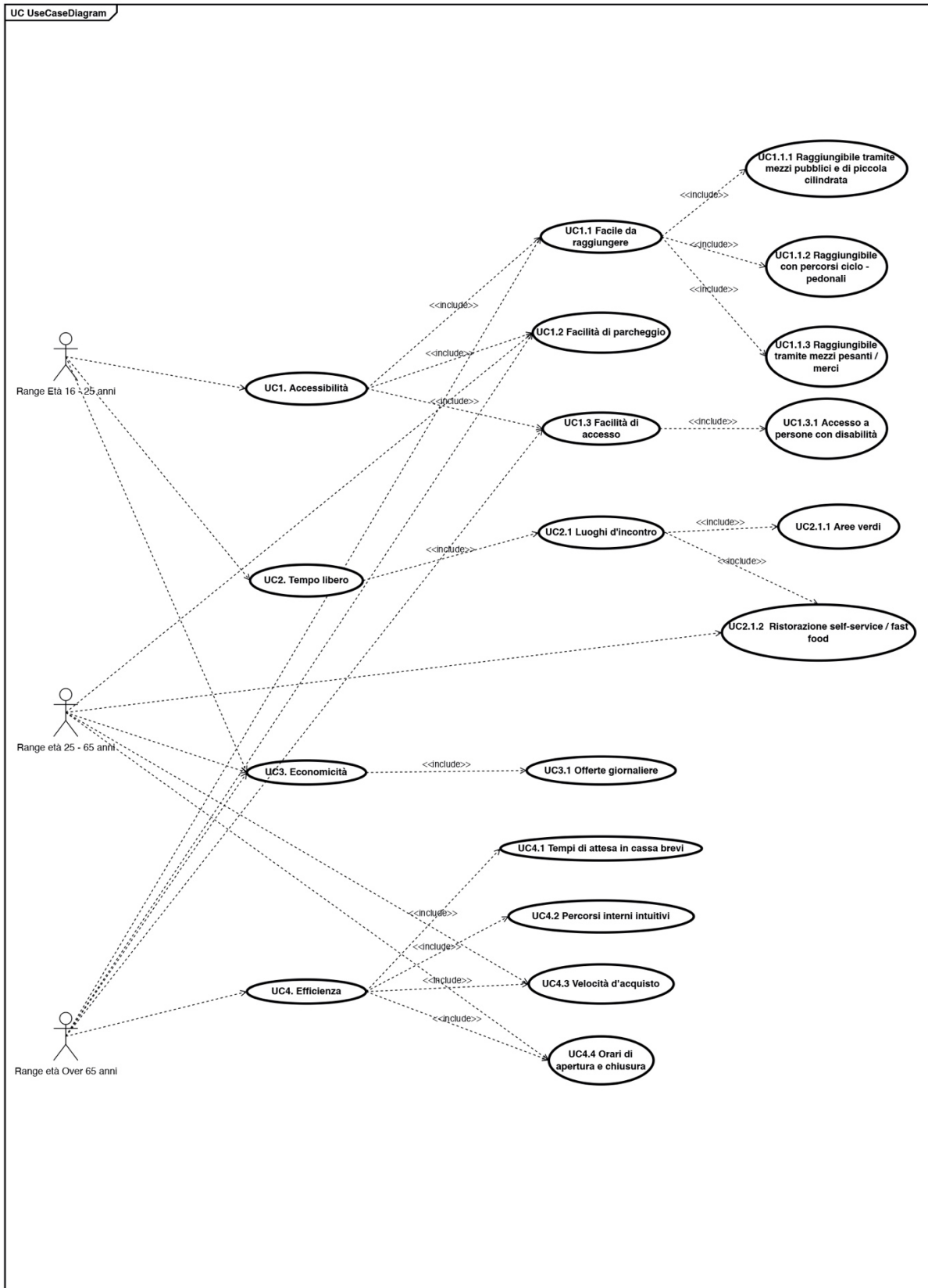


Fig. 18 - Use Case Diagram

REQUIREMENTS DIAGRAM (Diagramma dei requisiti) e relativi sottoinsiemi scritti con il linguaggio SysML. Dei vari requisiti di progetto sono stati presi in considerazione l'accessibilità (R1) e i luoghi d'incontro (R2)

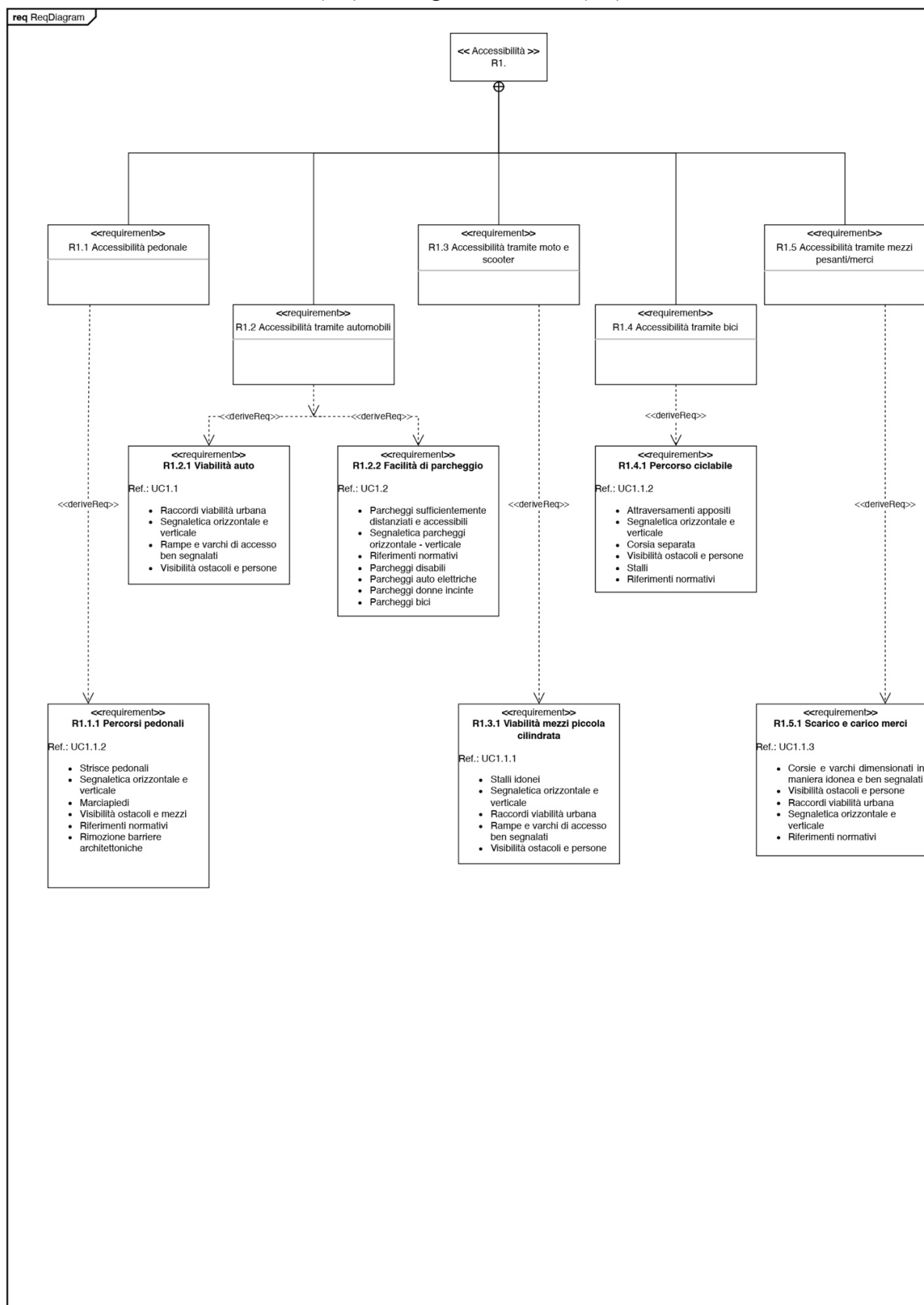


Fig. 19 - Requirement Diagram 1

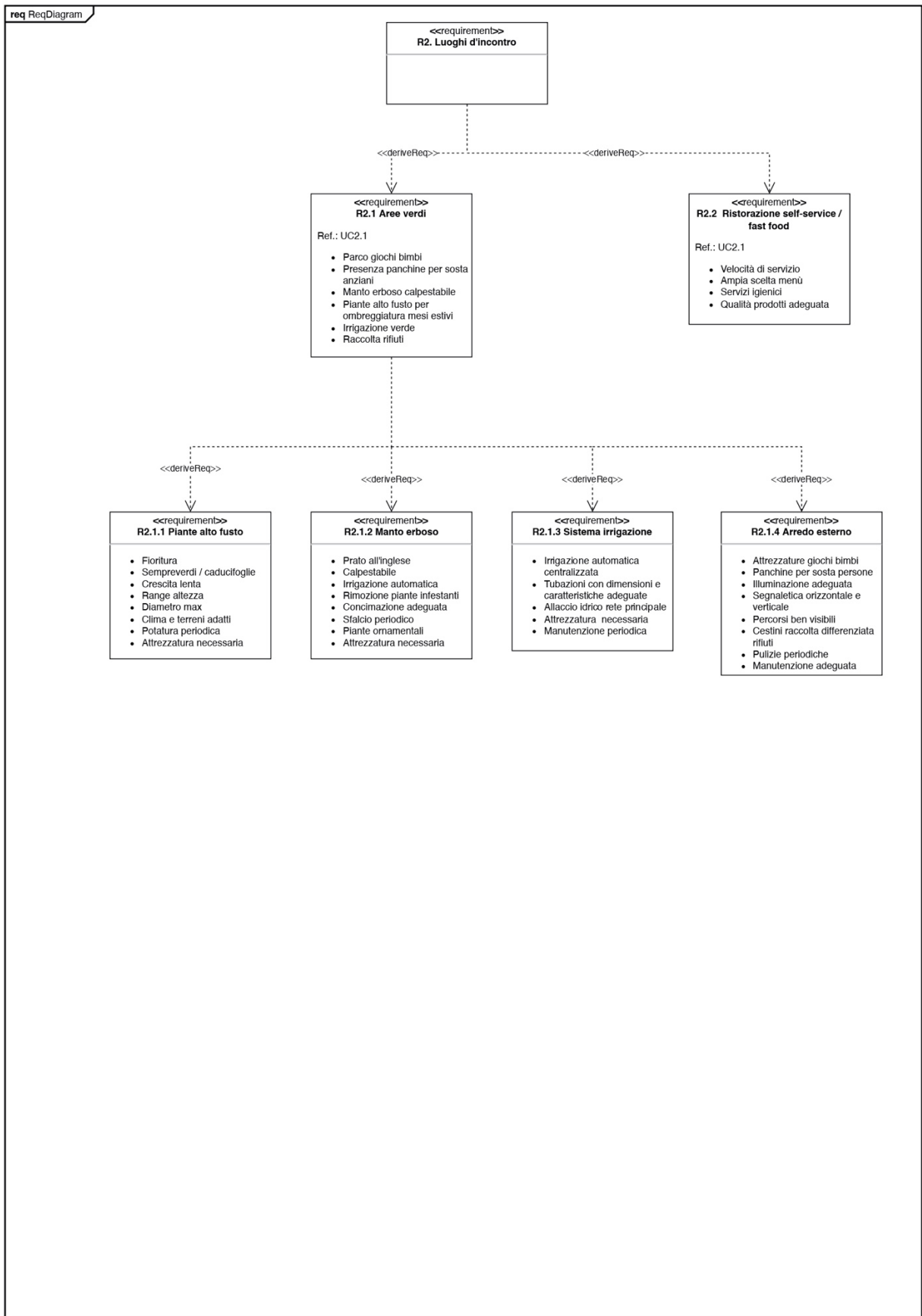


Fig. 20 - Requirement Diagram 2

BLOCK DIAGRAM: Ho considerato il requisito delle aree verdi e l'ho sviluppato nel block diagram con le relative proprietà.

