POLITECNICO DI TORINO

Dipartimento di Ingegneria Gestionale e della Produzione

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Gestionale

Tesi di Laurea Magistrale

Approccio metodologico finalizzato alla raccolta e all'analisi dei requisiti per la realizzazione di sistemi informativi a supporto della produzione industriale

Relatore:

Prof. Paolo Chiabert

Candidata:

Valeria Di Giacomo

A.A. 2018/2019

Indice

1. Introduzione 4
1.1. Premessa e scopo del lavoro 4
1.2. Dalla Rivoluzione Digitale all' Industry 4.0 4
1.3. Chi è Engineering 5
1.4. Scopo del tirocinio 6
2. L'importanza del Requirements Management per il Requirements Engineering 10
2.1. Il "*requisito*" 11
2.2. Requirements Management 13
2.2.1. Osservazione del contesto del sistema. 14
2.2.2. Gestione degli artefatti dei requisiti 14
2.2.3. Gestione delle attività di ingegneria dei requisiti 15
2.3. Interfacce di gestione dei requisiti 18
2.3.1. Interfacce del processo di gestione dei requisiti 18
2.3.2. Interfaccia delle attività di gestione dei requisiti 18
2.4. Strumenti Software per il Requirements Management 19
2.4.1. DOORS System 20
2.4.2. Caliber System 22
2.5. Standard per il Requirements Engineering 23
2.5.1. Capability Maturity Model (CMM) 23
2.5.2. STD 1233-1996: Guida per lo sviluppo di specifiche dei requisiti di sistema 27
2.6. Linguaggio per la documentazione dei requisiti 30
3. Il *Requirements Engineering* 33
3.1. Identificazione delle "Requirements sources": Attori coinvolti 33
3.2. Requirements Engineering Processes. 37
3.3. Tecniche di Requirements Engineering 42
3.3.1 Tecniche per l'attività di Elicitation 42
3.3.2. Tecniche per l'attività di documentazione 47
3.3.1.1. Composizione indice per la documentazione conclusiva dei requisiti 55
3.3.3. Tecniche per l'attività di Validazione 57
3.3.4. Tecniche per l'attività di negoziazione 60
3.3.5. Tecniche e metodi per l'attività di Management 61
3.4. Necessità per Automation & Control e *overview* dell'approccio proposto 65
4. Metodo di Requirements Engineering per il mercato IM&W di "*Automation & Control*" 68
4.2. Le fasi del metodo di raccolta dei requisiti progettato per "Automation & Control",IM&W 71
4.2.1. Initiative Identikit 72
4.2.2. Quick onBoarding 73

4.2.3. Assessment ... 75
4.2.4. Business Blue Print ... 80
4.3. Strumenti per le fasi di Pre-Sale e di Business Blueprint ... 81
4.3.1. Strumenti per la fase di Initiative Identikit ... 81
4.3.2. Strumenti per la fase di Quick onBoarding ... 86
4.3.2.1. SWOT Analysis ... 88
4.3.3. Strumenti per la fase di Assessment ... 92
4.3.3.1. La tecnica MOSCOW ... 95
4.3.3.2. La matrice di Interazione ... 95
4.3.4. Strumenti per la fase di Business Blue Print ... 96
4.3.3.3. Wieger's prioritization matrix ... 98
4.4. Documentazione per le fasi di Pre-Sale e di Business Blueprint ... 100
4.4.1. Documentazione per la fase di Proposal Identikit ... 101
4.4.2. Documentazione per la fase di Quick onBoarding e Assessment ... 102
4.4.3. Documentazione per la fase di Business Blue Print ... 104
4.5. Strumenti di comunicazione ... 105
5. Case Study: Minima applicazione dell'approccio metodologico ... 106
5.1. MOM System: Manufacturing Operations Management ... 107
5.2. Case Study background ... 111
5.3. Elaborazione della Business Blueprint ... 113
5.4. Case study take-away ... 119
6. Conclusioni ... 120
References ... 127

1. Introduzione

1.1. Premessa e scopo del lavoro

Il presente lavoro di tesi è il frutto dell'attività di tirocinio svolta presso la sede torinese del *Competence Center "Automation & Controls*", all'interno del mercato *Industrial Manufacturing & White (IM&W)*, di Engineering Ingegneria Informatica S.p.A. e avente come obiettivo l'identificazione e la definizione di una metodologia per la raccolta e l'analisi dei requisiti utente, finalizzati alla realizzazione di sistemi informativi per il supporto alla produzione industriale.
L'elaborato qui esposto non può essere compreso appieno, se non sono chiari lo scenario in cui esso si è inserito cosi come i vincoli e le condizioni che ne hanno indicato l'approccio e lo svolgimento.

1.2. Dalla Rivoluzione Digitale all' Industry 4.0

Innanzitutto, e all'origine di tutto, c'è la *Rivoluzione Digitale*. Essa è il tempo e il luogo in cui noi tutti oggi ci muoviamo, lavoriamo, comunichiamo ed in ultima analisi sentiamo di esistere. Il Digitale non è semplicemente la straordinaria evoluzione tecnologica generatrice di potenti mezzi quali: internet, cloud, IoT ed intelligenza artificiale, ma è soprattutto la loro disponibilità ad un vasto pubblico ed allora tutto diventa *Smart*. Smart sono i nostri cellulari che diventando Smartphone e che ci mettono online nel cyber mondo fatto di persone, macchinari e sistemi informativi: mentre chattiamo sui social con un nostro amico in Australia, richiediamo un certificato attraverso il Portale della nostra Smart City e "parliamo" con la nostra Smart lavatrice.
Il lavoro, il mondo produttivo, la fabbrica da tutto questo sono esclusi? Evidentemente no. Anche il lavoro in questo scenario diventa Smart o meglio lo diventano i luoghi in cui si svolge e quindi andiamo al lavoro nelle Smart Factory costruite, almeno nel mondo digitale, sui paradigmi dell'ultima rivoluzione industriale, la Industry 4.0. Tali paradigmi si possono riassumere come segue:

- Advanced manufacturing solution: sistemi avanzati di produzione, cioè, ad esempio: sistemi di movimentazione dei materiali automatici, i robot e cobot;
- Additive manufacturing: sistemi di produzione additiva che aumentano l'efficienza dell'uso dei materiali, cioè, sistemi di stampa 3D;
- Realtà aumentata: sistemi di visione con realtà aumentata, virtuale e mista a supporto degli operatori nello svolgimento delle loro attività;
- Simulazioni: simulazione ed emulazione di processi per analisi delle loro interconnessioni con la realtà (infrastrutture, macchine, operatori);
- Integrazione orizzontale e verticale: integrazione e scambio di informazioni tra attori del processo produttivo aziendale interni (funzioni aziendali) ed esterni (fornitori, clienti);
- Industrial Internet Of Things (IIOT): comunicazione tra elementi della produzione, non solo all'interno dell'azienda, ma anche all'esterno grazie all'utilizzo di internet;
- Cloud: implementazione delle tecnologie cloud come l'archiviazione online delle informazioni, l'uso del cloud computing e di servizi esterni di analisi dati;
- Sicurezza informatica: l'aumento delle interconnessioni interne ed esterne (IIOT, cloud) aprono la porta a tutta la tematica della sicurezza delle informazioni e dei sistemi contro attacchi fraudolenti;
- Big Data Analytics: tecniche di gestione di grandissime quantità di dati attraverso l'utilizzo di tecniche e algoritmi tipici di intelligenza artificiali che permettono previsioni o predizioni.

L'implementazione di questi paradigmi si chiama *Digital Tranformation* e ha come obiettivo la semplificazione dei processi produttivi, riducendo le ridondanze e gli errori legati ad attività manuali non strategiche o peggio a zero-valore aggiunto. I vantaggi della Digital Transformation, che sta coinvolgendo in vario modo il mondo della produzione e dei servizi, sono molteplici: maggiore efficienza, miglior operatività e riduzione dei costi. La trasformazione digitale offre l'opportunità di ridisegnare e migliorare i processi che governano il business, utilizzando una combinazione di diverse soluzioni tecnologiche che vanno sotto il termine di Digitalizzazione, che identifica un approccio finalizzato a ragionare di massima convergenza tra sistemi e flussi informativi, proprietari o tra partner, che corrono attraverso il Web. Innestare percorsi di innovazione di questo tipo per le aziende significa rivedere processi operativi interni, ma anche le modalità di interazione con i clienti e i fornitori. Implica anche il dover progettare nuovi prodotti e servizi digitali, veicolati su nuovi canali online e offline e capacità di analisi dei dati digitali. Tutto questo, con la possibilità di coniugare il mondo offline con il mondo online, gestendo infrastrutture, sistemi, applicazioni e servizi in maniera estremamente più flessibile e dinamica, grazie alle nuove logiche dell'As a Service e del Pay per Use inaugurate dall'evoluzione sempre più spinta della virtualizzazione e del cloud. Riposizionando la Digital Transformation nella logica *Smart*, abbiamo:

- Smart production: ovvero l'introduzione di nuove tecnologie che creano una profonda collaborazione tra tutti gli elementi e i soggetti della produzione (vale a dire collaborazione tra operatore, macchine e strumenti)
- Smart service: ovvero l'implementazione di infrastrutture informatiche e tecniche che permettano l'integrazione dei sistemi interni all'azienda, l'integrazione di sistemi che consentano una connessione real-time tra cliente e fornitore e, in generale, l'integrazione con tutte le possibili strutture esterne
- Smart energy: ovvero l'interesse verso la riduzione dei consumi energetici, creando sistemi più performanti e riducendo gli sprechi di energia secondo i paradigmi dell'energia sostenibile.

1.3. Chi è Engineering

In Engineering, la Digital Tansformation è definita come *Digital Journey*, ovvero il viaggio a fianco dei propri clienti con la consolidata conoscenza dei loro processi e il pieno dominio delle nuove tecnologie. Infatti, con 40 anni di attività, il Gruppo Engineering si pone come uno dei più importanti player del Digital Transformation non solo in ambito italiano, ma con 11.000 dipendenti e 65 sedi in tutti il modo gioca un ruolo importante anche a livello internazionale.
Basandosi su un modello organizzativo diversificato per aree geografiche e di mercato è in grado di affiancare i propri clienti nelle aree di business in cui la digitalizzazione genera i maggiori cambiamenti e supportarli nell'affrontare percorsi di trasformazione dettati dai nuovi paradigmi di valore ed innovativi ecosistemi digitali. L'innovazione diventa, quindi, il volano per generare valore, ma non può esistere innovazione se al termine del processo non si genera valore concreto e tangibile per tutti gli attori che prendono parte al processo. Questo è il motivo per cui l'approccio all'innovazione ha come fine ultimo la creazione di valore per il cliente finale. In questo senso, l'innovazione serve ad individuare quali tecnologie potranno avere una reale collocazione industriale in futuro, identificare il corretto time to market e inserirle all'interno di ecosistemi tecnologici e piattaforme digitali più complete. Le nuove tecnologie stanno, infatti, spezzando i sistemi che

tenevano imprigionata l'informazione all'interno di specifici ambiti e strutture economico-sociali, trasformando il sapere in una nuova chiave di volta per uno sviluppo che, forse, non ha precedenti.
Il Compentence Center *"Automation & Controls*", all'interno della divisione Industria, incarna perfettamente in modello "*Engineering*". Infatti, con una storia di circa 30 anni nell'ambito fornitura di soluzioni e servizi per l'automazione industriale, oggi rappresenta una realtà importante nell'Azienda. Con 650 progetti per un valore pari circa a 55milioni e un portafoglio di più di 300 clienti internazionali, ma soprattutto con più di 550 addetti con know-how non solo tecnologico, ma anche di business è in grado di affrontare le sfide dell'Industry 4.0 ed in particolare il *Digital Thread*.
Per Digital Thread si intende il framework di comunicazione che supporta il flusso di dati connessi e una visione integrata dei dati dell'asset per tutto il suo ciclo di vita. Il Digital Thread eliminando i silos applicativi e sistemistici attraverso una visione olistica supporta il processo produttivo che va dall'ideazione del prodotto (e in alcuni casi del processo che lo dovrà realizzare) fino all'utilizzo da parte dell'utente finale.
Automation & Controls è in grado per tutti i 4 pillar del Digital Thread di proporre soluzione grazie alla propria esperienza e competenza e specificatamente:

- Design: CAD/CAM integration, soluzioni per la definizione della Bill of Material (BOM) o della Bill of Process (BOP), configurazione del prodotto, gestione delle risorse e degli strumenti;
- Simulation: simulazione ed emulazione di processo, messa in opera virtuale di nuovi servizi o prodotti, product e process simulation;
- Execution: sistemi per il controllo e gestione integrata della produzione;
- Monitoring: monitoraggio dell'utilizzo, acquisizione dati di operatività.

1.4. Scopo del tirocinio

Partendo da quanto descritto in precedenza e in considerazione del fatto che il nuovo scenario imposto dalla Digital Transformation vede ancora più che in passato al centro dell'azione di Automation & Controls il Cliente con le sue necessità e le sue specificità, è risultato evidente quanto necessario la rielaborazione del rapporto con il Cliente. Nella revisione olistica di quest'approccio, si è ritenuto opportuno partire dalla fase preliminare in cui si crea il rapporto con il Cliente, ovvero la fase di offering (o pre-sales) e quella di early life del progetto in cui si definiscono in dettaglio i requisiti di business (o Business Blue Print). L'opportunità della scelta è facilmente comprensibile e attiene alla creazione di una relazione vantaggiosa per entrambi. Da un lato il Cliente si sentirà, fin da subito, supportato nel processo decisionale nell'abbracciare nuove tecnologie e nuove soluzione capendone le possibilità e i rischi nell'introduzione nel proprio contesto, consapevole di avere in Automation & Controls un partner compente, in grado di fornire un supporto strutturato. Dall'altra parte Automation & Controls potrà identificare le necessità di business del Cliente quanto prima, in modo da essere in grado di formulare soluzioni adeguate alle richieste del Cliente. In questo modo, si potranno contrarre i tempi (e i costi) di *Pre-sales* e avere una visione complessiva dei requisiti del Cliente in fase di Business Blue Print a tutto vantaggio delle successive fasi progettuali.
Il supporto all'iniziativa, concretizzatosi come attività di stage dal 6 Maggio al 17 Luglio 2019, è stato quello di assistere il team di Automation & Controls, in particolare il team operante nel mercato *Industrial Manufacturing & White*, nell'approccio metodologico e di modellizzazione formale delle fasi di Pre-sales e Business Blue Print.