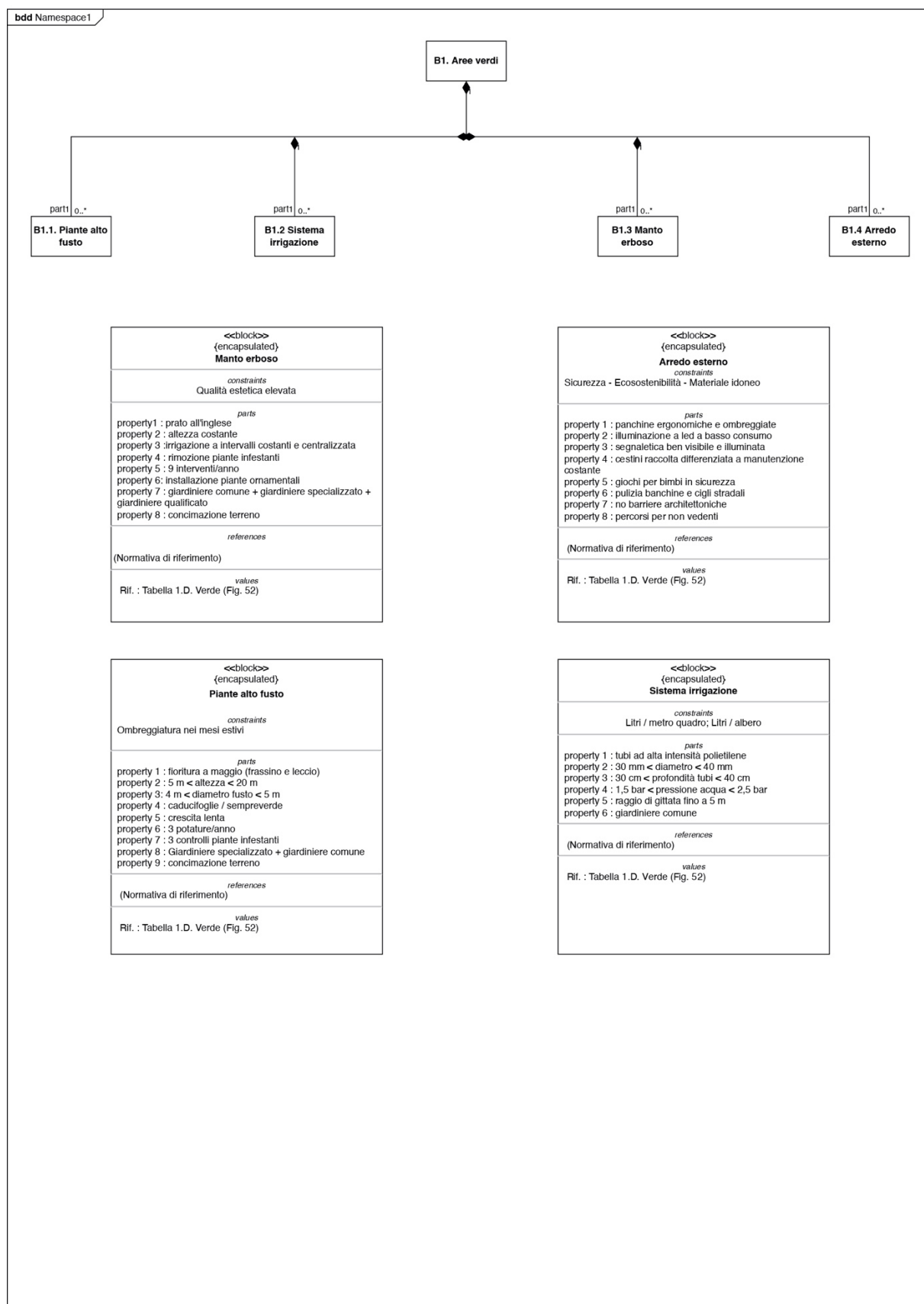


Fig. 21 - Block Diagram aree Verdi

INDIVIDUAZIONE DELL'AREA

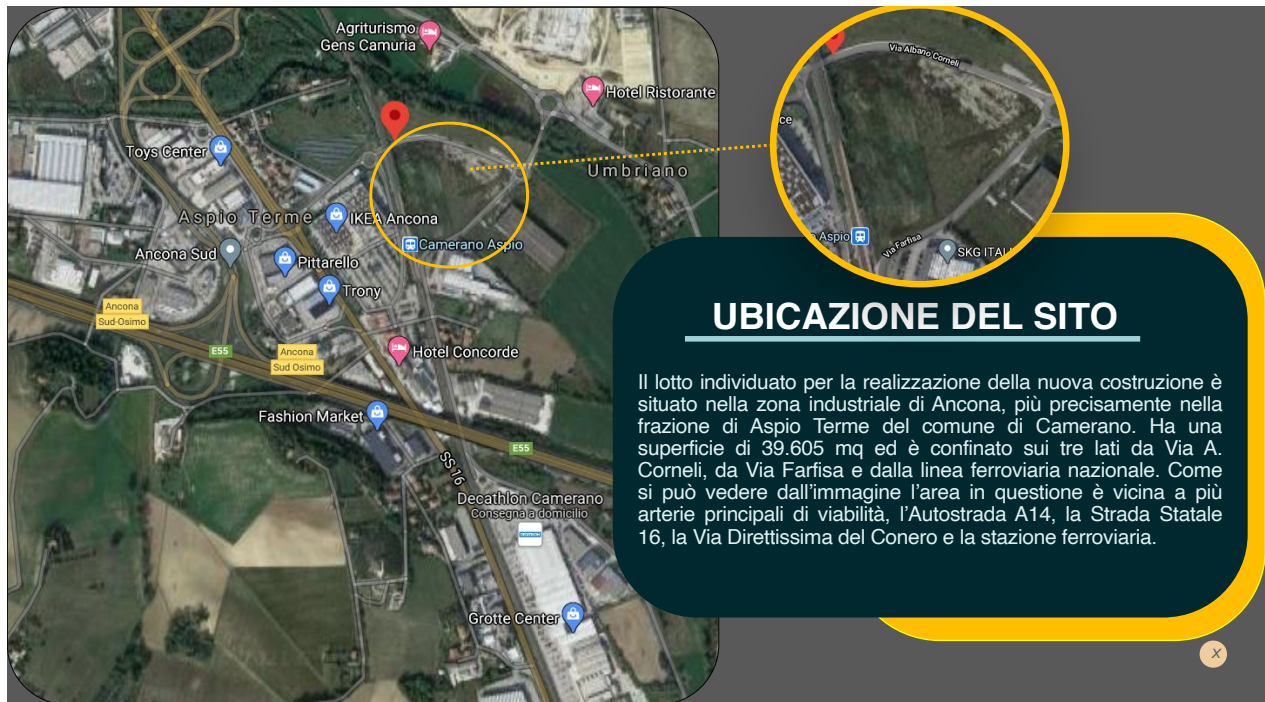


Fig. 22 - Ubicazione del sito d'interesse

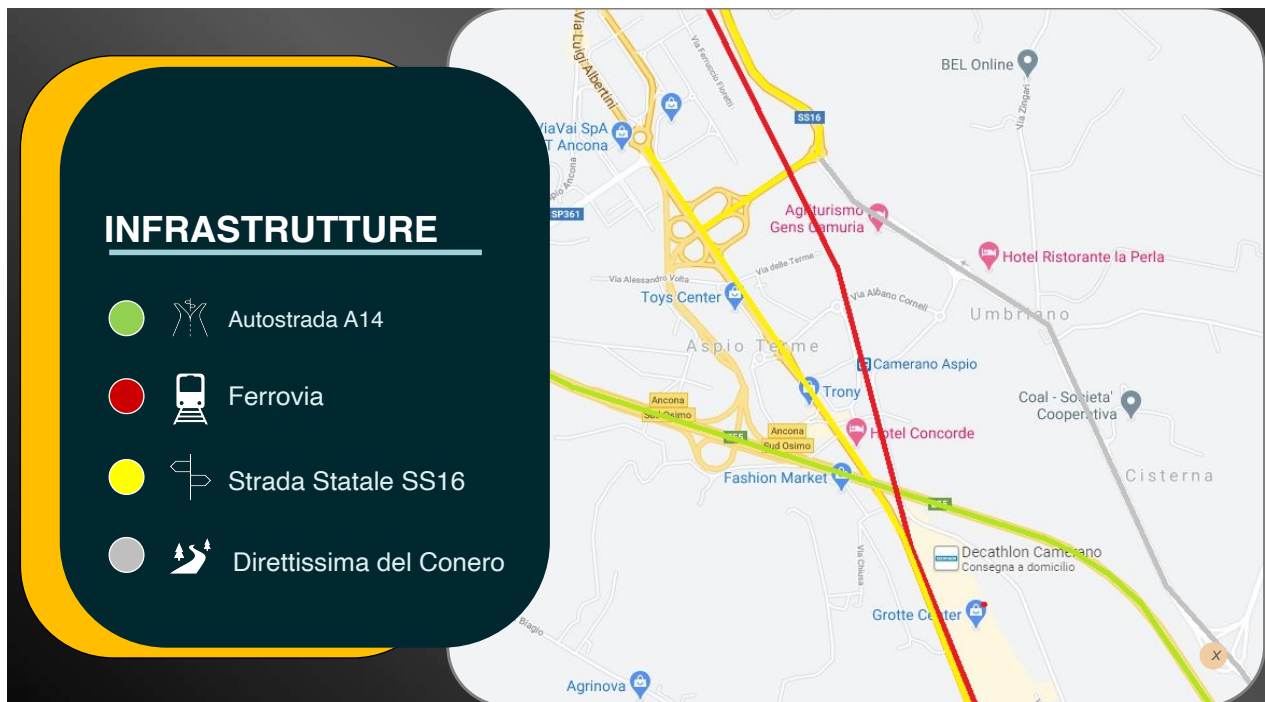
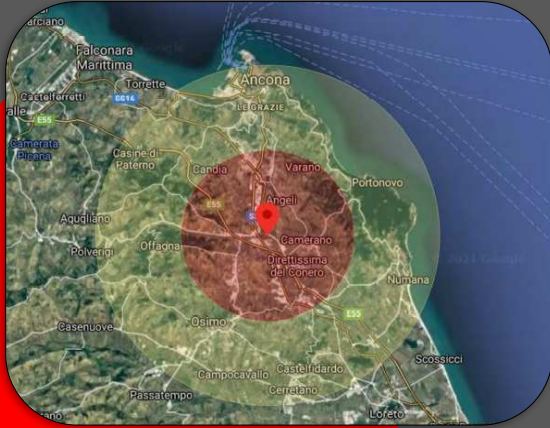


Fig. 23 - Contesto d'inserimento dell'opera nel territorio

BACINO D'UTENZA

METODO DEI CENTRI CONCENTRICI



La forza di attrazione di un punto vendita si misura dalla sua dimensione e dal suo collocamento come "format", quindi dalla sua capacità di offerta ai bisogni del mercato. Attraverso quest'analisi viene definito il "bacino di utenza", che tiene conto del tempo massimo percorso dal cliente per poter accedere al punto vendita. Ovviamente meno grande è la superficie, tanto più l'assortimento è di tipo generalizzato e non "specializzato" e quindi saranno ridotti sia il tempo di percorrenza che e la distanza media del raggio di azione della futura clientela. Il bacino di utenza viene stimato con il metodo dei centri concentrici, dove si identifica un primo cerchio come zona primaria, un secondo cerchio più esteso come zona secondaria e un terzo come zona limitrofa.

La zona primaria è quella caratterizzata da una presenza di potenziali clienti vicini al punto vendita che va dal 60% a circa l'80% e dove si prevede che le esigenze cosiddette primarie possano essere soddisfatte dal punto vendita.

La zona secondaria è generalmente stimata come in grado di fornire un apporto alla clientela pari a un ulteriore 15%-25%: la clientela è molto più dispersa e il potere di attrattività del punto vendita è sicuramente ridotto.

La terza area fornisce il restante del potenziale della clientela, che dovrà essere fortemente motivato per poter essere attratto dall'offerta del punto vendita.

- Zona Primaria – Percorrenza 5 min - Raggio 5 Km - 5517 potenziali clienti
- Zona Secondaria – Percorrenza 15 min - Raggio 10 Km - 32.513 potenziali clienti

Fig. 24 - Bacino d'utenza stimato

IPOTESI PROGETTUALI

- **EXTRA COOP** : Il cliente entrando nell'edificio si trova subito all'interno di un'area comune costituita da esercizi commerciali: bar, gioielleria, ottica, parafarmacia e assicurazione. Il percorso dell'ipermercato è stato concepito in maniera tale da non far accavallare i flussi di entrata e uscita della clientela. Al suo interno troviamo una marcata divisione tra i vari reparti alimentari e quelli dedicati al fai da te e all'oggettistica. Le scaffalature occupano nel migliore dei modi lo spazio disponibile, consentendo di avere dei corridoi molto ampi e senza andare a riempire eccessivamente l'aria di vendita evitando così di creare confusione nella ricerca dei prodotti

PIANTA INTERNA

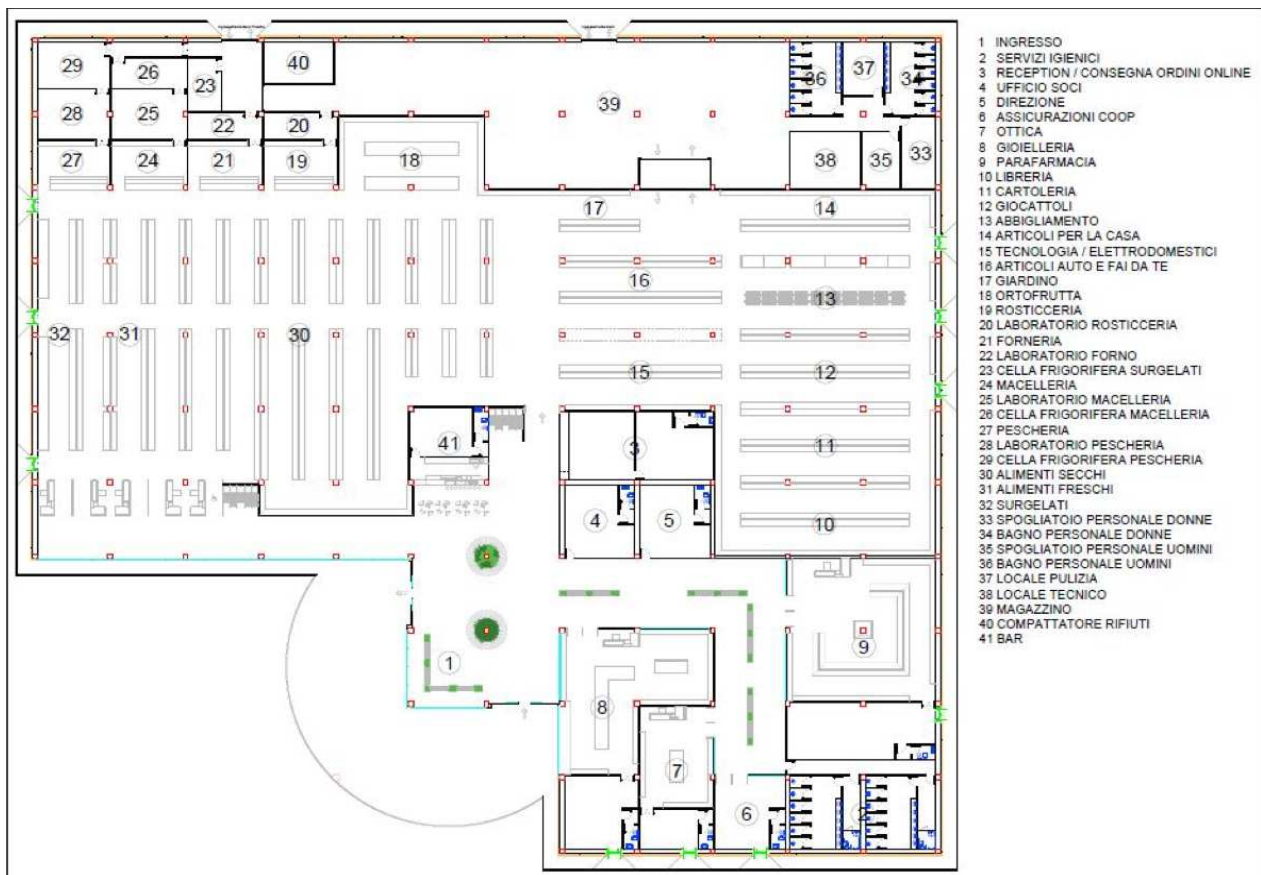


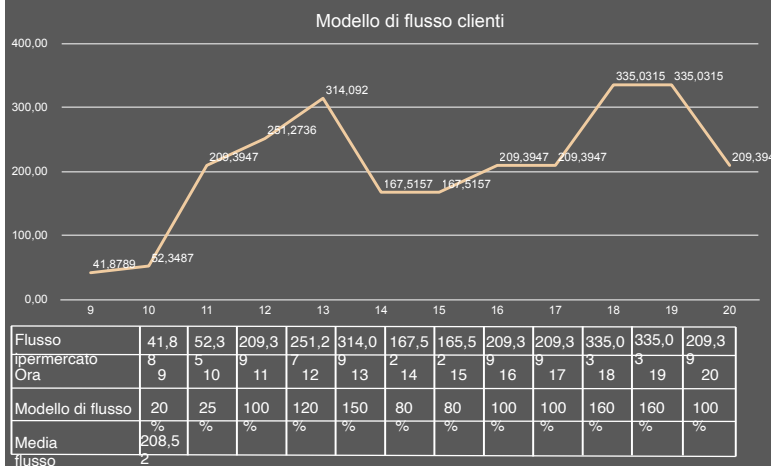
Fig. 25 - Pianta interna arredata ExtraCoop

PLANIMETRIA ESTERNA



Fig. 26 - Planimetria esterna ExtraCoop

VISIONE OPERATIVA



MODELLO OPERATIVO	
Giorni apertura	352
Ore apertura	12
Area ipermercato [m ²]	4403,28
Redditività Coop [€]	7030,42
Target Ricavi/Anno [€]	30.956.907,78
Target Ricavi/Giorno [€]	87.945,76
Target Ricavi/Ora [€]	7328,81
Consumo medio [€]	35,00
Flusso Utenza/Ora	209,39
Picco Utenza	335,03
CASSE	
Tempo attesa max [m]	10
Flusso cassa [persone/h]	20
Numero Casse	5
PARCHEGGI	
Ipermercato	335
Gioielleria	19
Ottica	9
Assicurazione	4
Parafarmacia	24
Tot. Parcheggi	391

Fig. 27 - Visione operativa edificio e parcheggi totali

- **COOP 3.0** : In questa configurazione possiamo vedere che il reparto ortofrutticolo, illuminato da luce calda è posizionato all'ingresso del supermercato per trasmettere al cliente una sensazione di ambiente salutare e fresco. Alcune categorie di prodotti differenti ma appartenenti a categorie simili sono posizionati gli uni in prossimità degli altri; in questo modo si semplifica il processo logico di acquisto del consumatore. Con questo layout il cliente può raggiungere con facilità le merci e orientarsi correttamente negli acquisti, senza perdere troppo tempo. L'ambiente è stato studiato per far passare il cliente in tutti i reparti; l'ordine è catalogato nella nostra mente come piacevole. Per i clienti che non amano fare spesa o semplicemente hanno poco tempo per farla, questa soluzione propone il servizio «Coop Drive»

PIANTA INTERNA

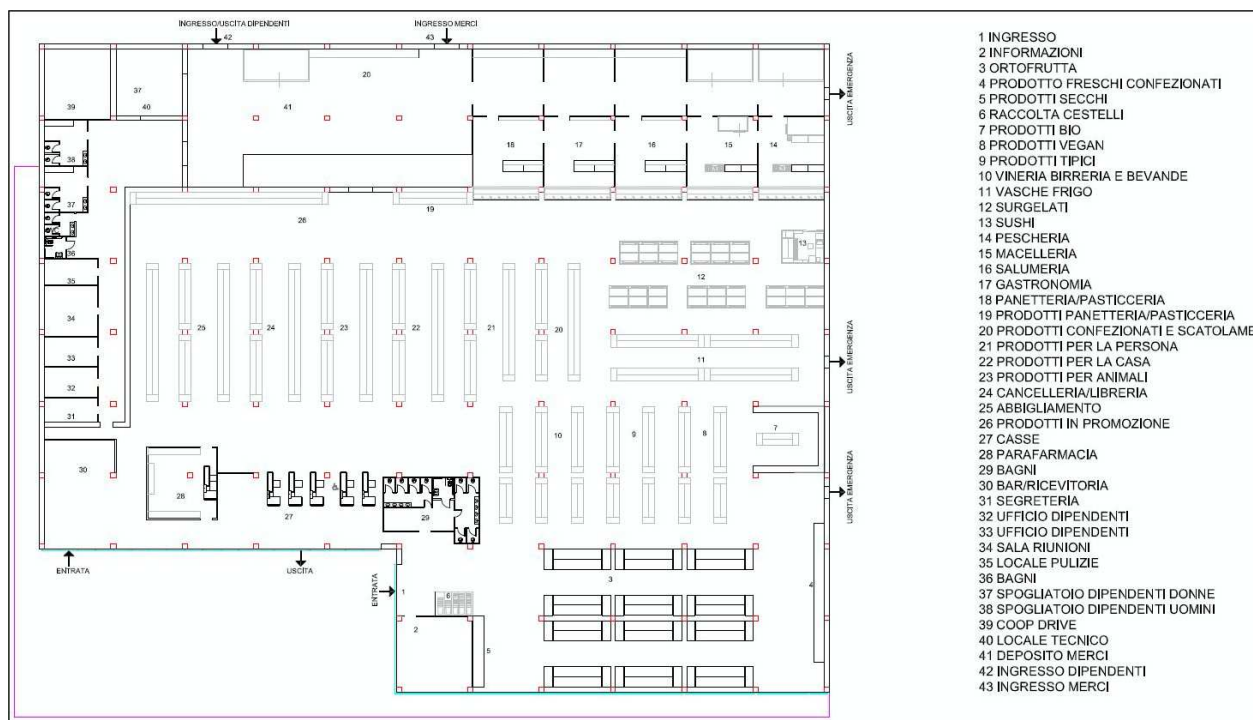


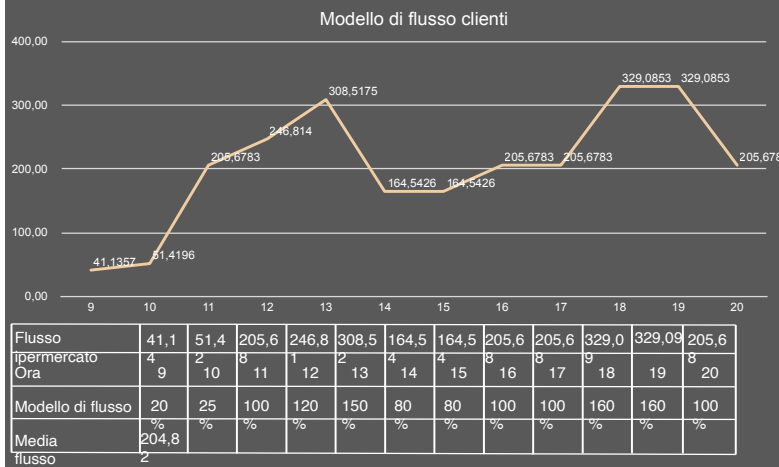
Fig. 28 - Pianta interna arredata Coop 3.0

PLANIMETRIA ESTERNA



Fig. 29 - Planimetria esterna Coop 3.0

VISIONE OPERATIVA



MODELLO OPERATIVO	
Giorni apertura	352
Ore apertura	12
Area ipermercato [m²]	4325,13
Redditività Coop [€]	7030,42
Target Ricavi/Anno [€]	30.407.480,45
Target Ricavi/Giorno [€]	86.384,89
Target Ricavi/Ora [€]	7198,74
Consumo medio [€]	35,00
Flusso Utenza/Ora	205,68
Picco Utenza	329,09
CASSE	
Tempo attesa max [m]	10
Flusso cassa [persone/h]	20
Numero Casse	5
PARCHEGGI	
Ipermercato	329

Fig. 30 - Visione operativa edificio e parcheggi totali

- **IPERCOOP CENTER:** Come terza ipotesi si è considerato l'altro lotto a disposizione recuperando l'edificio parzialmente edificato che era presente all'interno dell'area. La chiave si nasconde nella fidelizzazione del cliente nel rendere unica la sua shopping experience, cercando di evitare che fugga e che si rifugi nell'acquisto online. L'obiettivo è di abbinare alle attività di vendita tradizionali delle alternative come la ristorazione, la moda, lo sport e molto altro ancora.