Durante la fase di Pre-Sale viene svolta una accurata analisi del contesto del cliente e delle problematiche (le *business pain*), all'interno del suo business, che lo hanno condotto a richiedere l'intervento di Automation & Control. Verranno, quindi, esplorate le criticità del sistema attuale, derivandone così i requisiti cliente sulla base dei quali verrà fatta una proposta tecnico/economica riguardo il sistema software da introdurre. Qualora il cliente accetti la proposta, si entrerà nella fase progettuale che vede l'elaborazione della Business Blueprint come primo step. All'interno della BBP verranno definiti i requisiti di business che caratterizzeranno il nuovo sistema. Tali requisiti, una volta definiti e validati dal cliente, daranno il via ai successivi step progettuali (analisi funzionale, analisi di dettaglio, sviluppo/test, messa in servizio).
lo studio nasce all'interno di un contesto industriale dove la complessità di far cooperare macchine, operatori e sistemi informativi ha elevato la fase di raccolta dei requisiti a momento cardine per riuscire a realizzare un'integrazione efficace ed efficiente, in grado di ottimizzare i processi di business del cliente.
Il nuovo contesto sopra descritto impone alle aziende fornitrici e di consulenza di sistemi informativi di effettuare fasi di *Pre-Sale* e *Business Blueprint* che siano veloci, standardizzate e che sfruttino strumenti in grado di rispondere in tempi brevissimi alla domanda del cliente, ma allo stesso tempo di essere in grado di catturare tutte le informazioni necessarie per rendere il cliente "più digitale e più connesso", rispettando la mission del suo business.
Bisognerà avere conoscenza dei vincoli di un sistema, del suo attuale livello di maturità, delle pratiche che lo caratterizzano, delle risorse che in esso operano, delle informazioni e dei dati che in esso circolano.
A valle quindi di tali consapevolezze e successivamente ad una attività di formazione sui sistemi software a supporto della produzione, si è dato avvio alla stesura dell'elaborato di tesi.
Avere una conoscenza dei prodotti software e della loro complessità è stato fondamentale per riuscire a contestualizzare l'obiettivo del lavoro e comprendere quali fossero le tipologie di informazioni necessarie, da raccogliere in fase di *Pre-Sale* e *Business Blueprint*, per riuscire a proporre e sviluppare un sistema che potesse essere conforme alla realtà del cliente e customizzarne le funzionalità.
È stato, quindi, necessario comprendere come differenti sistemi in un contesto produttivo potessero integrarsi tra di loro, di quali dati ogni sistema informativo e ogni suo modulo necessitasse, quali input e output ogni sistema e ogni sua funzionalità fosse in grado di riceve e rilasciare e con quali hardware o *Human Machine Interface (HMI)* tali sistemi potessero interfacciarsi.
Il primo step dell'attività di Tesi è stato caratterizzato da un'attività di ricerca e approfondimento di tutto quanto graviti attorno al *Requirements Engineering* (RE), un argomento molto vasto che definisce quali siano le fasi e le attività principiali a supporto della raccolta dei requisiti. Avere consapevolezza di tale argomento vuol dire avere anche conoscenza degli standard e dei programmi software che permettono ad un'azienda di elevare a un livello maggiore il proprio grado di maturità e competenza in merito a tale tema.
Il secondo step dello studio ha visto, sulla base delle informazioni raccolte durante lo step precedente, la strutturazione di un metodo che potesse rispondere all'obiettivo del *Competence Center "Automation & Control"* ,in particolare del mercato *Industrial Manufacturing & White*, di creare un approccio che riuscisse, in modo standard e più strutturato, a definire le pratiche che dovranno essere utilizzate per ottenere dei buoni requisiti e quindi dei risultati più che soddisfacenti a valle delle attività di *Pre-Sale* e di *Business Blue Print*.

Il terzo step è stato caratterizzato, invece, dall'osservazione dei risultati prodotti grazie all'applicazione del metodo elaborato, seppure, per vincoli di tempo, non sia stato possibile esaminarne il suo comportamento su tutte le fasi di un progetto aziendale al quale ho avuto la possibilità di partecipare, ma solo su una parte di esso.
La prima fase dello studio ha reso necessaria la comprensione di alcuni degli standard più utilizzati in materia di *Requirements Engineering*. Standards come la IEEE Std 1233-1996 e la ISO/IEC/IEEE 29148 hanno fornito input importanti per definire non solo le informazioni che durante una buona attività di raccolta dei requisiti è necessario documentare, ma hanno dato anche informazioni circa le caratteristiche che una buona documentazione dovrà avere e il ruolo e le responsabilità che, in ognuna delle fasi che caratterizzano il processo, gli stakeholder coinvolti dovranno assumere.
Al fine, inoltre, di creare un modello che possa sostituirsi ad alcuni dei più comuni programmi software che si occupano della gestione delle attività di *Requirements Engineering*, come ad esempio DOORS o Caliber, è stato necessario indagare su di essi e comprenderne la logica. Anche l'analisi del linguaggio da utilizzare, in fase di raccolta dei requisiti, è stata necessaria per definire le possibili complicazioni comunicative che potrebbero riscontrarsi durante le procedure che la supportano. Di conseguenza, la seconda fase dello studio ha avuto come *scope* la formulazione di un approccio che permetta di agevolare l'attività di raccolta dei requisiti, identificando le fasi, gli strumenti e la logica necessari a gestire l'attività di Pre Sale e la logica e la documentazione necessaria a gestire l'attività di Business Blue Print.
Le fasi seguite per la raccolta dei requisiti sono sostanzialmente 4:

- Initiative Identikit
- Quick onBoarding
- Assessment,

che caratterizzeranno l'attività di Pre-Sale, e la fase di:

- Business Blue Print

Potremmo dire che per ognuno di questi quattro momenti, sia stato definito un approccio che preveda lo svolgimento di attività di *elicitation*, negoziazione, documentazione e validazione, in parallelo a quella di gestione dei requisiti, di cui i manuali evidenziano l'importanza.
La terza fase ha visto una minima applicazione del metodo elaborato su uno dei progetti che Engineering sta seguendo. Il Cliente è un'azienda internazionale il cui business è finalizzato alla produzione di utensili per uso domestico e industriale. Il progetto riguardava l'implementazione di un sistema Manufacturing Operation Management (MOM) per la gestione e il supporto al processo produttivo.
Il metodo ideato è stato introdotto solo nella fase terminale di raccolta e definizione dei requisiti, ovvero quella di Business Blue Print. Proprio per questo è stato possibile applicare solo alcuni degli strumenti e logiche previsti, tra cui logica delle 5W, *Interaction matrix*, prioritizzazione dei requisiti (secondo la definizione di stato del requisito data dalla ISO/IEC/IEEE 29148), matrice RACI e la formulazione di Use Case, lasciando di fatto incompleta la verifica dell'efficacia e della praticabilità dell'intero approccio.
Lo studio, quindi, tenta di rispondere all'esigenze, non solo di A&C, ma di tutte le aziende nell'ambito della consulenza informatica, di riuscire individuare una struttura e degli strumenti semplici ma risolutivi che siano in grado di esaminare dei contesti industriali così complessi di cui spesso il cliente non è in grado di fornire una descrizione consistente né delle attività né dei flussi informativi che lo

caratterizzano il che quindi rende complicato ricevere informazioni utili a progettare il sistema informativo richiesto.
Il metodo renderà possibile l'individuazione dei requisiti, una loro classificazione, una loro prioritizzazione e quindi, una gestione più standard di tale attività in modo da rispondere ad una richiesta sempre crescente di tali sistemi complessi di integrazione, dovuta alla sfida lanciata dai paradigmi dell'Industry 4.0.
Sarà un metodo volto a servire il cliente in tempi rapidi e con costi contenuti, offrendo sistemi eccellenti e su misura e quindi allo stesso tempo sarà un metodo volto a rendere più profittevoli i progetti condotti da Engineering e ad accrescere la credibilità di quest'ultima.
L'approccio, quindi, avrà anche lo scopo di rafforzare il grado di maturità dell'azienda in tema di *Requirements Engineering* secondo quelli che sono i dettami del *Capability Maturity Model (CMM)*, standard per l'ottimizzazione dei processi e delle pratiche aziendali.

2. L'importanza del Requirements Management per il Requirements Engineering

In un mercato sempre più globale e competitivo, rispondere alla domanda del consumatore vuol dire intuire le necessità di quest'ultimo in tempi molto rapidi e con costi competitivi in modo tale da sbaragliare la concorrenza. Comprendere le necessità del cliente non è una questione di poco conto, ne va della buona riuscita del prodotto o progetto destinato all'utente finale.

A tal proposito è fondamentale strutturare un approccio che supporti le aziende nel riuscire a comprendere le richieste del "*customer*" e nel rendere più semplici ed espliciti i requisiti del prodotto. La creazione di un metodo che supporti l'analisi dei requisiti potrebbe essere uno strumento volto a rispondere alle sfide di mercato sopra citate.

La fase di Pre-Sale, finalizzata a comprendere le "*pains*" del cliente e a proporre una soluzione valida che riesca ad ovviare a tali problemi, deve sfruttare strumenti in grado di far emergere tutti i bisogni, anche quelli più impliciti, attraverso una comunicazione e uno scambio ben guidato e che eviti ogni forma di ambiguità o incertezza così da ottenere una buona raccolta dei requisiti utile alle successive fasi di sviluppo del prodotto o progetto.

È per tali motivi che, soprattutto negli ultimi decenni, l'analisi e la raccolta dei requisiti è stata oggetto di studi e approfondimenti accademici. Riuscire a trovare e adottare dei metodi univoci utilizzabili in qualunque mercato e con qualunque cliente è assai difficile, inoltre la raccolta dei requisiti di un prodotto software comporta il dover affrontare, spesso, "l'incompetenza" del cliente in tale materia e l'inconsapevolezza delle funzionalità e i vantaggi che un prodotto software può fornire nella propria realtà imprenditoriale.

Riuscire quindi a cogliere tutto ciò di cui necessita l'utente che sfrutterà tale tecnologia è sicuramente una sfida che molte organizzazioni vogliono affrontare cercando di creare approcci più definiti seppure, su tale argomento, la ricerca lasci molto spazio all'interpretazione e all'adattamento degli strumenti fino ad ora individuati a seconda dei casi.

A seguito della quarta rivoluzione industriale e alla volontà di rendere ogni settore sempre più smart, il mondo del *software intensive* sente maggiormente la pressione del mercato e delle aziende che vorrebbero degli strumenti facilmente e immediatamente adattabili ai loro processi. Come sostenuto da Pohl [4], le sfide quindi che tale mondo deve affrontare da sempre, ma oggi più che mai, riguardano:

- l'innovazione continua del software e le richieste di funzionalità sempre più innovative
- la complessità degli scenari o ambienti in cui tali prodotti software devono adattarsi
- la necessità di avere dei costi di produzione maggiormente competitivi in modo da accrescere domanda
- riuscire ad essere rapidi nella comprensione delle necessità del cliente e quindi nel rilascio del prodotto
- riuscire a soddisfare la domanda fornendo un prodotto che sia di qualità.

Nasce da qui l'esigenza di ogni organizzazione di dotarsi di tecniche e approcci strutturati al fine di far fronte a tali problematiche e di rispondere ai dettami dell'Industry 4.0.

È bene comprendere che quando parliamo di *Requirements Engineering* parliamo anche di: gestione dei requisiti, analisi del contesto per il quale tali requisiti vengono raccolti e di un linguaggio che consenta di documentare i requisiti raccolti.

Prima di approfondire tali tematiche è bene però definire cos'è un requisito e specificare le tipologie di requisiti possibili.

2.1. Il "*requisito*"

Il soggetto principale del *Requirement Engineering* è appunto il requisito.
Come asserito in [1], il *requisito* può definirsi come:

1. Una condizione o capacità necessaria all'utente per risolvere un problema o raggiungere un obiettivo
2. Una condizione o capacità che deve essere incontrata o posseduta da un sistema o da un componente di sistema per soddisfare un contratto, uno *standard*, una specifica o altri documenti formalmente imposti
3. Una rappresentazione documentata di una condizione o capacità in 1 e 2.

È possibile distinguere tra **requisiti utente** e **requisiti di sistema**.
I **Requisiti Utente**, come spiegato in [2], sono così definiti in quanto comprendono tutti quei requisiti che emergono dal confronto con gli *stakeholders* che non sempre provengono da aree tecniche per cui questi requisiti vengono espressi con un linguaggio abbastanza semplice e forniscono delle informazioni, agli analisti e ai responsabili tecnici, che sono informazioni di massima circa i *needs* e le aspettative del cliente. Inoltre, forniscono una descrizione di quelle attività che gli utenti finali si attendono di poter svolgere con tale prodotto, fornendo informazioni circa le pratiche che desiderano rendere possibile tramite l'utilizzo del *software*. All'interno di questi requisiti bisognerà essere in grado di estrapolare anche i bisogni non espressi o impliciti del cliente. I requisiti utente sono in genere documentati tramite degli *User Requirement Document* (URD).
I **Requisiti di Sistema**, come spiegato in [3], sono i blocchi di costruzione che gli sviluppatori usano per costruire il sistema. Queste sono le tradizionali affermazioni *"shall"* che descrivono cosa il sistema *"shall do"* (dovrebbe fare). I requisiti di sistema sono classificati sia come requisiti funzionali che supplementari. Essendo destinati agli specialisti, gli aspetti tecnici prendono forma nei requisiti di sistema, ai quali potremmo pensare come versioni maggiormente dettagliate dei requisiti utente. I requisiti di sistema dovrebbero descriverei il comportamento esterno ed i vincoli operativi, utilizzando notazioni più dettagliate rispetto a quelle adoperate per i requisiti utente.
Oltre a questa prima classificazione circa la natura dei requisiti, un'altra classificazione può essere effettuata distinguendoli in:

- Requisiti Funzionali
- Requisiti di Qualità
- Vincoli

I **Requisiti funzionali** sono quei requisiti che spiegano come il sistema dovrebbe comportarsi in seguito a determinati eventi o in risposta a determinati *input*. Esplicitare i requisiti funzionali vuol dire esaminare quali comportamenti, da parte dell'utente finale, tali requisiti richiedono, di quali funzioni dovranno favorire lo sviluppo e di quali tipo di dati dovranno rendere possibile lo scambio.
I requisiti funzionali servono a definire una descrizione del servizio che il sistema software (o qualsiasi altro prodotto) deve fornire sulla base degli input che riceve e degli output che si vogliono ottenere. Tramite questo tipo di requisiti è possibile definire tutte le casistiche in cui una determinata funzionalità può essere richiesta, sotto particolari condizioni e, allo stesso modo, può essere inteso funzionale il requisito relativo ad una funzionalità che non si vuole che il software implementi [3].

I requisiti che definiscono i dati, le funzioni e il comportamento del sistema sono, nella maggior parte dei casi, requisiti orientati alla soluzione poiché sono definiti in un modo che supporta principalmente la realizzazione del sistema.
Con **Requisiti di Qualità** si intende la definizione delle caratteristiche che misurano la qualità del sistema che deve essere sviluppato in termini di performance, di affidabilità o di stabilità. Un singolo requisito di qualità può impattare e influenzare l'intero sistema oppure può riferirsi a un particolare servizio, a una particolare funzione o a un particolare componente di sistema. Quindi, per requisito di qualità si intende [4]:
"...un requisito che definisce una proprietà di qualità di un intero sistema o di un componente, servizio o funzione di esso."
Alcuni dei requisiti di qualità sono fondamentali per il cliente mentre altri sono fondamentali e di interesse per lo sviluppatore che svilupperà il sistema.
I ***requisiti di qualità*** importanti per gli **utenti** sono [5][2]:

- Requisiti di **Accessibilità:** Serve a definire la percentuale di tempo per cui il sistema è reso disponibile per l'utilizzo o per il quale può ritenersi operativo
- Requisiti di **Efficienza:** Serve ad avere una misura di quanto bene il sistema debba sfruttare le risorse hardware in termini di tempo di processione, di memoria o di larghezza di banda per la comunicazione interna e con l'esterno.
- Requisiti di **Flessibilità:** Fornisce informazioni circa la flessibilità e lo sforzo che deve essere compiuto per estendere il sistema a nuove funzionalità.
- Requisiti di **Integrità:** Indicano l'efficienza con la quale il sistema deve essere protetto da accessi non autorizzati, violazioni di dati di privacy, perdite di informazioni e infezioni da software dannosi.
- Requisiti di **Interoperabilità:** Servono a fornire informazioni sulla facilità con cui scambiare dati o servizi con altri sistemi.
- Requisiti di **Affidabilità**: L'affidabilità è la probabilità del sistema di eseguire delle funzionalità o delle operazioni, senza il verificarsi di fallimenti, per un determinato periodo di tempo
- Requisiti di **Robustezza:** Servono a definire fino a quando il sistema o componente è in grado di funzionare nonostante siano stati commessi errori di input, siano presenti difetti nei sistemi e nei componenti connessi o si verifichino condizioni operative inattese
- Requisiti di **Usabilità:** I requisiti di usabilità misurano lo sforzo che deve essere richiesto all'utente per inserire o preparare degli input e nell'interpretare i derivanti output rilasciati dal sistema.

Al fine di agevolare e facilitare le successive fasi di sviluppo del sistema, i **requisiti di qualità** fondamentali per le attività degli **sviluppatori** sono:

- Requisiti di **Manutentibilità:** la manutentibilità indica quanto sia facile correggere un difetto o effettuare delle modifiche al sistema
- Requisiti di **Portabilità:** la portabilità si riferisce allo sforzo che ci vuole per migrare un sistema o un componente da un ambiente operativo all'altro.
- Requisiti di **Riutilizzabilità:** la riutilizzabilità indica l'estensione per la quale un componente può essere usato nei sistemi oltre che quella per la quale era inizialmente sviluppato
- Requisiti di **Testabilità**: la testabilità si riferisce alla facilità con la quale i componenti software o i sistemi integrati possono essere testati per trovare i difetti.

Molto spesso, più semplicemente, i requisiti vengono distinti fra requisiti funzionali e requisiti non funzionali, il che però potrebbe trarre in inganno in quanto all'interno della categoria dei requisiti non funzionali sono inseriti i requisiti di qualità, tutto quello che non è requisito di qualità sono quasi sempre requisiti sotto-specificati.
Pur non essendo un reale requisito, anche il vincolo viene documentato durante la fase di raccolta dei requisiti. La loro definizione diventa fondamentale per definire i confini entro i quali il sistema potrà essere sviluppato, mostrando quali sono le limitazioni circa le future proprietà del sistema e circa le restrizioni o le modifiche che i processi dovranno subire.
Secondo quanto asserisce la letteratura in [4], questa particolare tipologia di requisito è così descritta: "Il vincolo viene infatti definito come un requisito tecnico o organizzativo che restringe le modalità in cui il sistema sarà sviluppato."
Possiamo distinguere tra diverse fonti di limitazioni al sistema, tra questi:

- Vincoli **culturali**
- Vincoli **legali**
- Vincoli **organizzativi**
- Vincoli **fisici**
- Vincoli **di progetto**

I vincoli possono essere semplificati anche sulla base dei soggetti o dei processi che da questi vengono influenzati.
Il vincolo può impattare su processi di ingegneria dei requisiti, sulla progettazione dell'architettura, sull'implementazione del sistema e sui processi di test[4].
Una volta descritto lo scopo del requisito e le diverse classificazioni dello stesso è bene comprendere come nei processi dell'ingegneria dei requisiti esso sia gestito.

2.2. Requirements Management

Una delle *core activity* del *Requirements Engineering* è la gestione dei requisiti. Tale attività serve a raggruppare e rendere maggiormente comprensibili le funzionalità desiderate dal cliente all'interno del prodotto da sviluppare. La finalità di questa attività è quella di favorire un confronto tra i requisiti e fornirne una documentazione che ne faciliti la tracciabilità.
Il Requirements Management può essere suddiviso in 3 attività [4]:

- ***Gestione degli artefatti di requisito***: È un'attività che prevede la creazione e l'organizzazione di artefatti in modo tale da mantenere una tracciabilità, lungo tutte le fasi di sviluppo del progetto, dei requisiti raccolti. All'interno di tale attività vengono incluse le attività di registrazione continua del requisito, di prioritizzazione, di configurazione del requisito e di gestione delle modifiche connesse ad esso che possono essere richieste dal cliente, o in seguito a variazioni del contesto, sia prima che dopo lo sviluppo vero e proprio del sistema software.
- ***Gestione delle attività***: Questa attività comprende la pianificazione e organizzazione delle attività connesse all'ingegneria dei requisiti con l'obiettivo di assicurare uno sviluppo efficiente ed efficace del progetto e cercare di riadattare le fasi del progetto agli aggiornamenti del contesto e dell'ambiente in cui questo viene sviluppato.
- ***Osservazione del contesto del sistema***: l'osservazione del contesto del sistema ha lo scopo di identificare i cambiamenti nel contesto del sistema che sono rilevanti per il sistema. I cambiamenti di contesto rilevanti richiedono tipicamente l'esecuzione di uno o più attività di ingegneria dei requisiti o una ri-schedulazione delle attività. Il cambiamento di contesto, per

esempio, può richiedere l'esecuzione di un'attività di elicitation o di documentazione in seguito al nuovo requisito generato dalla modifica richiesta, o l'esecuzione di una attività di gestione del cambiamento per aggiustare di conseguenza i requisiti esistenti.

Tali attività sono fondamentali al fine di riuscire a gestire le interfacce con cui il *Requirements Management* deve confrontarsi e al fine di ottenere un'ottimizzazione dei processi di sviluppo e una riduzione dei costi di processo.

2.2.1. Osservazione del contesto del sistema.

Iniziamo ad approfondire la prima delle tre attività *core* del *Requirement Management*: l'osservazione del contesto del sistema.

L'osservazione del contesto della realtà aziendale con cui ci troveremo ad operare consente, al *Requirements Management*, di avere un'idea di quale sia il mercato e il business su cui il prodotto dovrà operare, stabilirne il livello di maturità e valutare su quali aree il prodotto potrà essere utile per un progresso e miglioramento delle pratiche e dei processi aziendali del cliente.

L'obiettivo è quello di identificare i cambiamenti nel contesto e stimare l'impatto di questi cambiamenti. Rilevare i cambiamenti è il prerequisito per poterli analizzare e per incorporarli nei processi di ingegneria dei requisiti[4]. Tipicamente esempi di cambiamenti di contesto, sono:

- L'avanzare di nuove tecnologie o di un nuovo prodotto competitivo.
- Modifiche delle leggi a cui il cliente deve sottostare o agli standard fino ad oggi adottati da quest'ultimo.
- Si allargano le prospettive degli stakeholder che pianificano nuove strategie aziendali.
- Subentrano nel contesto nuove personalità aventi interessi di business da proteggere.
- Cambia l'organizzazione e con essa cambiano anche le politiche aziendali, le quali promuovono nuovi metodi e processi per l'intera azienda.
- Cambiano le modalità con cui gli attori esterni si approcciano al sistema e le finalità per cui è richiesto.

La modifica del contesto potrebbe essere osservabile su quattro aspetti del sistema: sui soggetti, sull'utilizzo, sul sistema IT e sullo sviluppo. È bene quindi effettuare delle attività di:

- Osservazione del soggetto
- Osservazione delle modalità di utilizzo
- Osservazione del sistema IT
- Osservazione dei possibili sviluppi interni ed esterni

Ogni tipo di aspetto del contesto può cambiare. I cambiamenti possono imputarsi a:

- Cambiamenti della risorsa del requisito
- Cambiamenti degli obiettivi di contesto
- Cambiamenti nelle proprietà e relazioni degli obiettivi del contesto.

È necessario che *Engineering Requirements*, *Project Management* e *Product Management* comunichino tra loro, così che eventuali evoluzioni o modifiche del contesto possano essere tracciati e comunicati ad ognuna delle altre aree di gestione. Per cui l'osservazione del contesto dovrebbe essere coordinato tra i tre soggetti coinvolti.

2.2.2. Gestione degli artefatti dei requisiti

Lungo l'attività di *Engineering Requirements*, emerge un gran numero di requisiti che saranno documentati, validati e assegnati a dei componenti del sistema, ridefiniti e poi implementati e testati

nelle successive fasi di sviluppo. Ogni artefatto è descritto da alcuni attributi ed è legato ad altri requisiti al fine di verificarne la possibile progettazione e testabilità. Le attività di management servono a controllare e supervisionare gli artefatti dei requisiti, mantenendo traccia degli attributi e delle relazioni che li caratterizzano, controllando e gestendo eventuali modifiche. Le attività di gestione, secondo [4], consistono in:

- *Definizione di uno schema di attributi dei requisiti:* tale attività ha la finalità di formulare della documentazione che possieda le informazioni necessarie a definire un requisito tra cui, ad esempio, l'identificativo, il nome, il tipo di requisito, la versione di aggiornamento o modifica del requisito, l'autore del requisito e lo stato di priorità del requisito.
- *Tracciabilità dei requisiti*: un requisito è tracciabile se può essere tracciato o a partire dalla sua formulazione originaria, o in seguito alla sua ridefinizione o alla sua realizzazione. La tracciabilità favorisce la verifica della qualità degli artefatti sviluppati e supporta l'attività di validazione dei requisiti.
- *Gestione della modifica dei requisiti*: i cambiamenti dei requisiti sono frequenti lungo l'intero ciclo di vita del prodotto. Questi possono essere, come già detto, causati da modifiche del contesto o *triggerati* da feedback che provengono dalla fase di progettazione o di test del sistema. L'integrazione consistente è favorita dalla tracciabilità dei requisiti.
- *Gestione della configurazione dei requisiti*: la gestione della configurazione dipende dalla versione della gestione. Essa gestisce l'evoluzione degli artefatti dei requisiti nel tempo.
- *Prioritizzazione dei requisiti*: affinché venga garantito che tutte le risorse siano gestite secondo il loro livello di importanza, all'interno del progetto o del prodotto, è necessario che venga definito un ordine di priorità dei requisiti e che tale prioritizzazione venga documentata.

2.2.3. Gestione delle attività di ingegneria dei requisiti

Pur fissando una sequenza ordinata delle attività che caratterizzano i processi di *Engineering Requirements*, non è detto che venga assicurato il compimento degli obiettivi dei requisiti delineati. Con le attività di management del Requirements Engineering si vuole cercare di monitorare, controllare e, laddove fosse necessario, aggiustare i *workflow* che caratterizzano le fasi di *elicitation*, documentazione, negoziazione e validazione. A supporto di tali processi sono utilizzate attività di Project Management.

A tal proposito sono stati definiti due possibili approcci per gestire le attività di ingegneria: un approccio ***phase-oriented*** e un **approccio situazionale.**

Il primo approccio prevede una sequenza ordinata delle attività di gestione mentre il secondo adatta la sequenza delle attività, a volte anche iterata, sulla base dello stato del contesto, degli artefatti e dei relativi requisiti.

L'approccio guidato dalle fasi consiste quindi in un modello *Waterfall* dei processi con dei loop di feedback eseguiti in modo sequenziale. Questo approccio è adottato soprattutto nei casi in cui siano stati affrontati dei progetti simili che possano fare da guida al sequenziamento delle attività.

L'**approccio *phase-oriented***, secondo [4], prevede le seguenti attività nella sequenza seguente:

1. *Elicitation*: in questa fase emergono i requisiti rilevanti.
2. *Documentation and specification*: a valle della fase di *elicitation*, compito degli ingegneri che si occupano della raccolta dei requisiti è quello di documentare i requisiti emersi dalla fase precedente, secondo le logiche del progetto

3. *Negotiation*: successivamente alla fase di documentazione, è necessario che abbia luogo una fase di negoziazione durante la quale coloro che sono stati coinvolti nelle fasi precedenti diano la loro approvazione ai requisiti fino ad ora definiti.
4. Validation: con validazione s'intende la validazione sia dei contenuti, sia dei documenti che degli accordi presi dagli stakeholder coinvolti.

Nel caso di nuovi sistemi che introducano soluzioni innovative o customizzate, l'approccio *phase oriented* risulta essere quello meno indicato.