PIANTA INTERNA PRIMO PIANO

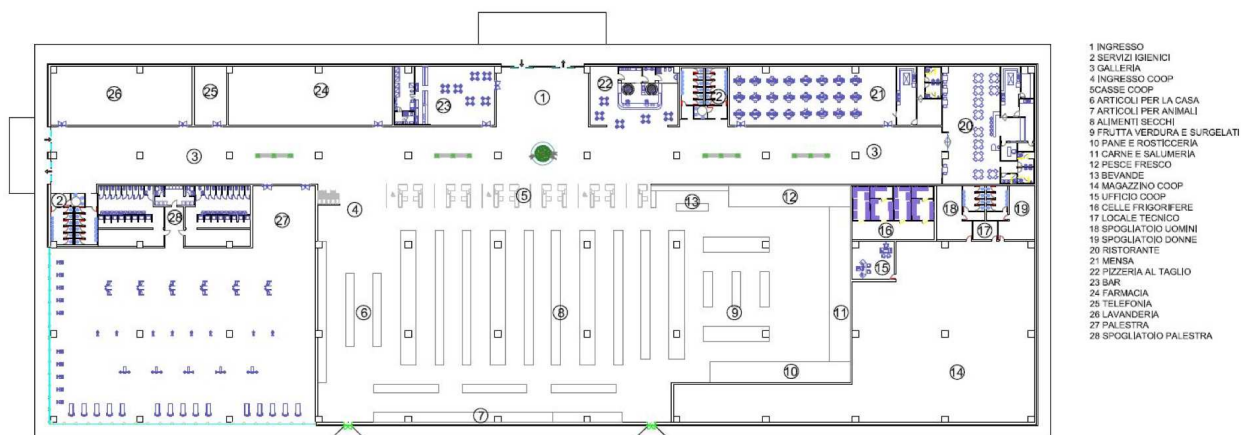


Fig. 31 - Pianta interna primo piano arredata IperCoop Center

PIANTA INTERNA SECONDO PIANO

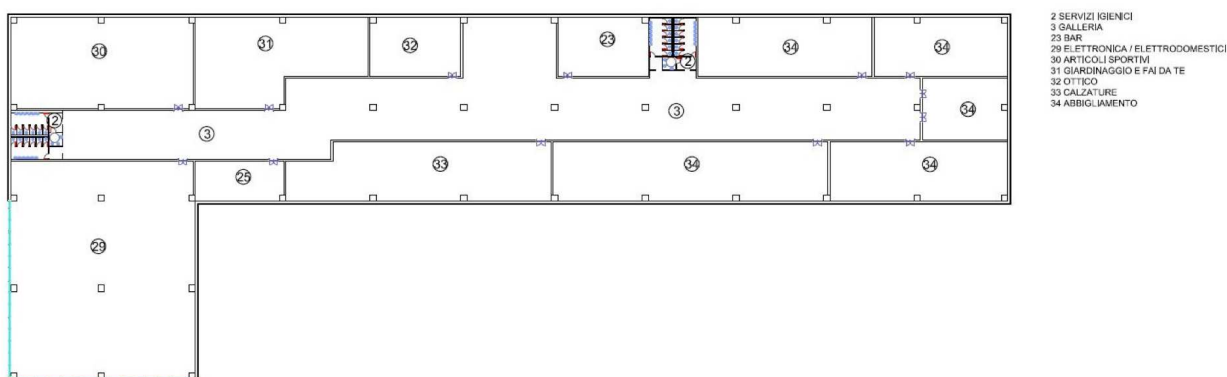


Fig. 32 - Pianta interna secondo piano arredata IperCoop Center

PLANIMETRIA ESTERNA

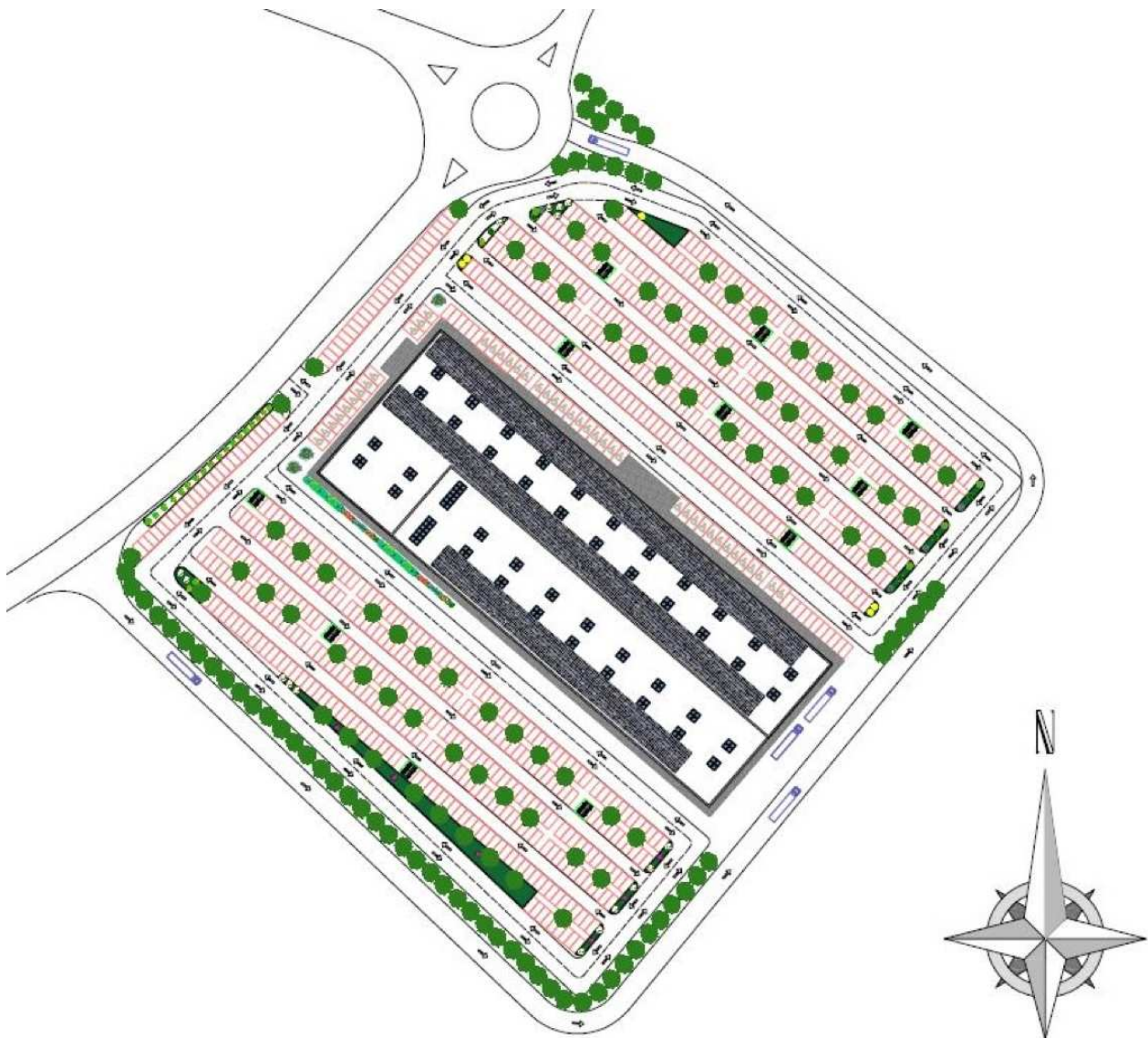


Fig. 33 - Planimetria esterna IperCoop Center

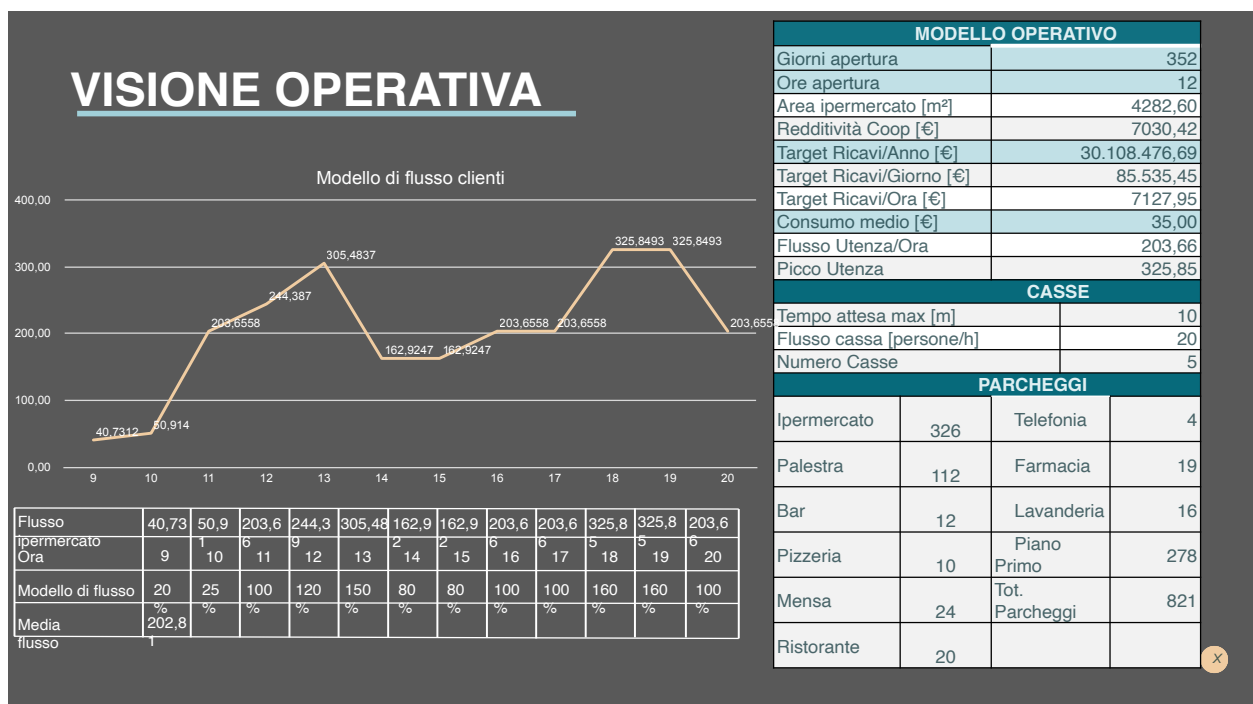


Fig. 34 - Visione operativa edificio e parcheggi totali

ANALISI DELL'INVESTIMENTO

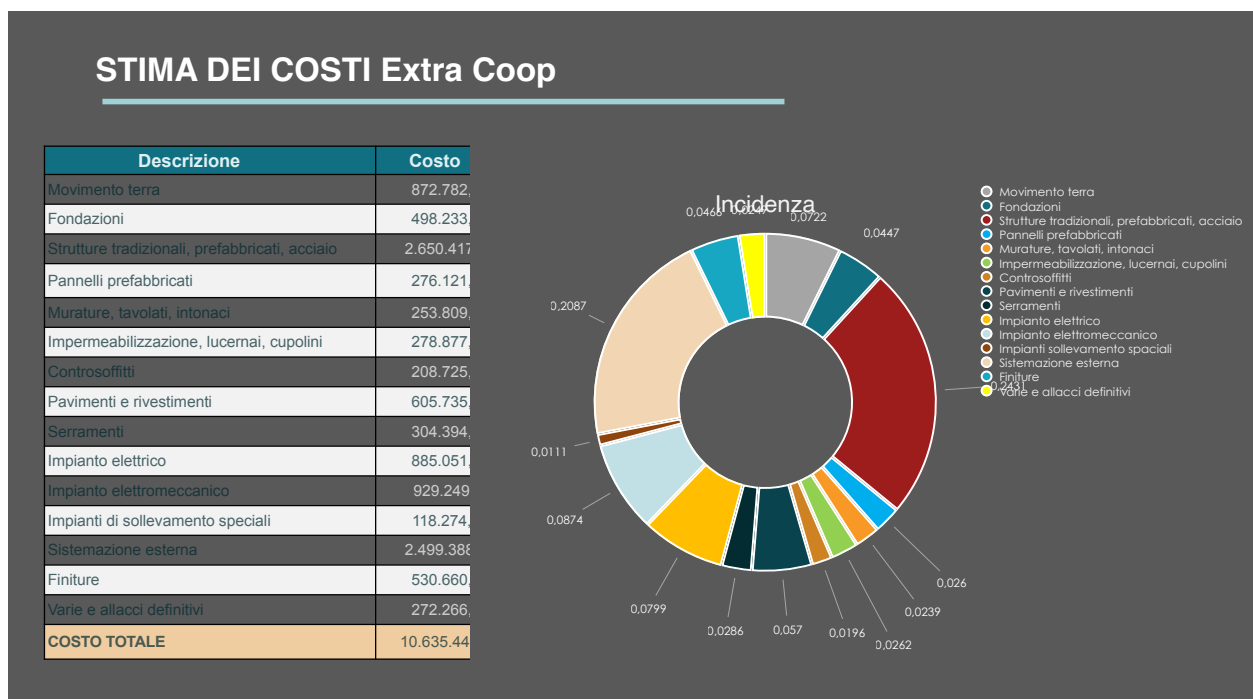


Fig. 35 - Stima dei costi ExtraCoop

VISIONE ECONOMICO-FINANZIARIA Extra Coop

ANALISI NPV					
Investimento			10.635.449,22 €		
Interesse			3%		
Ricavo core/anno			30.956.907,78		
Scenario 5 anni	Ricavo / Anno	Guadagno	Scenario 5-10 anni	Ricavo / Anno	Guadagno
0	30.956.907,78 €	15.573.343,89 €	5	30.956.907,78 €	13.764.566,77 €
1	30.956.907,78 €	15.193.506,23 €	6	30.956.907,78 €	13.428.845,63 €
2	30.956.907,78 €	15.193.506,23 €	7	30.956.907,78 €	13.101.312,81 €
3	30.956.907,78 €	14.461.397,96 €	8	30.956.907,78 €	12.781.768,59 €
4	30.956.907,78 €	14.108.680,94 €	9	30.956.907,78 €	12.470.018,14 €
5	30.956.907,78 €	13.764.566,77 €	10	30.956.907,78 €	12.165.871,36 €
Somma 0-5 anni		88.295.002,03 €	Somma 0-10 anni		152.242.818,56 €
NPV	77.659.552,81 €		NPV	141.607.369,34 €	
PROPERTY					
Locazione (€/mq mese)			10,00 €		
Area bar (mq)	64,00	Area gioielleria	244,00		
Area ottica (mq)	112,50	Area assicurazione (mq)	52,50		
Area parafarmacia (mq)	317,75	Ricavo Locazione/anno	94.890,00		

Fig. 36 - Visione economico – finanziaria ExtraCoop

STIMA DEI COSTI Coop 3.0

Descrizione	Costo
Movimento terra	637.906,01 €
Fondazioni	420.925,01 €
Strutture tradizionali, prefabbricati, acciaio	1.950.034,18 €
Pannelli prefabbricati	169.786,98 €
Murature, tavolati, intonaci	113.193,33 €
Impermeabilizzazione, lucernai, cupolini	183.938,22 €
Controsoffitti	84.892,59 €
Pavimenti e rivestimenti	382.026,30 €
Serramenti	169.790,34 €
Impianto elettrico	651.252,93 €
Impianto elettromeccanico	679.160,53 €
Impianti di sollevamento speciali	84.893,80 €
Sistemazione esterna	1.771.764,51 €
Finiture	311.668,03 €
Vare e allacci definitivi	184.014,22 €
COSTO TOTALE	7.795.246,98 €