A differenza dell'approccio precedente, **l'approccio situazionale** prevede delle attività che vengono svolte sulla base dello stato corrente dei requisiti e degli artefatti dei requisiti. Tutto ciò al fine di evitare che l'analista che si occupa di *Requirements Engineering* debba trovarsi a svolgere delle attività che producano scarsi risultati ai fini della raccolta del requisito. Si vuole impedire che venga sostenuto uno sforzo elevato per riscontri minimi o addirittura nulli. Si tenta di impedire una sequenza di attività dove gli stakeholders ottengono solo comprensioni vaghe dei requisiti e raggiungano un piccolo accordo relativo alla definizione di questi svolgendo una difficile attività di documentazione. Per gestire meglio l'approccio situazionale vengono consigliate attività di valutazione degli artefatti e determinazione delle attività che devono essere svolte per prima:

- ***Valutazione degli artefatti dei requisiti***

Al fine di determinare l'attività successiva per un particolare artefatto di requisiti (o set di artefatti) in una specifica situazione di progetto, viene suggerita l'applicazione di uno schema di valutazione [4]:

	+	0	-
Contenuto Criteri di esempi: • completezza • non ambiguità • correttezza	L'artefatto incontra i criteri definiti	L'artefatto non soddisfa alcuno dei criteri definiti	L'artefatto non incontra una parte significativa dei criteri definiti
Documentazione/ specificazione La documentazione o la specificazione del requisito soddisfa le regole di documentazione o la specificazione?	L'artefatto aderisce alle regole di documentazione/specificazione definite.	L'artefatto viola alcune delle regole di documentazione definite.	L'artefatto viola un numero significativo delle regole di documentazione/specifiche definite.
Accordo	L'accordo circa l'artefatto è stabilito, per esempio non esistono conflitti conosciuti o irrisolti	Ci sono conflitti rilevanti, irrisolti circa gli artefatti.	Non ci sono accordi circa l'artefatto (sia stati sconosciuti o significativi conflitti aperti esistono)

Tabella 1. Schema di valutazione, da [4]

Con questo schema i requisiti sono valutati secondo 3 aspetti di qualità: contenuto, documentazione e accordo. Gli stakeholder sono coinvolti nella valutazione del processo dando uno dei tre valori:

- “+”: non ci sono carenze
- “0”: minori carenze
- “-“: maggiori carenze

Lo schema valutativo supporta in modo più oggettivo la valutazione dello stato corrente degli artefatti dei requisiti. Tuttavia, la valutazione degli artefatti dei requisiti è influenzata da obiettivi, esperienza e preferenze individuali degli stakeholder.
Quindi se stakeholder differenti valutano lo stesso artefatto di requisito, la valutazione risulta essere differente per ognuno di essi. La valutazione dello schema suggerito aiuta in parte a eliminare le preferenze personali e quindi supporta la decisione congiunta delle parti interessate in merito all'attività da svolgere.

- ***Determinare le attività che devono essere performate per prima***

In seguito alla valutazione condotta sugli artefatti rispetto alle tre caratteristiche di qualità (contenuto, accordo e documentazione), è possibile effettuare una valutazione obiettiva riguardo le attività che dovranno essere eseguite successivamente.
Le indicazioni, circa la sequenza delle azioni da svolgere, seguono tale logica:

1. Se gli artefatti dei requisiti non hanno lacune rispetto le tre caratteristiche (contenuto, documentazione e accordo), viene svolta un’attività di validazione.
2. Una lacuna significativa rispetto una delle tre dimensioni è prioritaria rispetto a lacune minori su altre dimensioni.
3. Un difetto o disaccordo minore su una determinata dimensione ha priorità maggiore rispetto ad un’altra dimensione già concordata e ritenuta corretta.
4. Qualora vi fossero dimensioni diverse con uguale valutazione, la dimensione del contenuto ha la priorità sulla dimensione della documentazione e la dimensione della documentazione ha la priorità sulla dimensione dell’accordo.

Content	Documentation	Agreement	Subsequent Activity
+	-	-	Documentation
+	-	0	Documentation
+	-	+	Documentation
+	0	0	Documentation
+	0	+	Documentation
0	-	-	Documentation
0	-	0	Documentation
-	-	+	Elicitation
-	-	-	Elicitation
-	-	0	Elicitation

Tabella 2. Esempio di valutazione delle caratteristiche di qualità, da [4]

L’ultima regola deriva dal fatto che qualora bisognasse aggiungere dei contenuti o modificarli, le fasi successive sarebbero la richiesta di una documentazione e poi l’accordo circa quanto è stato fino ad ora documentato. Quindi, qualora le tre dimensioni avessero uguale valutazione, bisognerà procedere con il valutare il contenuto per rendere il requisito maggiormente comprensibile. Qualora questo risulti chiaro bisognerà allora osservare la validità della documentazione, in quanto una buona documentazione potrebbe facilitare la possibilità di rilevare incongruenze all’interno dei requisiti. Fatta tale osservazione quindi è necessario che venga validata la raccolta e i suoi artefatti.

2.3. Interfacce di gestione dei requisiti

Al fine di svolgere una buona attività di *Requirements Engineering* è necessario comprendere e definire le interfacce con cui bisognerà relazionarsi e come è opportuno che tali relazioni vengano gestite da chi si occupa di ingegneria dei requisiti.

2.3.1. Interfacce del processo di gestione dei requisiti

La gestione dei requisiti ha ripercussioni su più parti e su diversi processi dell'organizzazione e da questi subisce delle influenze. L'*Engineering Requirements*, infatti, deve interagire con [4]:

- *Product management:* il Product Management gestisce il portfolio dei prodotti di un'organizzazione. Il Product Management dà infatti un'idea di massima circa in cosa debba consistere il prodotto. Questo definisce le caratteristiche *core* che il prodotto dovrà possedere o che la *realise* successiva possiederà. Molto spesso sarà comunque il *Requirements Engineering* a formulare nuovi requisiti non elicitati precedentemente che arricchiranno il sistema e supporteranno le funzionalità *core* proposte dal Product Management.
- *Relazioni con il marketing:* il marketing agisce al fine di allargare la base di mercato di un'azienda e mantenerne la quota attuale. Basandosi selle politiche del settore e sulle strategie dei concorrenti che si traducono spesso in lotte di prezzo, il marketing propone un range di prezzo a cui il prodotto dovrà essere venduto per considerarsi competitivo ma tale definizione influenza anche le scelte del *Requirements Engineering* perché è sulla base di tali limitazioni che dovrà essere sviluppato il sistema o prodotto. Allo stesso modo, sulla base delle informazioni fornite dal marketing, gli analisti o ingegneri dei requisiti informerà il marketing sulle caratteristiche che catturano maggiormente l'interesse del cliente e ne garantiranno la soddisfazione.
- *Interrelazione con la gestione della relazione con il cliente:* gestire il rapporto con il cliente è fondamentale per comprenderne le esigenze e definire le necessità e i problemi che questo riscontra attualmente. La raccolta di tali informazioni agevola l'attività di definizione dei requisiti di prodotto supportando l'obiettivo di riuscire a raggruppare requisiti che siano in grado di dar vita a funzionalità di sistema che supportino il cliente e lo aiutino a risolvere i problemi che caratterizzavano fino ad ora le sue attività o i suoi processi.

2.3.2. Interfaccia delle attività di gestione dei requisiti

Oltre alle interfacce di processo con cui il *Requirements Engineering* deve interfacciarsi, bisogna considerare le organizzazioni delle attività di sviluppo con cui l'ingegneria dei requisiti deve rapportarsi lungo il ciclo di vita del prodotto.

Tali attività possono essere caratterizzate come:

- *Interrelazioni con il Project Management*: il project management si occupa di creare e monitorare un piano di sviluppo del sistema. Il project management deve inoltre approvare e indagare quanto è stato definito dall'*Engineering Requirements*. Tale ispezione sarà utile anche ai fini di riuscire a sfruttare al meglio le risorse, i costi, i tempi che il project management dovrà gestire al fine della riuscita dello sviluppo del sistema.
- *Interrelazioni con la Progettazione*: l'*Engineering Requirements* è fondamentale per le attività di progettazione che comprende la progettazione di interfacce, architetture e componenti di sistema. Per riuscire a condurre una buona progettazione, i requisiti raccolti

avranno un ruolo fondamentale al fine di guidare tutte le attività sopra citate. Spesso i processi di progettazione alimentano un continuo confronto con gli stakeholder rilevanti in quanto nuove tecnologie e lo studio di alcuni dei requisiti definiti durante la fase di *Requirements Engineering* possono suggerire nuovi requisiti che non erano stati precedentemente prefissati.

- *Interrelazioni con la Garanzia di qualità*: la *quality assuarance* ha il compito di verificare che quanto è stato sviluppato rispecchi i requisiti stabiliti di comune accordo tra gli analisti e il cliente. Grazie ad attività quali il testing è possibile infatti definire se gli obiettivi prefissati tramite i requisiti sono stati soddisfatti e se le funzionalità implementate soddisfino le esigenze del cliente.
- *Interrelazione con il sistema di Manutenzione*: l'attività di manutenzione, seppure successiva all'implementazione e al rilascio del sistema, continua ad utilizzare la documentazione e quanto definito dal *Requirements Management*. In casi di guasti al sistema, i requisiti specificati danno un'indicazione per comprendere se l'inoperabilità del sistema è dovuta alla necessità di nuove estensioni dei requisiti o ad errori nell'implementazione scorretta di alcuni dei requisiti concordati nelle fasi precedenti o contemporanee allo sviluppo.

2.4. Strumenti Software per il Requirements Management

Gestire i requisiti richiede l'adozione di un metodo e di un linguaggio di comunicazione che possano essere semplici e intuitivi ma che allo stesso tempo non lascino spazio a equivochi.
Poiché le attività svolte dal *Requirements Management*, ed in generale dal *Requirements Engineering*, si interfacciano con il marketing, con il customer e con il product management, è necessario che venga utilizzato un linguaggio comprensibile e alla portata di tutti.
Tale linguaggio deve essere però supportato da strumenti e documentazione che ne facilitino la comprensione e la gestione.
La comunicazione e la trasmissione delle informazioni, diventa tra l'altro un problema sempre più determinante se si fanno i conti con le nuove dinamiche di mercato che richiedono una connessione globale.
Molto spesso, senza un linguaggio e una documentazione di supporto adatta, i confronti e gli scambi tra i diversi stakeholder coinvolti nelle attività di *Requirement Engineering* e *Requirement Management* diventano più complessi e potrebbero richiedere delle tempistiche lunghe prima che si riesca a raccogliere i requisiti necessari allo sviluppo successivo del prodotto.
Il linguaggio naturale è sicuramente il linguaggio maggiormente utilizzato in fase di raccolta dei requisiti e questo lo si deve soprattutto alle figure coinvolte in questa fase di *Pre-sale* e *Business Blueprint*, non sempre esperti in materia di sistemi software.
Per agevolare la comunicazione e lo scambio tra gli stakeholder coinvolti in fase di *Pre-Sale* nel *Requirements Engineering* e *Requirement Management*, sono spesso adoperati programmi software che costituiscono una piattaforma condivisa di comunicazione attraverso la quale è possibile mantenere la tracciabilità e il monitoraggio delle attività e dei processi descritti nei paragrafi precedenti.

2.4.1. DOORS System

Fra i più famosi software creati con lo scopo di supportare le attività di *Requirements Engineering* vi è sicuramente **DOORS** [6].

DOORS è un software IBM®, tra i più conosciuti in ambito industriale e tra i più citati in ambito accademico, che si occupa della gestione dei requisiti facilitandone le attività di supervisione e tracciabilità.

Nella sua ultima versione *Rational,* descritta in[7], DOORS dà la possibilità di creare un ambiente condivisibile e accessibile a tutti coloro che saranno coinvolti nella fase di Pre-Sale e a coloro i quali si occuperanno successivamente dello sviluppo e dell'implementazione del sistema, terminata la fase di *Requirements Engineering*.

IBM® *Rational DOORS* è un tool di gestione requisiti utilizzato per catturare, tenere traccia, analizzare e gestire i requisiti utente.

"Utilizzando la famiglia di prodotti Rational DOORS, è possibile ottimizzare la comunicazione, la collaborazione e la verifica dei requisiti in tutta la propria organizzazione e nella catena futura".

Con *Rational DOORS* è possibile utilizzare un browser Web tramite il quale, attraverso un *Web Access*, si avrà accesso a tutti i requisiti che sono stati raccolti, durante l'*elicitation* o durante lo sviluppo del sistema, i quali sono memorizzati all'interno di un database.

Rational Doors offre anche la possibilità, a qualunque utente ne abbia diritto, di effettuare delle modifiche sui requisiti finora definiti attraverso un sistema di proposta delle modifiche o attraverso *workflow* di controllo che prevedono anche una logica di integrazione delle modifiche e di gestione degli impatti della modifica di un requisito su di altri.

Attraverso il formato *Requirements Interchange Format* (RIF) è possibile coinvolgere direttamente, nell'attività di gestione dei requisiti, fornitori e partner di sviluppo.

Inoltre, i requisiti possono essere collegati ad elementi di progettazione, a piani di test, a scenari di test e ad altri requisiti al fine di favorirne la tracciabilità.

Chiunque sia coinvolto nell'attività di *Requirements Management* può collaborare con le altre figure, quali utenti aziendali, responsabili marketing o ingegneri di sistema per discutere insieme i *System Requirements*.

Rational DOORS può integrarsi ad altri sistemi tra cui *Rational Requirements Composer*, *Rational Rapsody*, *Rational Quality Manager*, *Rational Focus Point* e *Rational System Architect* e altre soluzioni così da dare un sistema di tracciabilità completo.

Tra i benefici di *Rational DOORS*, vi è la possibilità di impostare dei *template* che diano una guida alla struttura delle informazioni. Ogni requisito può essere connesso a una determinata categoria di requisito: funzionale e non funzionale.

Viene fornito un sistema di requisiti per cui ad ogni requisito è possibile riferire il suo costo, il suo stato, il suo rischio e la sua priorità oltre che altre informazioni ritenute importanti.