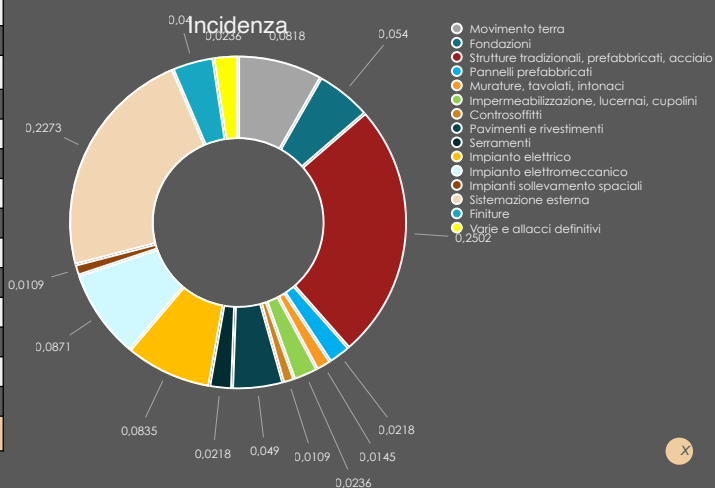


Fig. 37 - Stima dei costi Coop 3.0

VISIONE ECONOMICO-FINANZIARIA Coop 3.0

ANALISI NPV					
Investimento			7.795.246,98 €		
Interesse			3%		
Ricavo core/anno			30.407.480,45 €		
Scenario 5 anni	Ricavo / Anno	Guadagno	Scenario 5-10 anni	Ricavo / Anno	Guadagno
0	30.407.480,45 €	15.216.497,43 €	5	30.407.480,45 €	13.449.166,49€
1	30.407.480,45 €	14.845.363,34 €	6	30.407.480,45 €	13.121.138,04 €
2	30.407.480,45 €	14.845.363,34 €	7	30.407.480,45 €	12.801.110,28 €
3	30.407.480,45 €	14.130.030,55 €	8	30.407.480,45 €	12.488.888,08 €
4	30.407.480,45 €	13.785.395,65 €	9	30.407.480,45 €	12.184.281,05 €
5	30.407.480,45 €	13.449.166,49 €	10	30.407.480,45 €	11.887.103,47 €
Somma 0-5 anni		86.271.816,80 €	Somma 0-10 anni		148.754.337,73 €
NPV		78.476.569,82 €	NPV		140.959.090,75 €
PROPERTY					
Locazione (€/mq mese)			10,00 €		
Area bar (mq)			64,00		
Ricavo Locazione/anno			12.757,20 €		

Fig. 38 - Visione economico – finanziaria Coop 3.0

STIMA DEI COSTI IperCoop Center

Descrizione	Costo
Movimento terra	-
Fondazioni	-
Strutture tradizionali, prefabbricati, acciaio	-
Pannelli prefabbricati	-
Murature, tavolati, intonaci	364.695,26 €
Impermeabilizzazione, lucernai, cupolini	349.040,22 €
Controsoffitti	307.022,17 €
Pavimenti e rivestimenti	773.311,46 €
Serramenti	407.850,71 €
Impianto elettrico	986.603,85 €
Impianto elettromeccanico	1.105.560,00 €
Impianti di sollevamento speciali	142.059,36 €
Sistemazione esterna	2.520.821,61 €
Finiture	634.870,72 €
Varie e allacci definitivi	324.405,46 €
COSTO TOTALE	7.916.240,82 €

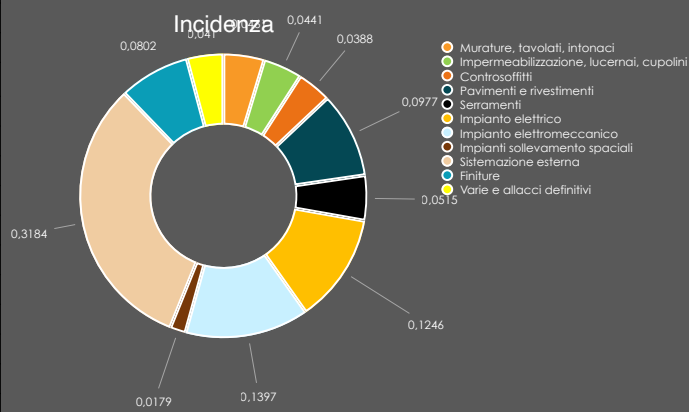


Fig. 39 - Stima dei costi IperCoop Center

VISIONE ECONOMICO-FINANZIARIA IperCoop Center

ANALISI NPV					
Investimento			7.916.240,82 €		
Interesse			3%		
Ricavo core/anno			30.108.476,69 €		
Scenario 5 anni	Ricavo / Anno	Guadagno	Scenario 5-10 anni	Ricavo / Anno	Guadagno
0	30.108.476,69 €	15.835.385,55 €	5	30.108.476,69 €	13.996.173,41 €
1	30.108.476,69 €	15.449.156,63 €	6	30.108.476,69 €	13.654.803,33 €
2	30.108.476,69 €	15.072.347,93 €	7	30.108.476,69 €	13.321.759,34 €
3	30.108.476,69 €	14.704.729,69 €	8	30.108.476,69 €	12.996.838,38 €
4	30.108.476,69 €	14.346.077,75 €	9	30.108.476,69 €	12.679.842,33 €
5	30.108.476,69 €	13.996.173,41 €	10	30.108.476,69 €	12.370.577,88 €
Somma 0-5 anni		89.403.870,95 €	Somma 0-10 anni		154.427.692,21 €
NPV		81.487.630,13 €	NPV		146.511.451,39 €
PROPERTY					
Locazione (€/mq mese)			10,00 €		
Area palestra (mq)	1470,00	Area bar (mq)	154,85	Area pizzeria (mq)	135,85
Area mensa (mq)	315,35	Area ristorante (mq)	268,25	Area telefonia (mq)	53,00
Area farmacia (mq)	244,15	Area palestra (mq)	211,00	Area Piano 1° (mq)	3657,11
Ricavo locazione/anno			781.147,20		

Fig. 40 - Visione economico – finanziaria IperCoop Center

La soluzione scelta

Costi & Ricavi

La soluzione per cui optiamo è la Coop 3.0, che oltre ad essere la migliore per l'ambiente dato che è concepita per essere dotata di tecnologie che sfruttano fonti rinnovabili, è la migliore anche per quanto riguarda il rapporto costi/ricavi annui pur non tenendo conto dell'ulteriore incremento dei costi dovuto all'efficientamento energetico previsto.

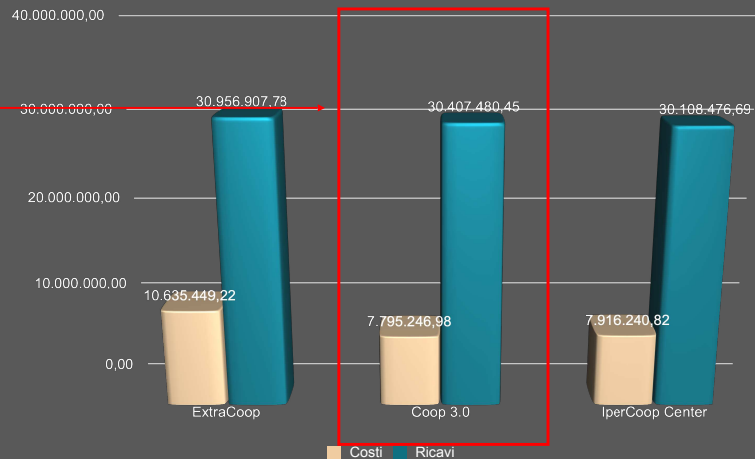


Fig. 41 - Scelta progettuale

SERVICE PROGRAMMING:



Fig. 42 - Pianificazione Service Programming (Costi operativi + Costi manutenzione)

1.A. COSTO ADDETTI

	FASCE ORARIE															
	06:00-07:00	07:00-08:00	08:00-09:00	09:00-10:00	10:00-11:00	11:00-12:00	12:00-13:00	13:00-14:00	14:00-15:00	15:00-16:00	16:00-17:00	17:00-18:00	18:00-19:00	19:00-20:00	20:00-21:00	21:00-22:00
Impiegati ufficio				3	3	3	3	3	1	1	1	1	1			
Addetti cassa			1	2	5	5	5	3	3	3	3	5	5	5	2	
Addetti scaffali/Assistenza Clienti			4	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	
Magazzinieri	5	5	5	5	5	5	5									
Addetti			2	2	2	2	2	2	2	2						
Laboratori																
Banco			1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	2	1		
Addetti macelleria			2	2	2	2	2	2	2	2						
Laboratori																
Banco			1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	2	1		
Addetti pescheria			2	2	2	2	2	2	2	2						
Laboratori																
Banco			1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	2	1		
Addetti salumeria			2	2	2	2	2	2	2	2						
Laboratorio																
Banco			1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	2	1		
Addetti panetteria			2	2	2	2	2	2	2	2						
Laboratorio																
Banco			1	1	2	2	2	1	1	1	1	1	2	1		
Addetti sushi											2	2	2	2		
Laboratorio																
Banco											1	1	1	1		
Cooperative			2	2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2		
Performance			1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		
Tot personale presente ogni ora	5	7	20	32	35	46	46	46	36	34	19	22	22	24	10	0

PERSONALE/ORA	TIPO DI PERSONALE		COSTO ORARIO UNITARIO		COSTO ORARIO TOTALE	COSTO GIORNALIERE TOTALE	GIORNI LAVORATIVI IN UN ANNO DA OGNI DIPENDENTE	COSTO ANNUALE TOTALE
	Operai (IV livello)	Impiegati (III livello)	Operai (IV livello)	Impiegati (III livello)				
5	5		18,65 €	20,52 €	93,25 €			
7	7		18,65 €	20,52 €	130,55 €			
20	20		18,65 €	20,52 €	373,00 €			
32	29	3	18,65 €	20,52 €	602,41 €			
35	32	3	18,65 €	20,52 €	658,36 €			
46	43	3	18,65 €	20,52 €	863,51 €			
46	43	3	18,65 €	20,52 €	863,51 €			
46	43	3	18,65 €	20,52 €	863,51 €			
26	25	1	18,65 €	20,52 €	486,77 €	7.199,00 €	365	2.627.635,00 €
24	23	1	18,65 €	20,52 €	449,47 €			
19	18	1	18,65 €	20,52 €	356,22 €			
22	21	1	18,65 €	20,52 €	412,17 €			
22	21	1	18,65 €	20,52 €	412,17 €			
24	24		18,65 €	20,52 €	447,60 €			
10	10		18,65 €	20,52 €	186,50 €			
0	0		18,65 €	20,52 €	- €			

Fig. 43 - Costo addetti e personale 1.A. (1)

1.A. COSTO ADDETTI

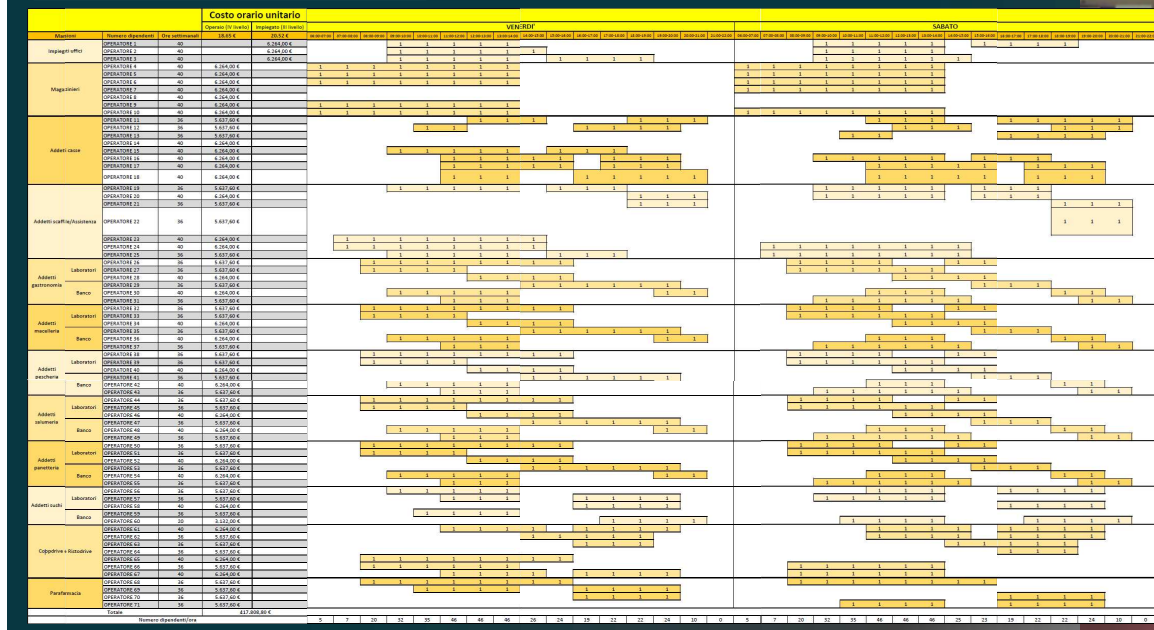


Fig. 46 - Costo addetti e personale 1.A. (4)

1.A. COSTO ADDETTI

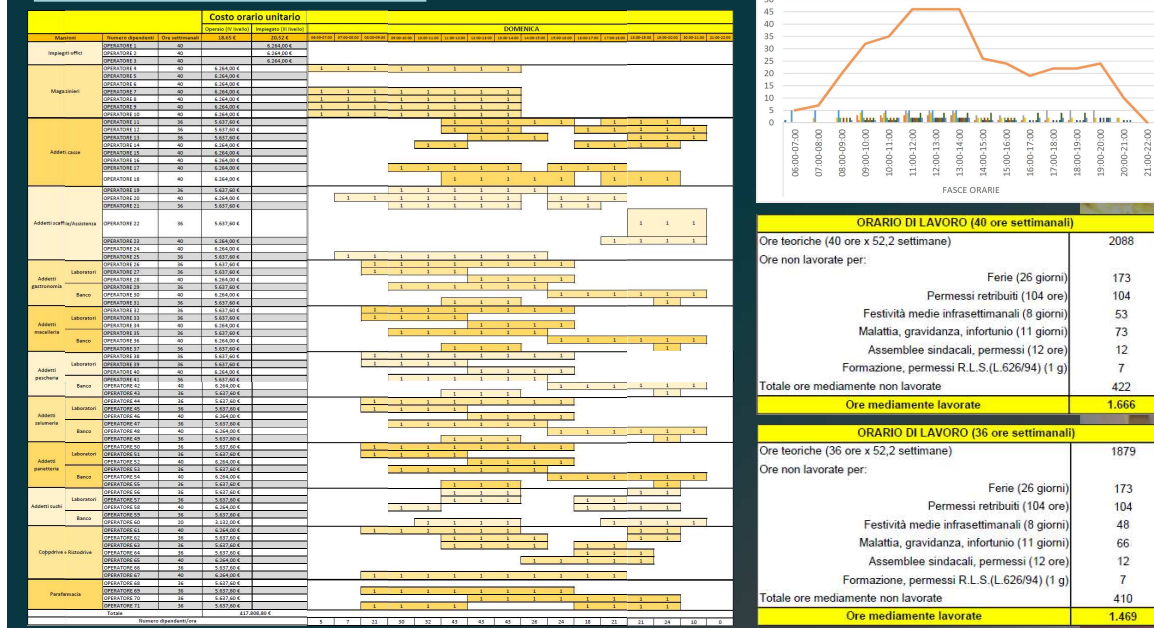


Fig. 47 - Costo addetti e personale 1.A. (5)

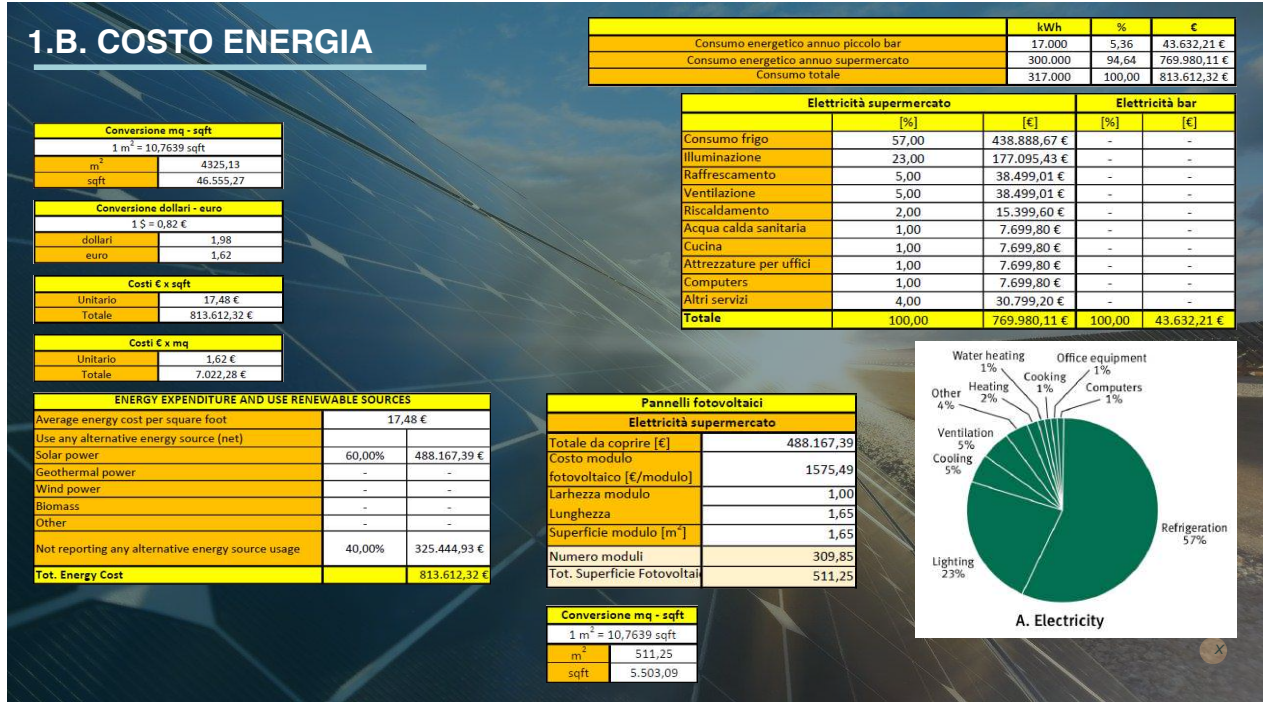


Fig. 48 - Costo energetico edificio 1.B.



Fig. 49 - Costo pulizie edificio 1.C.

1.D. VERDE

TIPO DI VEGETAZIONE	DESCRIZIONE	UNITA'	QUANTITA'
Manto erboso	Prato all'inglese	mq	5068,3
Arbusti	Frassino. Albero con fioritura a Maggio e adatto a climi temperati. Altezza compresa tra 5-10 m e diametro fino a 5 m. A crescita lenta e predilige una posizione soleggiata. No sempreverde.	cad.	21
	Leccio. Albero con fioritura a Maggio e adatto a qualsiasi terreno e clima. Altezza che va dai 20-30 m con un diametro di 4-5 m. A crescita lenta. Si sempreverde.	cad.	29

Fig. 50 - Verde 1.D. : Tipologia vegetazione e caratteristiche (1)

LAVORAZIONE				Unità di misura	Resa massima	Resa minima	Resa media	Quantità	Quantità [h]	Quantità [l]	Numero minimo interventi/anno	Periodo consigliato
MANUTENZIONE TAPPETO ERBOSO	1- Stacco del tappeto erboso e rifilatura bordi con rasce materiali di risulta.			mq/ora	1600	1400	1500	5068,3	3,38		9	Tutto l'anno
	2- Controllo infestanti.			mq/ora	1600	1400	1500	5068,3	3,38		4	Primavera e autunno
	3- Rianima.			mq/ora	1600	1400	1500	5068,3	3,38		2	Primavera e Autunno
MANUTENZIONE ALBERI, ARBUSTI E ALTRE PIANTE	4- Potatura di arbusti	Arbusti arbusti	Frassino	n/ora	10	6	8	21	2,63		3	Inverno
			Leccio	n/ora	5	1	3	29	9,67		3	Autunno
	5- Controllo infestanti.	Arbusti arbusti	Frassino	n/ora	12	8	10	21	2,10		3	Primavera, autunno e Inverno
			Leccio	n/ora	12	8	10	29	2,90		3	Primavera, autunno e Inverno
	6- Lavorazione del terreno e concimazione			mq/ora	1600	1400	1500	5068,3	3,38		4	Inferno di 3 mesi
				Arbusti arbusti	n/ora	8	4	6	21	3,10		2
			Leccio	n/ora	8	4	6	29	4,62		2	Autunno
IRRIGAZIONE	7- Irrigazione automatica tappeto erboso			l/mq	6	4	5	5068,3		25341,5	300	Tutto l'anno
	8- Irrigazione automatica arbusti	Arbusti arbusti	Frassino	l/h	22	18	20	21		420,0	120	Tutto l'anno
			Leccio	l/h	22	18	20	29		630,0	120	Tutto l'anno
9- Rimozione meccanica a manuale del materiale vegetale disciucato			mq/ora	2400	600	1500	5068,3	3,38		4	Primavera e in particolare in autunno	
10- Stacco bordine e tagli in prati			mq/ora	2000	2400	2800	2538,22	0,9		3	Primavera, estate e autunno	

Fig. 51 – Verde 1.D. : Lavorazioni necessarie (2)

LAVORAZIONE			
MANUTENZIONE TAPPETO ERBOSO	1- Sfalcio del tappeto erboso e rifilatura bordi con raccolta materiali di risulta.		
	2- Controllo infestanti.		
	3- Risemina.		
	4 - Acquisto semi		
MANUTENZIONE ALBERI, ARBUSTI E ALTRE PIANTE	5 - Acquisto + potatura di arbusti isolati.	Frassino	
		Leccio	
	6 - Controllo infestanti.	Arbusti isolati	Frassino
			Leccio
	7 - Lavorazione del terreno e concimazione	Manto erboso	
Arbusti isolati		Frassino Leccio	
IRRIGAZIONE	8 - Irrigazione automatica tappeto erboso		
	9 - Irrigazione automatica siepe e arbusti	Arbusti	Frassino Leccio
PULIZIA STRADE, SUPERFICI PAVIMENTATE E AREE VERDI	10 - Rimozione meccanica o manuale del materiale vegetale disseccato		
	11- Sfalcio banchine e cigli stradali		
PANCHINE PER SOSTA PERSONE	12 - Installazione ,manutenzione, acquisto		
RACCOLTA RIFIUTI	13 - Manutenzione 13 - Installazione e acquisto		
ATTREZZATURE PER BAMBINI	14 - Manutenzione 15 - Installazione e acquisto		

RISORSA													Quantità (h)	Quantità (kg o l)	Numero minimo interventi/anno	Costo annuo totale	
Costo orario personale				Costo orario macchine e noli					Costo materiali		Costo orario prestazione da terzi						
Giardinieri specializzati			Giardinieri qualificati	Giardinieri comuni	Tuttoriale	Riserva	Decapagliatore	Motocultivatore	Coscine (perale, forca, meda)	Acqua per irrigazione	Totipotazione erba scarpata						
18,00 €			18,00 €	16,00 €	15,00 €	4,00 €	3,00 €		3,00 €								
				16,00 €	16,00 €	4,00 €					5,000,00 €	3,18		1			6.066,34 €
12,00 €				16,00 €								3,18		1			238,79 €
				16,00 €								3,18	2534,15	1			3.596,99 €
				16,00 €								3,18		1			253,74 €
				16,00 €								3,18		1			253,80 €
18,00 €				16,00 €								3,18		1			189,76 €
18,00 €				16,00 €								3,18		1			189,82 €
				16,00 €								3,18	100	1			2.262,57 €
				16,00 €								3,18	1000	2			1.112,68 €
				16,00 €								3,18	40	2			494,61 €
				16,00 €								3,18	2534,15	100			4.942,57 €
				16,00 €								3,18	420,00	100			88,85 €
				16,00 €								3,18	300,00	100			95,35 €
				16,00 €								3,18		4			218,25 €
				16,00 €				3,00 €				3,18		1			51,29 €
Prezzi forforatori (salvo incasso)	700,00 €			18,00 €										20			14.000,00 €
Prezzi forforatori (salvo incasso)	200,00 €			18,00 €										20			2.200,00 €
Prezzi forforatori (salvo incasso)	4.000,00 €			18,00 €										20			4.000,00 €
Prezzi forforatori (salvo incasso)	4.000,00 €			18,00 €										20			2.800,00 €
																	4.000,00 €
																	54.110,26 €

Fig. 52 - Verde 1.D. : Costo totale (3)