Con la tecnologia DOORS, il team di progetto e gli stakeholder coinvolti potranno accedere alle ultime informazioni e modifiche. Il formato delle informazioni originarie viene mantenuto. I contenuti e le annotazioni possono essere filtrate e le annotazioni sul rischio, sulle priorità e sulla categoria di requisito potranno essere visualizzate.

In questo modo l'analisi è più veloce e l'informazione è più consistente ed accurata.

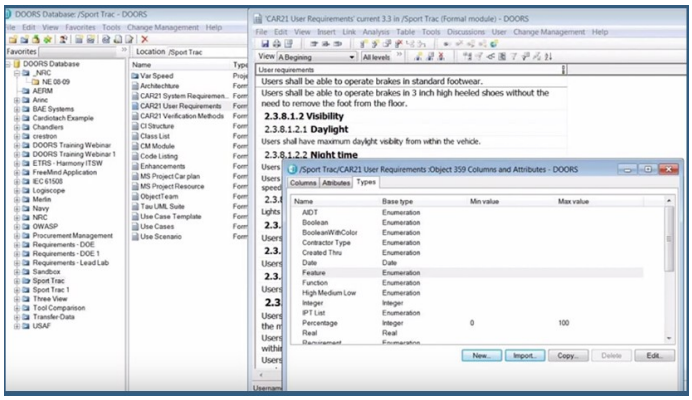


Figura 1. Esempio di interfaccia del software DOORS, da [7]

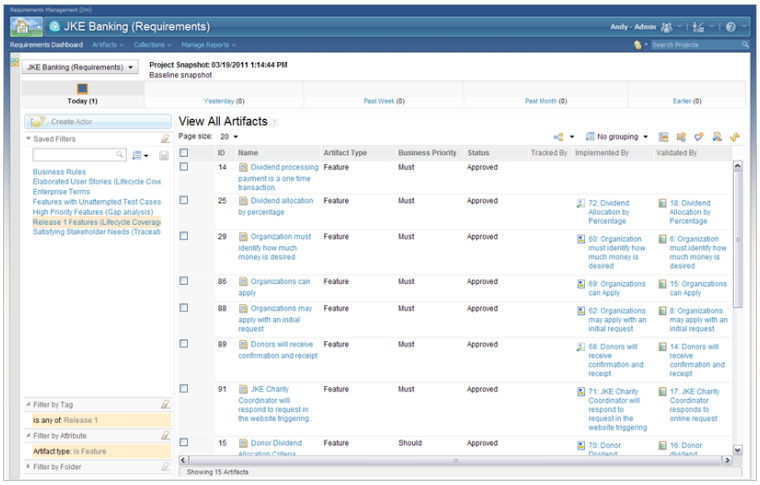


Figura 2. Esempio di interfaccia del software DOORS, da [52]

Altro beneficio di tale software è sicuramente la tracciabilità.
In *Rational DOORS next Generation*, gli utenti possono osservare l'interazione tra i vari requisiti, definire le correlazioni e possono rispondere ai requisiti di più alto livello semplicemente usando una funzione *drag-and-drop*.
Le relazioni visualizzabili non sono solo relative ai requisiti ma mostrano anche link tra team di lavoro, architetture, progettazioni e piani di test. Queste relazioni possono essere visualizzate in delle colonne, a fianco a delle annotazioni.
Qualsiasi cambiamento o modifica al requisito potrà essere visualizzato immediatamente e con esso anche l'impatto che genera, sulla base della correlazione con altri requisiti.
Nonostante sembra sia stato raggiunto l'accordo sui requisiti definiti dagli stakeholder coinvolti, è possibile che il cliente scelga di modificarne alcuni subito dopo la fase di negoziazione. Le cause che giustificano tali decisioni possono essere legate a problemi di budget, problemi tecnici o problemi ingegneristici nell'implementazione o sviluppo delle funzionalità derivanti dal requisito modificato.
Tramite *Rational Doors*, gestire tali modifiche diventa più facile come anche prevedere, sulla base dei dati raccolti, su quali artefatti queste verranno effettuate.
Rational DOORS ha la funzione, quindi, di facilitare la gestione dei dati relativi ai requisiti, creare dei collegamenti tra i requisiti e consentire di effettuare delle annotazioni o aggiunte senza modificare la struttura data originariamente ai requisiti.

2.4.2. Caliber System

Un altro software che, come *DOORS*, si occupa della gestione dei requisiti è **Caliber®**.

Le funzionalità previste da Caliber sono molto simili a quelle del software IBM®. Questo infatti possiede[35]:

- **Repository centralizzato**: Caliber fornisce un repository centrale e sicuro per tutti i requisiti di progetto.
- **Visualizzazione dei requisiti**: Caliber combina casi d'uso visivi, scenari aziendali, storyboard e simulazione interattiva tramite un'interfaccia del browser dal client *CaliberRM*.
- **Analisi degli impatti e tracciabilità dei requisiti**: l'architettura aperta di *Caliber* lascia linkare le relazioni fra obiettivi attraverso i requisiti di business
- **Modifica *Rich Text***: utilizzare l'editor *Rich Text* per inserire i requisiti nel modo desiderato, comprese gerarchie strutturate, tabelle, grafici, immagini o qualsiasi oggetto come documenti, fogli di calcolo e presentazioni
- **Gestione della configurazione e delle modifiche dei requisiti**: ogni requisito modificato è automaticamente aggiornato.
- **Integrazione per l'intero ciclo di vita**: *Caliber* ha un'architettura aperta e Application Programming Interface (API) robuste per consentire l'integrazione immediata con gli strumenti esistenti.
- **Modifiche di notifiche e tracciabilità**: *Caliber* notifica la riga di comando del progetto ogni volta che viene cambiata una definizione dei requisiti in modo da poter adottare le giuste contromisure.

Avere a disposizione questa tipologia di strumenti, fornisce la possibilità di possedere una storicizzazione dei requisiti di ogni progetto in quanto i software sopracitati consento la memorizzazione di tutti i dati connessi al requisito, forniscono la possibilità di osservare l'interconnessione tra i requisiti e quindi gli impatti che hanno sui requisiti connessi e, per ultimo, consentono di avere una condivisione delle informazioni fra tutti gli stakeholder coinvolti.

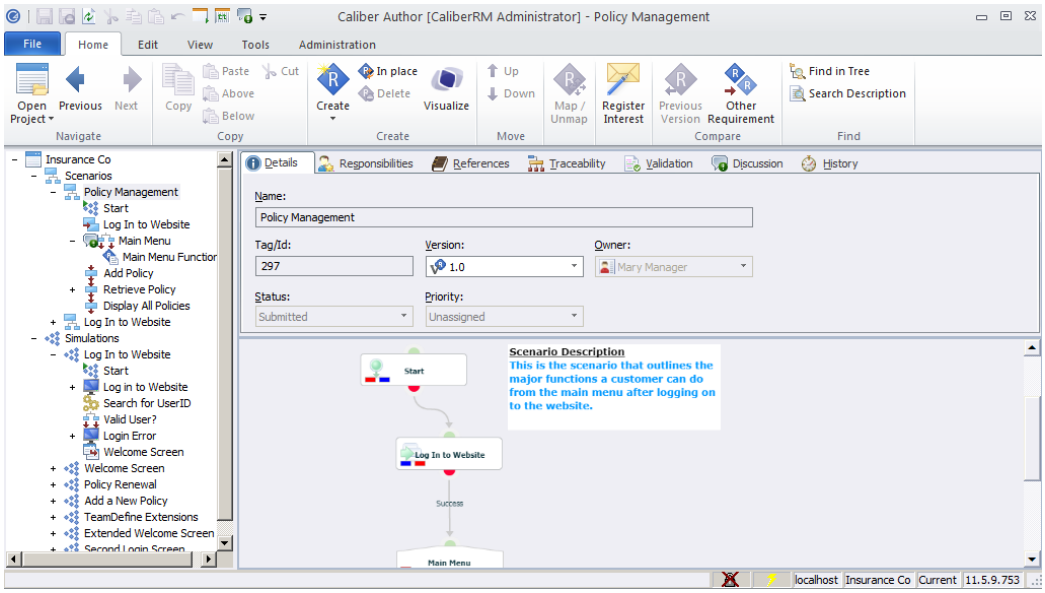


Figura 3. Esempio di interfaccia del software Caliber, da [35]

2.5. Standard per il Requirements Engineering

In materia *Requirements Engineering* esistono diversi standard che hanno lo scopo di definire gli attributi che i requisiti dovranno avere per essere definiti tali e quali pratiche adottare per organizzarli. Di seguito verranno introdotti due tra gli standard più noti: il *Capability Maturity Model* e lo *Standard 1233-1996*.

2.5.1. Capability Maturity Model (CMM)

Il *Capability Maturity Model* è uno standard nato per verificare il livello di maturità dei processi di un'azienda e valutarne l'esistenza di un processo di tracciabilità delle attività e le pratiche che la contraddistinguono.

Il *CMM* è costituito da circa 22 categorie di processo, raggruppate in:

- *Project management*
- *Process Management*
- *Engineering*
- *Support*

Il CMMI definisce dei Livelli di Capacità e dei livelli di Maturità, come descritto anche in [8].

I **livelli di capacità** si riferiscono al percorso che aiuta le organizzazioni ad applicare un miglioramento incrementale ai processi che corrispondono a una data area di processo

I **livelli di maturità** sono relativi al percorso che aiuta le organizzazioni ad applicare miglioramenti in una serie di processi correlati affrontando, in modo incrementale, successive serie di aree di processo.

Il motivo per cui il *CMM* torna utile, anche in materia di requisiti, è dato dal fatto che offre alle aziende, e alle organizzazioni in generale, indicazioni circa le attività da svolgere per ottimizzare e migliorare le pratiche eseguite in materia di *Requirements Engineering*.

Nella sezione relativa ai requisiti del *Capability Maturity Model* sono identificare due aree di processo [9]:

- *Requirements Management (REQM)*
- *Requirement Development (RD)*

La **Gestione dei requisiti,** nella gestione di progetto, è un'area di processo al livello 2 di maturità. L'obiettivo di quest'area è gestire i requisiti di progetto e assicurare l'allineamento con i piani di progetto e i *work product*.

I processi di gestione dei requisiti gestiscono tutti i requisiti ricevuti o generati dal progetto, compresi i requisiti tecnici e non tecnici, nonché i requisiti imposti sul progetto dall'organizzazione. In particolare, se l'area dei processi di sviluppo dei requisiti è implementata, i suoi processi genereranno i requisiti di prodotti e dei componenti che dovranno comunque essere gestiti dai processi di gestione dei requisiti.

Lo **Sviluppo dei requisiti** è un'area di processo con livello di maturità 3, il suo scopo è estrapolare, analizzare e stabilire i requisiti del cliente, di prodotto e dei componenti di prodotto.

Il *Requirements Management* (o Gestione dei Requisiti) ha come obiettivo:

- Gestire tutte le modifiche ai requisiti
- Mantenere le relazioni tra i requisiti, i piani di progetto, e i *work product*
- Identificare le inconsistenze fra i requisiti, i piani di progetto e i *work product*
- Prendere azioni correttive

Le pratiche del *Requirements Management* sono:

- Ottenere una comprensione dei requisiti: vuol dire sviluppare una comprensione con chi fornisce i requisiti sul loro significato.
- Ottenere l'impegno per i requisiti: ottenere un impegno per i requisiti dai partecipanti al progetto.
- Gestire le modifiche dei requisiti: gestire come questi evolvono durante il progetto
- Mantenere una tracciabilità bidirezionale dei requisiti: Tale pratica consente di tenere traccia dei requisiti evidenziandone la connessione con quelli derivati e la relazione con funzioni, interfacce, oggetti, persone, processi e work products oltre che rilevarne i conflitti.

Il *Requirements Development* (Sviluppo dei Requisiti) ha come obiettivi:

- **Sviluppo dei requisiti del cliente (*Develop Customer Requirements*)**
- **Sviluppare i requisiti di prodotto**
- **Analizzare e validare i requisiti**

Le pratiche di ***Develop Customer Requirements,*** secondo [9], sono:

- *Elicit Needs*: In questa fase vengono espressi i bisogni, gli obiettivi i vincoli e le interfacce volute dal cliente per l'intero ciclo di vita del prodotto. Non vengono semplicemente espressi e raggruppati in requisiti ma durante tale pratica è possibile far emerge requisiti aggiuntivi che influenzeranno le diverse attività del ciclo di vita del prodotto.
- *Sviluppa i requisiti del cliente*: Serve a tradurre in requisiti i bisogni, le aspettative, i vincoli e le interfacce espresse dal cliente. Dovranno essere definiti gli input, dovranno essere rintracciate tutte le informazioni nascoste, bisognerà eliminare ogni forma di incongruenza raccogliendo i requisiti in un formato di documenti adeguato. I requisiti potranno includere bisogni, aspettative e vincoli che dovranno essere verificati e analizzati in fase di validazione. Quindi i *work-product* dell'*elicitation* sono: i requisiti, i vincoli del cliente usati come guida nella fase di verifica e i vincoli del cliente usati in fase di validazione.

Le pratiche di **sviluppo dei requisiti di prodotto** sono:

- *Stabilire i requisiti di prodotto e dei componenti di prodotto*: In seguito alla raccolta dei requisiti del cliente, che quasi sempre sono espresse attraverso un linguaggio naturale e non tecnico, bisognerà tradurre tali requisiti in requisiti di prodotto. Bisogna quindi precisare i requisiti di componenti e di prodotti. I requisiti di prodotto saranno i requisiti del cliente espressi in termini tecnici che saranno utilizzati per le decisioni di progettazione. I work product tipici sono: requisiti derivati, requisiti di prodotto e requisiti di componenti di prodotto. Le sotto-pratiche sono:
    a. Definizione dei requisiti cliente in requisiti di prodotto tramite l'utilizzo di termini tecnici necessari ai fini di una più precisa e chiara progettazione.
    b. Derivare nuovi requisiti dalle decisioni che emergono durante la fase di design del sistema.
    c. Definire le relazioni che intercorrono tra i requisiti in modo tale da tenere traccia di eventuali modifiche e delle allocazioni o assegnazioni dei requisiti.
- *Allocare i requisiti per ogni componente:* È una pratica che si occupa di dare soluzioni tecniche, per le diverse aree di processo, in relazione alle informazioni ricevute tramite la raccolta dei requisiti così da riuscire ad allocare ognuno di essi a prodotti e componenti del prodotto. Queste pratiche strutturano la distribuzione dei requisiti delle diverse aree di processo facendo i conti con le pratiche che caratterizzano queste ultime. I Work-product dell'area sono: schede di allocazione dei requisiti, previsione dell'assegnazione dei requisiti,

i vincoli di progettazione, i requisiti derivati, relazioni fra i requisiti derivati. Le sotto-pratiche sono:

a. Assegnare i requisiti alle funzioni appropriate.
b. Assegnare i requisiti ai componenti di prodotto corrispondenti.
c. Individuare i vincoli di progetto relativi ad ogni componente di prodotto.
d. Registrare, tramite opportuna documentazione, le interconnessioni esistenti tra i vari requisiti assegnati.

- *Identificare i requisiti di interfaccia*: È necessario analizzare quali sono le interfacce che esistono tra oggetti o funzioni. Le interfacce che comunicano con le funzionalità del sistema possono dare lo spunto per nuove soluzioni alternative di sviluppo. I work- product tipici sono: i requisiti di interfaccia. Le sotto-pratiche di tale pratica sono:
  a. Riconoscere quali sono le interfacce di un prodotto, sia quelle interne che quelle esterne. Alcune di queste potrebbero includere le interfacce di apparecchiature di prova, di sistemi di trasporto, di sistemi di supporto o impianti di produzione.
  b. Sviluppare i requisiti per identificare le interfacce. Qualora si riscontrasse la necessità di precisare ulteriori informazioni circa le interfacce di processo, durante la progettazione, sarebbe bene fare riferimento all'area "soluzione tecnica". Le interfacce per essere definite hanno bisogno di requisiti che diano informazioni circa l'origine, la destinazione, l'input, le caratteristiche dei dati per il software e le caratteristiche elettriche e meccaniche per l'hardware.

Le pratiche per **analizzare e validare i requisiti** sono:

- *Stabilire concetti e scenari operativi*: Tramite la descrizione di uno scenario è possibile definire i requisiti ad esso connessi sulla base delle pratiche che lo caratterizzano, dà quindi un'idea della sequenza di eventi che le funzionalità del sistema dovranno supportare. Lo scenario dà un'idea su come il sistema potrebbe funzionare così da facilitare l'estrapolazione dei needs degli stakeholder. Il concetto operativo invece è diverso a seconda del tipo di scenario che si viene a delineare per ogni sistema, e dal tipo di progettazione che se ne è stabilita. Via via che si scende nel dettaglio dei requisiti, i quali verranno precisati in specifiche sempre più puntuali, verranno a perfezionarsi anche i concetti operativi. I work-product tipici sono i concetti operativi, l'installazione di prodotto o di componente, concetti operativi di manutenzione e supporto, concetti di disposizioni, use cases, timelines di scenario e nuovi requisiti. Le sotto-pratiche sono:
  a. Definire i concetti operativi e gli scenari sulla base delle funzionalità, delle performance, della manutenzione, del supporto e disposizioni appropriate. Riconoscere gli scenari e i concetti operativi che caratterizzano un determinato ambiente fornisce dettagli circa i bisogni, le aspettative e i vincoli del cliente che delineano le funzionalità del sistema che dovrà essere sviluppato.
  b. Avere una descrizione dettagliata dell'ambiente all'interno del quale il sistema sarà implementato così da riconoscerne i vincoli e i confini.
  c. Revisionare gli scenari e i concetti operativi per intercettare e perfezionare i requisiti.
- *Stabilire una definizione delle funzionalità richieste:* Concordare e conservare una definizione delle funzionalità richieste. L'analisi funzionale stabilisce le funzionalità che il sistema da sviluppare dovrà offrire all'utente. Questa fornisce le attività, gli input, le sequenze che dovranno essere soddisfatte per far si che l'utente possa soddisfare il cliente e le sue esigenze.

Non devono essere orientate al progetto software e alle tecniche di implementazione, l'analisi funzionale deve creare dei raggruppamenti logici e delle associazioni tra i requisiti che siano la base dell'architettura funzionale. Tipici Work Products sono le architetture funzionali, diagrammi delle attività e use-case e le analisi obiettivo-orientato con servizi o metodi identificati. Le sotto-pratiche sono:

a. Analizzare e quantificare le funzionalità richieste dall'utente
b. Definire delle partizioni logiche o funzionali sulla base di un'esaminazione dei requisiti.
c. Al fine di agevolare e di condurre l'analisi dei requisiti con attenzione, è bene classificare i requisiti in gruppi, sulla base di criteri che sono stati definiti in partenza (per es. funzionalità simili, performance o accoppiamento).
d. Individuare le attività che sono critiche per via delle tempistiche di definizione e sviluppo del prodotto o del componente di prodotto.
e. Collegare i requisiti del cliente ad aree funzionali come anche gli obiettivi, le persone o gli elementi di supporto che sono di sostegno alla definizione delle soluzioni del sistema.
f. Assegnare requisiti funzionali e di performance ai requisiti e alle sotto-funzioni.

- *Analizzare i requisiti:* Esaminare che i requisiti che sono stati fino ad ora raccolti siano necessari e sufficienti. Vengono analizzati i requisiti dei livelli più bassi per constatare se quelli definiti fino ad ora sono idonei a soddisfare gli obiettivi dei livelli più alti corrispondenti. Bisognerà comprendere gli obiettivi e le necessità soddisfatte dai requisiti di dettaglio e quali sono quelli critici di cui mantenere traccia per monitorare i processi di sviluppo. I Work Products tipici sono i report di difetti dei requisiti; le proposte di modifiche dei requisiti per risolvere i difetti; i requisiti chiave; le misure tecniche di performance. Le sotto-pratiche sono:

  a. Esaminare le esigenze, le aspettative, i vincoli e le interfacce esterne relative alle parti coinvolte nel sistema per eliminare eventuali discrepanze e gestire le tematiche correlate ad esse.
  b. Esaminare se i requisiti rispondo agli obiettivi dei requisiti di più alto livello.
  c. Analizzare i requisiti per assicurarsi che siano completi, fattibili, realizzabili e verificabili.

  Mentre il design determina la fattibilità di una particolare soluzione, questa sotto-pratica si occupa di sapere quali requisiti influenzano la fattibilità.

  d. Identificare i requisiti chiave che hanno una forte influenza sui costi, schedule, funzionalità, rischio o performance
  e. Definire di quali misura di performance tenere traccia durante lo sviluppo del sistema.
  f. Analizzare i concetti operarvi e gli scenari per ridefinire i bisogni del cliente, i vincoli e le interfacce e per scoprire nuovi requisiti

- *Analizzare i requisiti per raggiungere un accordo:* Per ottenere un accordo tra vincoli e bisogni del cliente bisogna esaminare a fondo i requisiti e la loro consistenza. Questi due fattori infatti sono determinanti per guidare i costi, lo *schedule*, le funzionalità, i componenti riutilizzabili, la manutentibilità e i rischi. Il Work Products è l'*assessment* dei rischi relativi ai requisiti. Le sotto-pratiche sono:

a. Il compromesso tra vincoli e needs può essere valutato utilizzando dei modelli, delle simulazioni o prototipi già esistenti che rispecchiano lo scenario desiderato.
b. Effettuare un *assessment* al fine di valutare i rischi connessi ai requisiti e all'architettura funzionale.
c. Studiare le fasi fondamentali del ciclo di vita del prodotto per riuscire a comprendere i possibili impatti dovuti ai rischi che potrebbero verificarsi e impattare quindi sui requisiti.

- *Validare i requisiti:* È una pratica che permetterà una corretta implementazione del sistema al fine di far sì che questo risponda alle esigenze dell'utente finale. Questa validazione coinvolge infatti gli utenti che sfrutteranno tali funzionalità di sistema per evitare che lo sviluppo si avvii con eventuali conflitti irrisolti e per assicurare e al cliente e agli sviluppatori che lo sviluppo verrà condotto con i migliori presupposti. Questa attività dovrà essere integrata con quella di *risk management*. Esempi di tecniche usate per la validazione dei requisiti include analisi; simulazioni, prototipi e dimostrazioni. Il Work Product tipico è la registrazione dei metodi di analisi e dei risultati. Le sotto-pratiche sono:
    a. Controllare ed esaminare i requisiti per valutare gli eventuali rischi che potrebbero verificarsi qualora il sistema non funzioni come dovrebbe nell'ambiente in cui sarà implementato.
    b. In seguito allo sviluppo di rappresentazioni, come prototipi, simulazioni o storyboard, del prodotto da fornire e sulla base dei feedback ricevuti è possibile indagare circa la consistenza e la robustezza dei requisiti fino ad ora raccolti.
    c. Con il procedere dello sviluppo del sistema, giudicare le funzionalità intercettate dalla progettazione e valutarle nel contesto in cui il sistema sarà inserito per ricevere convalida dal cliente o per far emergere requisiti che non erano emersi fino ad ora.

2.5.2. STD 1233-1996: Guida per lo sviluppo di specifiche dei requisiti di sistema

Mentre *il Capability Maturity Model* definisce lo stato di maturità di una azienda sulla base delle pratiche adottate nei vari ambiti di gestione, in questo caso approfondito per il *Requierments Engineering,* lo Std 1233-1996 ci spiega più in dettaglio come le pratiche dovrebbero essere implementate, con uno sguardo ai metodi e agli approcci da utilizzare nei differenti contesti organizzativi.

Lo standard fornisce una guida per lo sviluppo di un set di requisiti che, quando realizzati, soddisferanno un bisogno espresso. Secondo lo Std 1233-1996 sviluppare un sistema di specificazione dei requisiti vuol dire fornire l'identificazione, l'organizzazione, la presentazione e la modifica dei requisiti [10]. La guida fornita dallo standard ha come obiettivo quello di definire un approccio per incorporare nelle specifiche di prodotto o progetto i concetti operativi, i vincoli di progettazione e i requisiti di configurazione.

Tramite il sistema di specificazione dei requisiti, è definito ciò che il cliente si aspetta dal prodotto, l'ambiente previsto dal sistema, il profilo di utilizzo del sistema, i suoi parametri di prestazione e la qualità e l'efficacia desiderata e prevista.

La guida fornisce anche una chiara distinzione fra i requisiti di sistema (cosa la macchina deve fare) contenuta nel *System Requirements Specification* (SyRS) e i requisiti di processo (come costruire il sistema) che dovrebbe essere contenuto nei documenti del contratto come una dichiarazione di lavori.

Le proprietà che dovrebbe avere la collezione dei requisiti sono, secondo [10]:

a) *Un set unico*: ogni requisito dovrebbe essere definito solo una volta
b) *Normalizzato*: i requisiti non dovrebbero sovrapporsi, cioè, non dovrebbero riferirsi ad altri requisiti o a capacità di altri requisiti
c) *Set collegato*: relazioni esplicite dovrebbero essere definite fra requisiti individuali per mostrare come i requisiti sono relazionati per formare un sistema completo
d) *Completo*: un Sistema di specifica dei Requisiti dovrebbe includere tutti i requisiti identificati dal cliente così come tutti quelli necessari per la definizione del sistema
e) *Consistente*: il contenuto di un Sistema di specifica dei Requisiti dovrebbe essere consistente e non contraddittorio nel livello di dettaglio, nello stile della definizione dei requisiti e nella presentazione del materiale
f) *Confinato*: i confini, scopi e il contesto per il set di requisiti dovrebbe essere definito.
g) *Modificabile*: il Sistema di specifica dei requisiti dovrebbe essere modificabile. La chiarezza e l'assenza di sovrapposizione dei requisiti contribuisce in tal senso
h) *Configurabile*: Le versioni devono essere mantenute nel tempo e tra le diverse istanze del Sistema di specifiche dei requisiti
i) *Granulare*: questo dovrebbe essere il livello di astrazione per il sistema che viene definito.

L'attività di Specifica dei Requisiti dovrebbe offrire agli analisti una documentazione finale che descriva in modo robusto l'ambiente in cui il sistema dovrà operare definendone le interfacce, gli input e gli output e come questi siano connessi l'un l'altro. Il *System Requirements* fornirà quindi tali informazioni, in modo organizzato e sottoforma di requisiti, al cliente.
Una delle attività che deve prevedere la stesura del sistema di specifica dei requisiti è: ***Organizzare i requisiti.***
Compito dell'analista è cogliere i bisogni fondamentali del cliente mentre compito della comunità tecnica è quello di formulare i requisiti in modo appropriato, organizzarli e classificarli rispetto a dei criteri stabiliti in partenza. Contemporaneamente all'organizzazione dei requisiti, l'analista dovrebbe intuire i requisiti tecnici che ne derivano senza però deviare dalla comprensione delle reali esigenze del cliente e quindi non affermare in maniera preventiva alcun approccio di implementazione. Molto spesso concentrarsi sulla possibile implementazione del sistema potrebbe condurre a una definizione dei requisiti scorretta.
I requisiti che dovranno essere in grado di definire l'ambiente del sistema, le interazioni con esso, le caratteristiche operative, i parametri di performance e i valori attesi, dovranno essere documentati in modo tale da permettere sia al cliente che alla comunità tecnica di:

a) Identificare i requisiti che sono derivati da altri requisiti
b) Organizzare i requisiti di differenti livelli di dettaglio nei livelli appropriati
c) Verificare la completezza del set di requisiti
d) Identificare le inconsistenze tra i requisiti
e) Identificare chiaramente le capacità, le condizioni e i vincoli per ogni requisito
f) Sviluppare una comprensione comune con il cliente degli scopi e degli obiettivi del set di requisiti
g) Identificare i requisiti che completeranno il sistema di specificazione dei requisiti

Per quanto riguarda gli interlocutori coinvolti, il sistema di specificazione dei requisiti ha, secondo [10], sostanzialmente due destinatari della sua documentazione: **Cliente** e **Comunità Tecnica.**