2.A. MANUTENZIONE EDIFICIO

		Manutenzione						Descrizione	Quantità	Prezzo [€/mq]	Costo mano	% Incidenta	Costo annuale
		Giorno	Mese	1 Anno	2 Anni	5 Anni	10 Anni						
Finiture interne													
1. Pareti	1.1 Opache					X	12.02.01 Pitture con smalto sintetico. Pitture con smalto sintetico pigmentato, in tinta unica chiara, a due strati, dati a pennello, eseguita a qualsiasi altezza, su pareti e soffitti strati.	1102,5	12,48	4,37	35,0%	481,79	
				X			12.02.02 Pitture con smalto sintetico. Pitture con smalto sintetico pigmentato, in tinta unica chiara, a due strati, dati a pennello, eseguita a qualsiasi altezza, su pareti e soffitti strati.	557,47	12,48	4,37	35,0%	1.218,07	
					X		05.01.005-001 Intonaco pronto premiscelato per interno. Sono comprese le impalcature su pareti e quanto altro occorre per dare l'opera finita. A base di cemento. Costo manodopera: 11,40 €.	1102,5	19,38	11,40	58,0%	1.256,85	
					X		05.01.005-002 Intonaco pronto premiscelato per interno. Sono comprese le impalcature su pareti e quanto altro occorre per dare l'opera finita. A base di cemento. Costo manodopera: 11,40 €.	557,47	19,38	11,40	58,0%	3.177,58	
	1.2 Trasparenti			X			09.05.006-012 Vetrate termoisolanti isolanti. Vetrate termoisolanti composte da due lastre incisi ed intercapedine variabile. Vetro camera mm 6-12-12-12.	353,72	115,13	3,95	3,4%	698,60	
2. Pavimentazione					X		05.04.005 Pavimento autolevante con resine termoisolanti. Pavimento autolevante realizzato con miscela di resine termoisolanti armate con fibra di vetro e spacciati levigolanti.	1094,7	50,20	1,51	3,0%	165,30	
					X		05.04.008-008 Pavimento in gres porcellanato, posato con malta di allattamento o mastici adesivi composti. Sono compresi: la pulitura, a posa ultimata, con segatura, la sigillatura dei giunti. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare l'opera finita. Pastiglie delle dimensioni di cm 40x40 con mastici adesivi. Costo di manodopera: 12,44 €.	2560,2	34,47	12,75	37,0%	7.548,43	
3. Porte					X		09.04.006 Porta per interni profilata in P.V.C., ad una anta. Sono compresi: il controllo da montare, le anelle plastiche, la serratura, la maniglia in resina, la ferramenta, le opere murarie. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare l'opera finita. Costo manodopera: 37,18 €.	45	256,06	15,36	6,0%	118,24	
			X				12.04.015-012 Serranda tagliavento con cassa quadrata ad imbocco circolare, omologata REI 120.	3	324,61	56,73	17,5%	170,19	
					X		16.02.004-008 Porta antiodore ad un battente in misura standard, costruita ed omologata secondo la norma UNI 9773, fornita e posata in opera. REI1201 e P4-1200 e 2100.	3	983,51	49,18	5,0%	14,75	
Finiture esterne													
1. Pareti	1.1 Opache				X		12.02.002-002 Tetraggiatura con idrogelatura acrilica, per esterni. Sono compresi: le scale, i tavolati, la pulitura ed opera ultimata. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare l'opera finita. A due strati di idrogelatura acrilica pigmentata.	1466,8	7,43	2,60	35,0%	762,74	
					X		05.02.005 Intonaco di cemento retinato a due strati. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare l'opera finita. Costo manodopera: 29,29 €.	1466,8	30,21	20,29	67,2%	5.952,31	
	1.2 Trasparenti			X			09.05.006-012 Vetrate termoisolanti isolanti. Vetrate termoisolanti composte da due lastre incisi ed intercapedine variabile. Vetro camera mm 6-12-12-12.	353,72	115,13	3,95	3,4%	698,60	
2. Pavimentazione					X		05.04.027-003 Pavimento in porfido in cubetti. Pavimento in porfido in cubetti, dello spessore variabile da cm 4-12. Fornita e posata ad arco, a "tode di pavone" o in file parallele, su idoneo letto di sabbia. Sono compresi: la battitura a rifinito e sigillatura dei giunti con lacche pure ed il letto di sabbia. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare l'opera finita. Cubetti spessore 50/52 cm posati ad arco a "tode di pavone".	1381,8	83,26	11,37	13,7%	1.571,14	
					X		05.04.018-009 Pavimento in lastre di marmo travertino. Sono compresi: i tagli, gli sfidri, l'arrotatura, la levigatura e la lucidatura a piombo, la pulitura finale. E' inoltre compreso quanto altro occorre per dare l'opera finita. Costo di manodopera: 35,13 €.	4431,3	117,58	35,13	29,9%	15.567,09	
3. Pannelli fotovoltaici				X			27.02.002-008 Modulo fotovoltaico in silicio monocristallino o policristallino. Per potenza pannelli da 300-1.000 Wp.	114	1.434,79	187,41	13,1%	21.364,74	
												Costo annuale cumulativo	60.786

Fig. 53 - Costo manutentivo edificio 2.A.

2.B. HVAC

Heating, Ventilation and Air Conditioning (HVAC)- Maintenance												
Descrizione	Giornaliero	Settimanale	Mensile	Annuale	Air-charger rates	Componenti	Quantità	Totale ore lavorative	Costo medio operaio	Costo medio attività (€)	Costo medio annuo	
Pulire quotidiani i filtri dell'aria nei locali (terminali ad acqua, le rack senza filo e la unità ari)		X			30	Unità ari e ventilconvettori (locali addetti)	8,00	4,00	h/week	€ 91,92	€ 4.779,84	
Grasso d'aria sicure e non ostruire da e verso unità FCU o di			X		30	Filtri d'aria	7,00	3,50	h/month	€ 80,43	€ 965,16	
Controllare le condizioni di lavoro delle porte a lama d'aria nella area di ingresso			X		20	Porte a lama d'aria	3,00	1,00	h/month	€ 22,98	€ 275,76	
Ispezionare l'isolamento su tutte le tubazioni e canalizzazioni dei sistemi HVAC				X	2	Tubazioni e canalizzazioni	718,69	23,96	h/year	€ 550,52	€ 550,52	
Ispezionare i collegamenti della canalizzazione e sigillare se vi sono perdite d'aria				X	5	Componenti Canalizzazioni (lunghezza media 2,5m)	95,83	7,98	h/year	€ 183,51	€ 9.542,29	
Controllare i consumi annuali, vibrazioni e basse prestazioni dei compressori/bratori	X				15	Compressori/bratori	3,00	0,75	h/week	€ 17,24	€ 896,22	
Ispezionare le batterie dei condensatori e stabilire una routine di pulizia regolare			X		5	Batterie Condensatore	8,00	0,67	h/month	€ 15,32	€ 183,84	
Pulire e disinfectare le bacine di scarico della condensa				X	30	Bacine di scarico	9,00	4,50	h/year	€ 109,41	€ 109,41	
Controllare se la regolazione del controllo è bloccata sulle temperature HVAC per non autorizzare			X		5	Miscelatore temperatura e C	6,00	0,50	h/month	€ 11,49	€ 137,88	
Controllare il corretto processo di combustione su la caldaia/traliccio viene utilizzata per il riscaldamento		X			60	Caldaia/traliccio	1	1,00	h/week	€ 22,98	€ 1.194,96	
Se i combustibili fossili sono utilizzati nei bruciatori, testare il funzionamento dei rilevatori di monossido di carbonio (CO)			X		30	Rilevatore CO	3	1,50	h/month	€ 34,47	€ 413,64	
Se si utilizzano riscaldatori di acqua, il corretto funzionamento del riscaldatore elettrico e di controllo nei punti deve essere controllato			X		1	Ventilconvettori (locali addetti)	7	0,58	h/month	€ 13,41	€ 160,86	
Controllare le prestazioni di lavoro del contratto contratto di manutenzione, se esistente				X	2	Controllore	1	48,00	h/month	€ 18,58	€ 1.103,04	
COSTO TOTALE ANNUO MANUTENZIONE										€ 17.434,91		

Componenti	Quantità	Descrizione
UTA	1	Unità di trattamento aria posizionata in copertura
Ventilconvettori	7	Ventilconvettori per riscaldamento locale addetti ai lavori
Pompa di calore	1	Pompa di calore posizionata in copertura per condizionamento aria UTA
Caldaia	1	Caldaia in centrale termica per alimentare i ventilconvettori
Motori/compressori	3	Motori per UTA caldaia e pompa di calore
Batteria condensatore	9	1 per UTA 1 per pompa di calore 7 ventilconvettori
Bacina di scarico condensatore	8	1 per UTA e 7 per ventilconvettori
Termostati	3	Termostato in corrispondenza nella zona di vendita distinti in zona esposizione e zona surgelati e uno per i locali riscaldati con ventilconvettori
Rilevatore CO	1	Rilevatori in vicinanza dei locali di preparazione cibi uno in magazzino e uno in zona di vendita

Calcolo portata d'aria rinnovo prUNI 10339:2014			COOP 3.0		
Indice di affollamento	[pers/m ²]	0,2	Superficie	[m ²]	4403,8
Affollamento	[pers]	880,76	Altezza	[m]	4
Portata d'aria di rinnovo	[L/s]	6165,32	Volume	[m ³]	17615,2

Fig. 54 - Costo HVAC 2.B.

2.B. HVAC

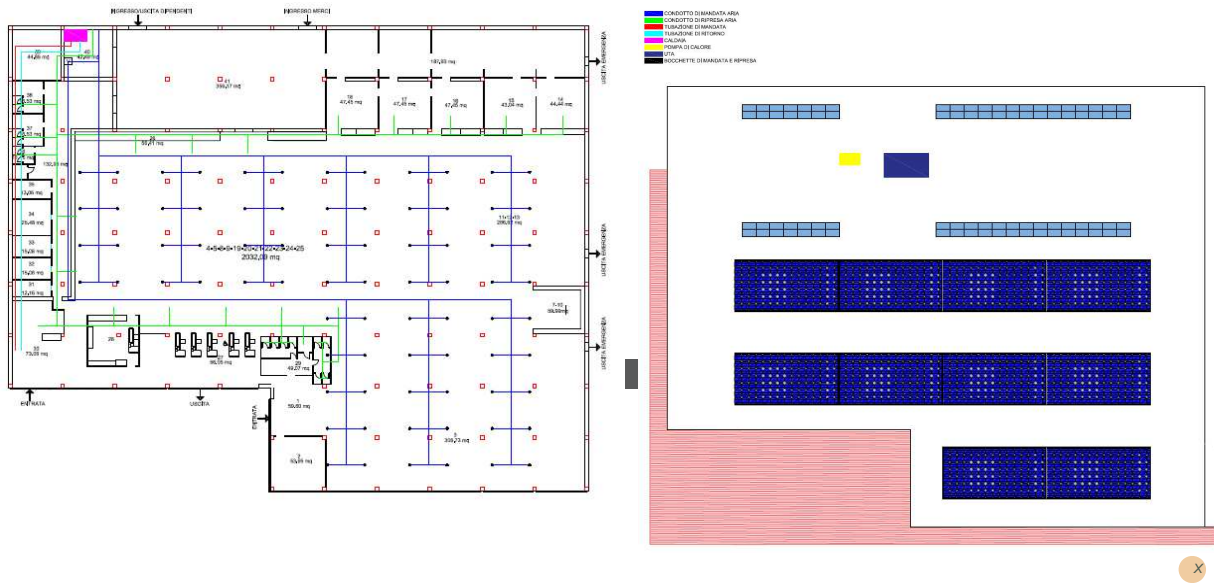


Fig. 55 - Planimetria HVAC 2.B.

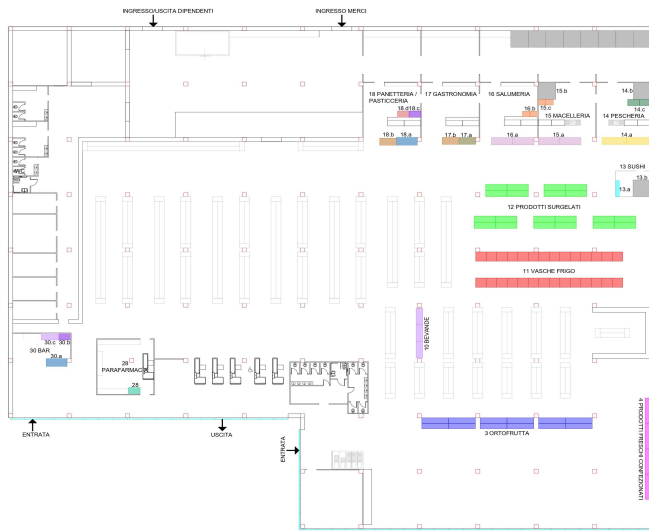
2.C. FRIGO

Descrizione	REFRIGERATION - MAINTENANCE				Average rates	Quantità	Totale ore lavorative	Costo medio operato all'anno	Costo medio attività	Costo medio annuo
	Stornale	Settimanale	Mensile	Annuale						
Controllare il funzionamento di frigoriferi ad armadio e celle frigorifere (controllo surriscaldamento, distribuzione aria fredda, invecchiamento...)			X		30 min/each	39,00	19,50	h/month	€ 362,31	€ 4.347,72
Controllare rumori anomali, vibrazioni o basse prestazioni di compressori / motori.	X				15 min/each	11,00	2,75	h/day	€ 51,10	€ 17.985,44
Ispezionare le batterie di refrigerazione e stabilire una routine di pulizia regolare.			X		20 min/each	48,00	16,00	h/week	€ 297,28	€ 15.458,56
Controllare e sostituire le guarnizioni usurate s/o con porte che perdono.				X	60 min/each	10,10	10,10	h/year	€ 187,66	€ 187,66
Controllare il corretto funzionamento e l'efficienza temporale della gestione del sistema di distribuzione e dei sensori di analisi per garantire prestazioni ottimali.		X			5 min/each	101,00	8,42	h/week	€ 156,38	€ 8.131,85
Pulire i ventilatori e ispezionare l'usura delle cinghie del ventilatore.				X	60 min/each	112,00	112,00	h/year	€ 2.080,96	€ 2.080,96
Pulire e disolfettare le bacine di scarico della condensa.			X		15 min/each	101,00	25,25	h/month	€ 469,15	€ 5.629,74
Se sono presenti controlli locali, verificare se la regolazione della temperatura non autorizzata sia bloccata.		X			5 min/each	101,00	8,42	h/week	€ 156,38	€ 8.131,85
Se i rilevatori di refrigerante sono posizionati, ispezionare il funzionamento normale in base alle istruzioni del produttore.			X		5 min/each	101,00	8,42	h/week	€ 156,38	€ 8.131,85
COSTO TOTALE ANNUO MANUTENZIONE										70.085,62 €

TIPO DI FRIGO	TEMPERATURA [°C]	NUMERO	DIMENSIONI [mm]			GUARNIZIONI [mm]
			ALTEZZA	LARGHEZZA	PROFONDITA'	
Esposizione murale refrigeratore Nero per Frutta, Verdure e Uova con 2 ripiani e ghiaccio.	+8°C / +6°C	12	2000	3125	685	108000
Esposizione murale refrigeratore nero per Carne preconfezionata e latticini con 4 ripiani.	+2°C / +4°C	4	2000	3125	685	36000
Refrigeratore per bevande 1600 litri con 3 sportelli.	+8°C / +6°C	4	2005	2081	804	25600
Esposizione refrigerato / Isola frigo 280 litri.	0°C / +2°C	28	900	1250	1170	275520
Isola frigoriferi Refrigerazione Statica Capacità 2078 litri.	-18°C	20	955	2557	780	133480
Bancone refrigerato per 8x 1/9 GN.	-1°C / +1°C	1	230	1972	410	4764
Celle frigorifere in acciaio inox.	-20°C / 0°C	11	2010	2100	2100	54230
Banco del pesce.	-1°C / +1°C	2	1335	1955	900	11420
Prese frigo (EN 60480) - con 2 porte.	-2°C / +2°C	2	2130	1385	794	16600
Bancone refrigerato Piazza.	0°C / +6°C	4	1315	2560	953	38624
Armadio per stagionatura carne con 3 sportelli in vetro.	0°C / +5°C	4	1980	700	900	19840
Esposizione KühlMöbel.	0°C / +8°C	1	900	2000	880	9360
Velocità riscaldata.	+60°C	2	1400	2800	800	16800
Esposizione per Pasticceria.	+8°C / +8°C	2	1345	2500	990	20720
Bakery frigorifero (EN 60480) - con 2 porte.	-2°C / +8°C	2	2130	1385	794	16600
Completato per pasticceria (EN 60480) - con 2 porte.	-18°C / -1°C	1	2130	1385	794	8300
Frigorifero per Farmacia 1200 litri con 2 porte in vetro.	+2°C / +8°C	1	1955	1385	834	5244

Fig. 56 - Costo celle frigorifere 2.C.

2.C. FRIGO



- 3 ORTOFRUTTA:**
 -3 Espositore murale refrigerato Nero per Frutta, Verdure e Uova - 3,21 x 0,68 m - con 2 ripiani e specchio 4°C/6°C
 -4 Espositore murale refrigerato nero per Carne preconfezionata e Latticini - 3,21 x 0,68 m - con 4 ripiani 2°C/4°C
10 BEVANDE VINI E BIRRE:
 -10 Frigorifero per bevande 1600 litri - con 3 sportelli 2.1 x 0.80 m +4°C/+8°C
11 VASCHE FRIGO:
 -11 Espositore refrigerato / isola frigo - 1,26 x 1,17 m - 180 litri 0°C/+2°C
12 PRODOTTI SURGELATI:
 -12 Isola Surgelati Refrigerazione Statica Capacità - 2,56 x 0,78 m 1078 litri -18°C
13 SUSHI:
 -13.a Sushi - Vetrina refrigerata per 8x 1/3 GN 1,97 x 0,41 -1°C/-1°C
 -13.b Cella frigorifera Pesce in acciaio inox - 2,1 x 2,1 m -20°C/0°C
14 PESCHERIA:
 -14.a Banco del pesce 1,95 x 0,9 m -1°C/+1°C
 -14.b Cella frigorifera Pesce in acciaio inox - 2,1 x 2,1 m -20°C/0°C
 -14.c Pesce frigo (EN 60x40) - con 2 porte 1,39 x 0,79 m -2°C/+2°C
15 MACELLERIA:
 -15.a Bancone refrigerato Macelleria Piazza 2,50 m / 0,95 m 0°C/+6°C
 -15.b Cella frigorifera Carne in acciaio inox - 2,1 x 2,1 m -20°C/0°C
 -15.c Armadio per stagionatura carne 0,70 m - con 1 sportello in vetro - nero 0°C/+5°C
16 SALUMERIA:
 -16.a Bancone refrigerato Salumeria Piazza 2,50 m / 0,95 m 0°C/+6°C
 -16.b Armadio per stagionatura salumi 0,70 m - con 1 sportello in vetro - nero 0°C/+5°C
17 GASTRONOMIA:
 -17.a Espositore Kühntheke - 2,0 m 0°C/+8°C
 -17.b Vetrina riscaldata Gastronomia - 1,3 x 0,8 m max +60°C
18 PASTICCERIA - PASTICCERIA:
 -18.a Espositore per Pasticceria 2,62 m / 0,99 m +4°C/+8°C
 -18.b Vetrina riscaldata Pasticceria - 1,3 x 0,8 m max +60°C
18.c Bakery frigorifero (EN 60x40) - con 2 porte 1,39 x 0,79 m -2°C/+8°C
18.d Congelatori per pasticceria (EN 60x40) - con 2 porte 1,39 x 0,79 m -18°C/-1°C
29 PARAFARMACIA:
 -29 Frigorifero per Farmacia -1,38 x 0,83 m - 1300 Litri - con 2 porte in vetro +2°C/+8°C
30 BAR:
 -30.a Espositore per Pasticceria 2,62 m / 0,99 m +4°C/+8°C
 -30.b Bakery frigorifero (EN 60x40) - con 2 porte 1,39 x 0,79 m -2°C/+8°C
 -30.c Frigorifero per bevande 1600 litri - con 3 sportelli 2.1 x 0.80 m +4°C/+8°C

Fig. 57 - Planimetria celle frigorifere 2.C.

2.D. ILLUMINAZIONE

N.° DI APPARECCHI											Apparecchi di illuminazione					
Area	(a + b)	Superficie	Altezza dal suolo	Illuminazione di esercizio	Efficienza luminosa	Potenza del sistema	Flusso luminoso	Dist. apparecchi dal piano utile h ₁	Indice del locale k	Coef. di manutenzione	Coef. di utilizzazione	n. lampade	Tipologia	Funzione	Nome	Quantità
[m ²]	[m]	[m ²]	[m]	[lx]	[lm/W]	[W]	[lm]	[m]	[c]	[c]	[c]	[c]				
Immerse	139,50	3192,38	4,0	250	113	140	15780	4,0	5,7211111	0,67	0,77	98	Corpo illuminante in linea continua	Illuminazione generale	Carulad	304
Ingresso	17,51	39,60	4,0	250	113	12	1495	4,0	0,8305423	0,67	0,63	24	Faretto	Illuminazione d'accento	Kentia	24
Ortofrutta	36,00	308,73	4,0	250	133	17	2270	3,2	2,6799479	0,67	0,74	69	Plafoniera sospesa	Illuminazione ufficio	Blilum midi	155
Reparto surgelati	35,78	286,92	3,5	250	89	40	3557	2,2	3,6450223	0,67	0,67	45	Plafoniera	Illuminazione vuc	Lateral P	14
Macelleria	25,44	59,99	4,0	250	136	17	2325	4,0	0,895244	0,67	0,59	16	Corpo illuminante a linea continua	Illuminazione merci - area case	Porpora	27
Zona di vendita acchiotta	68,60	229,83	4,0	250	136	17	2325	3,5	0,9572262	0,67	0,67	55	Apparecchio a tenuta stagna	Illuminazione magazzino - loc. tecnici - spogliatoi	Juncus	103
Prodotti in promozione	23,60	56,41	4,0	250	146	17	2490	4,0	0,5975636	0,67	0,59	14	Corpo illuminante	Illuminazione via di esodo	VerisED	-
Cassa	16,79	56,05	3,5	300	89	40	3557	2,7	1,2364621	0,67	0,45	26				
WC clienti	16,06	54,11	4,0	200	94	29	2530	4,0	0,8423101	0,67	0,29	22				
WC dipendenti	9,40	11,10	4,0	200	94	29	2530	4,0	0,2952128	0,67	0,24	5				
Uffici dipendenti	33,84	67,8	2,7	500	133	99	12000	2,7	0,7425481	0,67	0,29	14				
Zona riservata ai dipendenti	40,89	132,98	4,0	150	113	140	15780	4,0	0,813035	0,67	0,34	6				
Spogliatoi dipendenti	17,22	37,06	4,0	250	138	45	6210	4,0	0,5389372	0,50	0,26	11				
Magazzino prod. secchi	44,55	356,17	4,0	200	138	45	6210	4,0	1,9967099	0,50	0,58	40				
Magazzino prod. freschi	56,80	187,93	4,0	200	138	45	6210	4,0	0,8271567	0,50	0,34	36				
Locale tecnico/pulizie	20,71	55,51	4,0	150	138	45	6210	4,0	0,6700869	0,50	0,26	10				
Coop drive	13,40	44,95	4,0	200	138	45	6210	4,0	0,8367537	0,67	0,34	6				

LIGHTING - MAINTENANCE						
Descrizione	Operatore	Settimanale	Mensile	Annuale	Average rates	Quantità
Pulire le lampade per ottenere la massima illuminazione			X		15	mm/corpo
Verificare la presenza di lampade rotte e sostituirle con un'illuminazione efficiente dal punto di vista energetico		X			5	mm/each
Testare la lampada e il sensore di movimento, se presente, per il corretto funzionamento dei tempi			X		15	mm/each
						Totale ore lavorate
						Costo medio orario
						Costo medio attività
						Costo medio annuo

Fig. 58 - Costo apparati illuminanti e manutenzione 2.D.

2.D. ILLUMINAZIONE

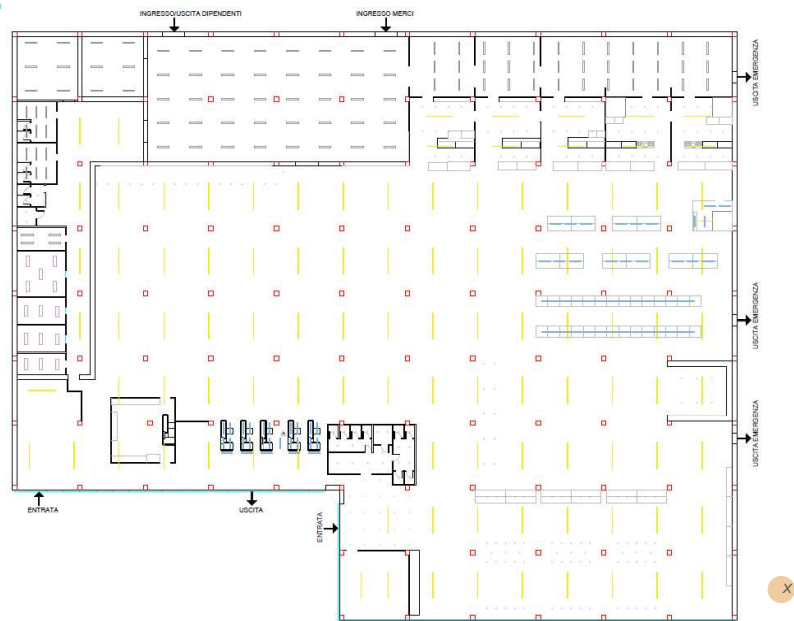


Fig. 59 - Planimetria apparati illuminanti 2.D.

RENDERING 3D



Fig. 60 - Vista esterna 3D (1)



Fig. 61 - Vista esterna 3D (2)



Fig. 62 - Vista esterna 3D (3)



Fig. 63 - Vista esterna 3D (4)

Conclusioni

L'obiettivo della tesi è quello di applicare le tecniche del System Engineering (SE) per implementare una Value Management (VM) nel Facility Management (FM) e di dimostrarlo e descriverlo attraverso un esempio applicativo di realizzazione di un centro commerciale sottolineando l'importanza della gestione del valore nelle fasi di elaborazione del progetto.

Per comprendere a pieno le potenzialità del pensiero sistemico applicato al value management ho effettuato una ricerca bibliografica approfondita su tre testi [1] [2] [3].

Una volta acquisite conoscenze in materia di system engineering, value management e linguaggio di scrittura SysML ho sviluppato una metodologia da seguire per la realizzazione del progetto.

Inizialmente è stata fatta una pianificazione del capital programming comprendente:

- Customer needs scritto con linguaggio SysML (Use Case Diagram)
- Requirements di progetto scritti con linguaggio SysML (Requirements Diagram)
- Individuazione del sito d'interesse
- Identificazione del contesto d'inserimento nel territorio (relazione con il tessuto urbano)
- Stima del bacino d'utenza e relativa forza di attrazione dell'opera
- Creazione di tre ipotesi progettuali (progetto architettonico e strutturale, planimetria esterna, visione operativa edificio)
- Analisi economica dell'investimento
- Visione economico – finanziaria delle tre ipotesi progettuali
- Scelta progettuale (diagramma costi / ricavi)

Successivamente è stata elaborata una pianificazione del service programming, la quale è formata da:

- Costi operativi (costi addetti e personale, costi energetici, costi per pulizie, costi creazione e manutenzione verde e arredo esterno)

- Costi manutentivi (costi per manutenzione edificio, costi per manutenzione celle frigorifere e planimetria, costi per manutenzione HVAC e planimetria, costi per manutenzione apparati illuminanti e planimetria)

Infine è stato prodotto un rendering 3D per l'esterno per dare una visione d'insieme del progetto.

Da questa esperienza di progetto ho acquisito la consapevolezza dell'importanza dell'utilizzo del pensiero sistemico nella gestione del valore durante le fasi di progettazione ed avere una più ampia e chiara visione di come in un futuro prossimo si debba seguire sempre di più questo modo di agire e pensare nel settore edilizio.

Bibliografia

[1] John Kelly, Steven Male, Drummond Graham; *Value Management of Construction Projects*; Blackwell Science; 2004

[2] David D. Walden, Garry J. Roadler, Kevin J. Forsberg, R. Douglas Hamelin, Thomas M. Shortell; *Systems Engineering Handbook – A guide for system life cycle processes and activities – Fourth edition*; Wiley ; 2015

[3] Sanford Friedenthal, Alan Moore, Rick Steiner; *A practical guide to SysML – The systems modeling language*; MK OMG; 2012