Il termine *Cliente* può includere il cliente del sistema proposto, il finanziatore del progetto, colui che accetta e che firmerà la consegna e i dirigenti che saranno responsabili della supervisione dell'implementazione, del funzionamento e della manutenzione del sistema.
Molto spesso il cliente, seppure esperto nella sua area di competenza, non è in grado di comprendere i tecnicismi che emergono nella stesura dei requisiti, per questo è necessario definire un Sistema di specifiche dei requisiti che li renda comprensibili a chiunque, utilizzare un linguaggio che sia: completo, conciso e chiaro.
La *Comunità Tecnica* dovrà ricevere, grazie al sistema di specifica dei requisiti, i requisiti del cliente. Fanno parte di questo gruppo gli analisti, estimatori, progettisti, impiegati per la garanzia della qualità, certificatori, sviluppatori, ingegneri, integratori, tester, manutentori e fabbricatori. Per questi il sistema dovrà essere in grado di fornire informazioni tecnicamente precise e presentato in un formalismo dal quale potranno essere in grado di progettare, costruire e testare il sistema richiesto.
I benefici che una corretta definizione del System Requirements Specification comporta sono[10]:

a) Assicurare al cliente che la comunità tecnica capisca i bisogni del cliente e risponda ad esse
b) Una opportunità iniziale per feedback bidirezionali fra il cliente e la comunità tecnica
c) Un metodo per il cliente e la comunità tecnica per identificare i problemi e le incomprensioni e allo stesso tempo che non sia troppo dispendioso per correggerli.
d) Una base per la qualificazione dei sistemi per stabilire che il sistema incontri i bisogni del cliente
e) Protezione per la comunità tecnica fornendo una baseline per le capacità del sistema e una base per determinare quando la costruzione di un sistema completo.
f) Supporto per le attività di pianificazione, progettazione e sviluppo del programma dello sviluppatore
g) Aiuta a valutare gli effetti delle inevitabili modifiche ai requisiti
h) Maggiore protezione contro i malintesi dei clienti e della comunità tecnica man mano che lo sviluppo procede

I requisiti, secondo lo Std 1233-1996, generalmente non sono statici anzi sono sottoposti a continue modifiche per cui è bene verificare che quest'ultime o eventuali nuovi requisiti non alterino l'idea iniziale e gli obiettivi del sistema.
Il Sistema di specifica dei requisiti (SyRS) in genere si interfaccia con tre agenti esterni: il cliente, l'ambiente e la comunità tecnica. Lo schema proposto dallo standard è il seguente:

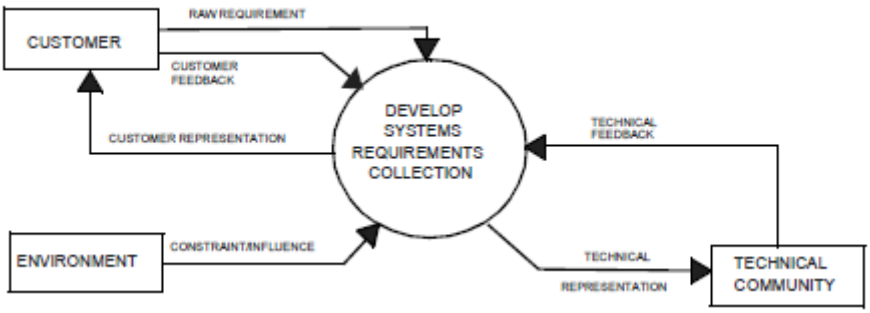


Figura 4. Contesto per sviluppare un System Requirements Specification, da [10]

Customer

Sono i *driver* del sistema e gli scambi che li vedono coinvolti con il *SyRE* riguardano:

- Requisiti grezzi: inizialmente il cliente ha un'idea del problema da risolvere o del processo da migliorare e in questa fase i concetti sono confusi e non strutturati. I requisiti devono essere mescolati con idee o suggerimenti per la progettazione futura. Questi requisiti grezzi sono spesso espressi in documenti iniziali simili ai seguenti:
    - Concezione delle operazioni
    - Concezione del sistema
    - Specificazioni di marketing
    - Richiesta di una proposta
    - Interfacce esterne di sistema
- Rappresentazioni al cliente: Il feedback al cliente include rappresentazioni di SyRS e lo scambio di informazioni tecniche o di comunicazioni che chiariscano e /o confermino i requisiti.
- Feedback del cliente: comprende l'aggiornamento di obiettivi, i problemi, i bisogni del cliente e le modifiche per quanto concerne comunicazioni di interscambio tecnico e identificare nuovi requisiti.

Ambiente

Anche l'ambiente può influenzare implicitamente o esplicitamente un sistema di requisiti. Qualora l'ambiente sia così determinante in tale attività è bene che sia il cliente che gli analisti definiscano quali influenze potrebbero incidere sul sistema futuro. Le influenze di un sistema possono essere classificate in:

a) Politiche
b) Di mercato
c) Standards o politiche tecniche
d) Culturali
e) Organizzative
f) Fisiche

Comunità tecnica

È composta da coloro i quali sono impegnati nelle attività di implementazione, integrazione, test, manifattura, consegna del sistema. Se queste figure vengono interpellate sin da subito vi è la possibilità di ridurre errori e le modifiche ai requisiti

La rappresentazione dei requisiti può includere scambi tecnici o comunicazioni che chiarificano o confermano i requisiti.

La comunità tecnica durante le varie attività può fornire dei feedback che modificano il set dei requisiti iniziali. Altri feedback della community tecnica potrebbero fornire ai clienti le funzionalità di sistema più recenti, tecnologie imminenti e approfondimento sui metodi di implementazione avanzati.

2.6. Linguaggio per la documentazione dei requisiti

Il linguaggio con cui vengono esposti e documentati i requisiti è un elemento fondamentale per la riuscita del progetto o del prodotto. Il linguaggio generalmente utilizzato per la raccolta dei requisiti è un linguaggio Naturale. Il linguaggio Naturale è il linguaggio standard di comunicazione che però porta con sé delle problematiche legate alle incomprensioni e alle ambiguità in cui spesso gli stakeholder possono incorrere nell'esprimere le proprie esigenze e i propri obiettivi.

Nella maggior parte dei casi però, il linguaggio Naturale è quello più diffuso, soprattutto in fase di *Elicitation,* in quanto consente una comunicazione più fluida e spogliata di tecnicismi che potrebbero rendere più complicata tale attività o che potrebbero non essere compresi da tutti i partecipanti a questa fase.
La fase di *Elicitation*, infatti, quasi sempre coinvolge personale non tecnico o specializzato, quali *accounting manager o financial manager*, per cui utilizzare un linguaggio diverso da quello Naturale o un linguaggio che comporti possedere delle competenze in campo software o di information system, potrebbe essere fuorviante ai fini del reperimento delle informazioni che consentiranno agli analisti funzionali di proporre un prodotto consono alle esigenze del cliente.
Il Linguaggio Naturale però, se da un lato facilita la comunicazione con il cliente, d'altra parte lascia spazio a interpretazioni differenti una volta che i requisiti raccolti dovranno essere sfruttati nella successiva analisi funzionale per definire quelle che saranno le funzionalità del prodotto.
In tema di linguaggi e di codifica dei requisiti raccolti, la ricerca ha condotto numerosi studi che hanno portato alla formulazione di "integrate multiple Natural Language Processing (NLP) techniques" per categorizzare i requisiti, rilevare potenziali conflitti fra di essi e identificare le entità organizzative impattate come i sistemi IT, i processi di business e le unità organizzative[11].
L'approccio indicato nello studio di I.Deniz e A.Reijers, fornisce la possibilità di far emergere i conflitti presenti tra i requisiti raccolti in fase di *Elicitation*. La procedura, secondo [11] consta di 10 attività:

1. *Preparare gli Input*: Gli input della procedura sono i requisiti testuali di business e la descrizione dei modelli di processo e del contesto organizzativo. Questi requisiti e i modelli di processo vengono tradotti in linguaggio naturale. Vengono quindi estratti gli elementi del processo di modello e rappresentati come un set di frasi espresse in linguaggio naturale.
2. *Identificare oggetto-soggetto-verbo*: Tramite lo *Stanford Parser* viene analizzata la struttura grammaticale dei requisiti definiti e identificata la descrizione delle attività estratte dai modelli di processo. Viene quindi definita la dipendenza tra le parole utilizzate per identificare soggetto, verbo e oggetto della frase che descrive il requisito e le attività di processo.
3. *Lemmatizzazione*: è il processo di trasformazione di una parola in forma di dizionario, chiamata lemma. Così vengono rappresentate le frasi e le espressioni come *bags-of-words*.
4. *Rimuovere Stop Words*: in questo step, ripuliamo il *bags-of-words* rimuovendo le *stop words*. *Stop words* sono le più comuni parole usate in inglese, che hanno un potere descrittivo debole come "*the*", *"a"*, e *"at"*.
5. *Calcolare la frequenza dei termini*: In questo step verrà valutata il potere descrittivo di ogni parola nella definizione dei requisiti, nelle etichette delle attività o nella loro descrizione. Se ne calcolerà la frequenza di utilizzo per conoscerne il potere descrittivo.
6. *Riconoscimento dell'entità denominata*: Tramite un'analisi del contesto semantico, in questa fase vengono identificati i termini specifici utilizzati all'interno dell'organizzazione, indicanti ad esempio i nomi dei sistemi IT utilizzati.
7. *Confronto dei set di oggetto-soggetto-verbo*: Con l'utilizzo del linguaggio naturale spesso possono confondersi soggetto e oggetto di un requisito di business. Quindi per effettuare dei confronti fra i requisiti definiti, utilizziamo sia il set degli oggetti che dei soggetti. Il confronto coinvolge anche il set di verbi e viene effettuato tramite il calcolo della variante dell'indice JACCARD che consente di osservare la relazione tra soggetti, verbi e oggetti e i requisiti raccolti.

8. *Calcolare la somiglianza del coseno*: Viene calcolata la somiglianza tra i requisiti e i modelli di processo tramite i Tf-Idf (term frequency-inverse document frequency), attraverso la somiglianza di coseno. Per ogni confronto sono creati due vettori, uno per identificare le etichette delle attività di processo l'altro per le dichiarazioni dei requisiti.
9. *Confronta i set di entità di contesto locale semantico*: In questa fase di confronto, si confrontano le serie di entità di contesto locale dei requisiti e i modelli di processo.
10. *Aggregare le misure simili*: Le varie misure vengono poi aggregate attraverso un'equazione lineare con una costante di peso assegnata ad ognuna delle misure così da identificarne il peso sulla base dei diversi contesti nei quali questo approccio sarà utilizzato e dell'importanza che tali misure avranno in esso.

Tramite tale studio, si cerca quindi di introdurre un approccio che faciliti la Business Process Improvement fornendo capacità analitiche per rilevare e risolvere i conflitti dei requisiti, analizzare gli impatti e sviluppare piani attivabili di Business Process Improvement.

A partire dalle considerazioni e dagli studi accademici fino ad ora esposti che hanno fornito una visione circa i fondamenti del Requirement Engineering in generale e le sue criticità, è il caso di approfondire quali sono gli strumenti che per ognuna delle sue fasi sono maggiormente utilizzati e dai quali è stato preso spunto per realizzare uno strumento, utile alla fase di Pre-sale e Business Blueprint, utilizzabile e accessibile a coloro che si occupano di raccolta dei requisiti presso il Competence Center di Automation&Control.

3. Il *Requirements Engineering*

Le criticità che il *Requirements Engineering* si trova a dover fronteggiare sono la ricerca e la creazione di un metodo che faciliti la comprensione e l'elaborazione dei *Customer Requirements* e di uno strumento che permetta una buona documentazione dei requisiti.

Quello che ad oggi la letteratura accademica propone sono principalmente indicazioni circa l'approccio da adottare per il *Requirements Engineering* senza però dare una ricetta univoca ma suggerendo di adattare tali indicazioni al contesto nel quale si vuole intervenire per il miglioramento o l'introduzione di un nuovo sistema software e non solo.

Un altro problema non indifferente è legato alla "ignoranza", in senso lato, dei clienti, i quali spesso non hanno piena consapevolezza delle loro aspettative circa il sistema che richiedono e gli utilizzi che se ne vorranno fare. Avere un metodo e degli strumenti che rendano esplicite tali esigenze, vuol dire dar vita a delle pratiche che non solo siano chiare e accessibili a chiunque ma che allo stesso tempo aiutino gli analisti a far emergere, tramite un approccio induttivo, i reali *needs* e *pains* del cliente.

In questo capitolo, si cercherà quindi di andare ad approfondire le fasi caratterizzanti il *Requirements Engineering* e i tool più utilizzati per ognuna di queste fasi.

3.1. Identificazione delle "Requirements sources": Attori coinvolti

Al fine di riuscire ad avere una chiara idea del sistema che dovrà essere implementato all'interno del contesto e del business del cliente, è fondamentale rintracciare le fonti di informazioni adeguate che consentiranno di far emergere, in tempi rapidi, quali sono le criticità dello scenario attuale per comprendere quali benefici quest'ultimo potrà ricevere grazie all'introduzione del prodotto software che il cliente ha deciso di voler acquistare.

Come già preannunciato nel capitolo precedente, la costituzione di un team di progetto, che sia efficiente e competente, è un fattore aggiunto che potrebbe determinare il raggiungimento dell'obiettivo del cliente. In un'era dove lo scambio spesso avviene dietro una tastiera a chilometri di distanza, riuscire a designare le persone giuste, da poter reclutare per la richiesta fatta dal cliente, sarebbe un supporto anche alla facilitazione della comunicazione tra le parti coinvolte.

Secondo quanto scrive Linda A.Macaulay nel libro [12] ciò a cui per primo bisogna pensare è che, per effettuare un'attività di Eliciting Requirements, c'è bisogno di sorgenti che ci diano le informazioni di cui abbiamo bisogno. Queste fonti, che potrebbero essere individuate dalla documentazione di cui l'organizzazione richiedente sarà in possesso circa la descrizione dei processi che caratterizzano la sua realtà aziendale, saranno date principalmente dagli utenti finali o da coloro che lavorano nel contesto analizzato e che saranno i primi utilizzatori del sistema che vi sarà introdotto. Per A.Macaulay bisognerà "identificare la *autorità del cliente* e il *punto di vista dell'autorità",* per punto di vista dell'autorità si intendono tutti quegli attori che forniranno all'analista informazioni utili che serviranno ad avere una visione più precisa di alcuni ambiti del processo di business e di alcune delle sue aree. Gli attori che forniranno queste informazioni potranno essere i più svariati, dall'utente finale, al manager o addirittura, in alcuni casi, il "punto di vista" esaminato potrebbe essere quello appunto di macchinari o altri sistemi informativi, attualmente utilizzati presso il cliente, che gestiscono un repository di dati e informazioni utili allo sviluppo del sistema futuro da introdurre.

È importante chiarire che il compito degli stakeholder, che prenderanno parte al *Requirements Engineering*, non sarà solo quello di decidere quali requisiti funzionali, e non, sviluppare per il prodotto desiderato ma soprattutto riuscire a fornire e ricevere informazioni in modo tale da riuscire ad ottenere ottime prestazioni e funzioni dal sistema.

Identificare gli stakeholder di un progetto vuol dire riuscire a distinguere tra user:

- Primari: coloro i quali utilizzeranno operativamente il sistema da sviluppare
- Secondari: coloro i quali utilizzeranno il sistema raramente o tramite un intermediario
- Terziari: coloro i quali saranno influenzati dall'uso del sistema o che lo influenzeranno con il loro acquisto ma che non lo utilizzeranno mai direttamente.

Ovviamente, oltre agli stakeholder che parteciperanno alla fase di raccolta dei requisiti, ci saranno anche coloro che parteciperanno alla fase di sviluppo del sistema ma che sarebbe bene intercettare già dall'inizio in quanto le loro competenze e la loro esperienza potrebbe essere potrebbero essere determinanti per la fase di *elicitation*.

I gruppi di progettazione che potrebbero venire a costituirsi, secondo [13] Eason (1989) potrebbero essere di tre tipi:

a) *Technical Centred Design: dove i clienti commissionano e accettano il sistema e sono informati e consultati lungo il processo di progettazione*
b) *Joint Customer-Specialist Design: dove i rappresentanti utenti sono coinvolti in tutte le fasi del processo di progettazione.*
c) *User-Centred Design: dove gli esperti tecnici forniscono un servizio tecnico agli utenti e tutti gli utenti contribuiscono alla progettazione.*

Per ognuna delle tre tipologie di gruppi di progettazione sono stati individuati dei criteri per misurarne l'efficienza

Criteri di valutazione	Opzioni		
	a	b	c
Skill tecniche specifiche se necessario	*v*	*v*	*x*
Skill sociali specifiche se necessario	*x*	*v*	*v*
Utenti in grado di contribuire alla conoscenza dei compiti	*x*	*v*	*v*
Utenti in grado di definire le influenze organizzative	*x*	*v*	*v*
Utenti in grado di negoziare gli interessi	*x*	*x*	*v*
Tutti gli utenti sviluppino un senso di appartenenza	*x*	*x*	*v*
Uso pratico delle risorse	*v*	*v*	*x*
Accettabile per l'organizzazione	*v*	*v*	*x*

Tabella 3. Strutture di squadra alternative, da [13]

In generale gli Stakeholder che partecipano al ciclo di vita di un sistema software, secondo quanto descritto in [12], si divideranno tra:

- *Coloro che sono responsabili della progettazione e dello sviluppo: project manager, software designer, esperti di comunicazione, autori tecnici.*

- *Coloro che hanno un interesse finanziario, responsabili per la vendita e per l'acquisto: per esempio i business analyst, i manager marketing, e i compratori.*
- *Coloro che sono responsabili per l'introduzione e la manutenzione all'interno dell'organizzazione: ad esempio, staff di supporto e di training, ingegneri per l'installazione e gli user managers.*
- *Coloro che hanno interesse nel suo utilizzo: users managers e le classi di utente primario, secondario e terziario.*

Tutti i ruoli elencati hanno degli interessi nel buon funzionamento del sistema ed è per questo che è necessario che partecipino tutti attivamente al processo di raccolta dei requisiti. La fonte di possibili conflitti tra le parti, però, potrebbe essere legata al fatto che ognuno di questi attori ha interessi sul sistema ma li valutino ognuno con criteri differenti dall'altro. Riuscire quindi a trovare un accordo tra questi diventa, spesso, molto complicato perché le aspettative di uno potrebbero non corrispondere con quelle dell'altro.
L'identificazione degli stakeholder necessari, soprattutto in fase di *Elicitation*, è fondamentale per non prendere poi in considerazione, nelle fasi successive, dei requisiti che non saranno utili ai fini della riuscita del sistema.
L'importanza degli stakeholder coinvolti nel RE è tale da aver condotto addirittura ad un metodo di prioritizzazione degli stakeholder tramite il quale, in base all'ordine di importanza attribuita allo stakeholder, potrà essere associata la relativa importanza al requisito esposto e voluto da questo.
Una delle tecniche di identificazione degli stakeholder e della loro importanza è quella dedotta dalla classificazione di Mitchell, Agle e Wood in [14] degli stakeholders in:

1. *Latent or low salience*
2. *Expectant or moderately salient*
3. *Definitive or highly salient*

All'interno però di questi gruppi di stakeholders ogni stakeholder ha un'importanza diversa che dipende da tre attributi definiti da Mitchell, Agle e Wood:

- *Power: gli stakeholder hanno il potere di influenzare la compagnia*
- *Legitimacy: gli stakeholder hanno relazioni legittime con la compagnia*
- *Urgency: gli stakeholders hanno richieste urgenti per la compagnia*

Quindi gli stakeholder vengono identificati per comprendere quali attributi possiedono, il che vorrebbe dire possederne uno, due o tutti. Chi ne possiede uno rientra nella categoria 1 di stakeholder, chi ne possiede due fa parte della categoria 2 e chi li possiede tutti farà parte della categoria 3. Tutti gli stakeholder non hanno la stessa priorità all'interno di un gruppo quindi bisognerà valutare il peso di ciascun stakeholder in ciascun gruppo e la media del peso degli stakeholder che darà la priorità agli stakeholder del gruppo.
Indicando con s1, s2, ... s10 gli stakeholders, un esempio di suddivisione in gruppi potrebbe essere:

Low salient group	Moderate salient group	Highly salient group
s1, s4, s5	s2, s3, s7, s9	s6, s8, s10

Tabella 4. Gruppi di stakeholder, da [14]

Poiché non tutti i partecipanti al gruppo avranno la stessa importanza, tramite una scala di nove punti, verrà valutata l'importanza dello stakeholder rispetto ad un altro creando una matrice di confronto

Numerical Values	Verbal judgement
1	Equal Importance
2	Weak or Sight
3	Moderate Importance
4	Moderate Plus
5	Strong Importance
6	Strong Plus
7	Very Strong
8	Very , Very Strong
9	Extreme Importance

Tabella 5. Scala dei numeri assoluti, da [14]

Low-Salient Group	s1	s4	s5
s1	1	2	3
s4	1/2	1	4
s5	1/3	1/4	1

Tabella 6. Matrice di confronto, da [14]

A questo punto è possibile ottenere il vettore degli autovalori normalizzati che costituisce il vettore delle priorità. Per calcolare le priorità però è necessario prima valutare la ponderazione delle parti interessate. Per calcolare la priorità finale degli stakeholder dovremo moltiplicare il peso normalizzato calcolato per ogni stakeholder per il peso del gruppo a cui esso appartiene:

*Stakeholder Priority of Group 1= Calculated Stakeholder weight*Group 1 weight.*

Ogni stakeholder inoltre potrà esprimere una preferenza sull'implementazione e la validazione di un requisito attraverso una scala che si basa su due fattori: valore e urgenza.
Ogni stakeholder può quindi dare un valore da 1-5 ai requisiti del dataset.
Il peso del requisito sarà calcolato come la sommatoria del prodotto della valutazione data dallo stakeholder per la priorità dello stakeholder ricavata dalla formula precedente. Questo calcolo verrà effettuato per le due caratteristiche di valutazione, quella relativa al valore e quella relativa all'urgenza.
Il peso del requisito sarà quindi ottenuto come:

Requirement weight= (Calculated Requirement Priority based on Urgency + Calculated Requirement Priority based on Value)

Per cui da tale metodo, descritto sull'articolo di A.Prasanth, S.Valsala e S. Soomro sarà possibile dare una valutazione della priorità dello stakeholder da cui derivare la priorità dei requisiti raccolti.
Possiamo concludere che, a prescindere dall'importanza relativa che ognuno di essi possiede, gli stakeholder che dovranno prendere parte al *Requirements Engineering* e a tutto il ciclo di vita di un progetto per l'implementazione di un nuovo sistema, saranno:

- *Project Manager*: per portare il progetto a compimento sfruttando al meglio le risorse a disposizione.
- *Business/Market Analyst*: per riuscire a adottare delle strategie che possano reggere e vincere la competizione con i concorrenti.

- *User Rapresentative*: per introdurre dei cambiamenti che non stravolgano ma facciano ottenere benefici elevati
- *Technical Author*: per sviluppare materiale di apprendimento che incontri le esigenze e i bisogni dell'utente
- *System Analyst*: per ottenere in tempi rapidi le specifiche che caratterizzeranno il sistema
- *Software Designer*: utilizzerà la propria esperienza per creare ottimi sistemi attraverso le conoscenze o le tecniche più recenti e sarà in grado tramite essere di rendere riutilizzabili sistemi già in uso o già progettati

Una volta definiti i ruoli e designati gli attori che parteciperanno alle attività di *Requirements Engineering* è bene comprendere più dettagliatamente in quali attività verranno coinvolti e quali fasi caratterizzano tale processo.

3.2.Requirements Engineering Processes.

Un approccio che sia finalizzato ad una corretta e soddisfacente definizione dei requisiti, deve seguire degli step fondamentali per riuscire a portare a compimento gli obiettivi di progetto.
Come era già stato spiegato nel capitolo precedente, il *Requirements Engineering* è caratterizzato dalla successione di quattro fasi che vedono il continuo coinvolgimento degli stakeholder individuati nel paragrafo precedente.
Ognuna delle quattro fasi ha però delle finalità diverse, volte tutte al miglioramento e al perfezionamento delle informazioni relative ai requisiti e della loro organizzazione.
I processi che caratterizzano l'ingegneria dei requisiti, secondo quanto affermato in [15] da D.Pandey, A.K.Ramani, U.Suman, sono:

1. ***Elicitation***
2. ***Documentation***
3. ***Validation***
4. ***Management & Planning***

In realtà, come suggerito anche da Pohl in [4], è il caso di considerare tra i processi fondamentali, più che definirlo una sotto-attività della fase di *Elicitation*, anche quello di:

5. ***Negoziazione***

Riuscire ad avere un set di requisiti stabili nei mesi o negli anni, a seconda delle entità dei progetti, risulta essere molto complicato. Per questo possiamo dire che in realtà il *Requirements Engineering* e i suoi processi accompagnano un progetto lungo tutto il suo ciclo di vita.
Per rendere più solide e tracciabili le informazioni circa i requisiti raccolti sin dalle prime fasi, sin dal primo contatto con il cliente, è bene riuscire ad adottare degli strumenti che consentano, anche se talvolta iterativamente, di seguire tali processi in maniera quasi pedissequa.
Il Requirements Engineering quindi contiene una serie di attività di ricerca, analisi, documentazione, validazione e mantenimento dei requisiti nel tempo. Lo schema dei processi che caratterizzano tale materia ci viene proposto da D.Pandey, A.K.Ramani, U.Suman ed è il seguente:

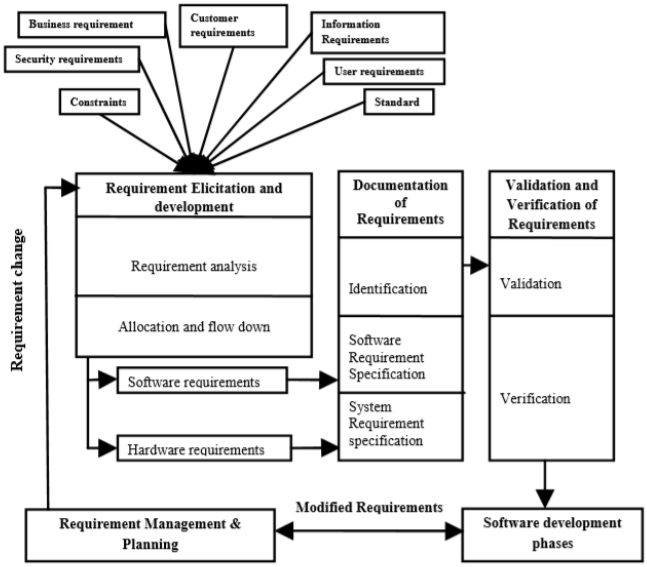


Figura 4. Modello del processo di Requirements Engineering, da [15]

La prima fase, quella di *Requirement Elicitation*, ha come obiettivo l'identificazione degli stakeholder e soprattutto il reperimento delle informazioni che saranno successivamente utili per la definizione dei requisiti, informazioni che allo stesso tempo forniranno i diversi punti di vista degli attori coinvolti circa le criticità del sistema attuale e le necessità di quello futuro. L'attività di *Elicitation* non prevede ancora una documentazione chiara dei requisiti ma cerca di far emergere quali sono i requisiti di business, quali sono i vincoli del sistema, quali sono le politiche dell'organizzazione e le relative pratiche, quali sono i requisiti di sicurezza e gli standard adottati attraverso interviste o attività di osservazione.

Attraverso un'attività di **analisi dei requisiti** sarà possibile individuare input e informazioni di contesto necessari a sviluppare successivamente dei requisiti consistenti che siano privi di conflitti e ambiguità. Per giungere alla formulazione di requisiti che siano di qualità, è quindi necessario che la comunicazione e la negoziazione siano supportati da strumenti efficaci.

Con l'avanzare dell'attività di analisi e di sviluppo dei requisiti utente, si renderà necessaria un'attività di classificazione dei requisiti per facilitare il passaggio da requisiti utente a requisiti di sistema. Per questo in [15] si parla di *"Allocation of Requirements"* con la quale si prevede l'allocazione di requisiti sia funzionali che non ai componenti di sistema.

Con *Flow-down Requirements* si intende che dall'assegnazione dei requisiti a livelli superiori di sistema si procederà con una derivazione di questi. I requisiti derivati potrebbero essere simili a quelli dei livelli superiori ma allo stesso tempo molto differenti in quanto possono definire aspetti tecnici di sistema. Al fine di una buona allocazione è necessario applicare una buona tracciabilità e identificazione dei requisiti.

Quindi individuate le fonti corrette dei requisiti e utilizzando un linguaggio che è quello naturale, l'obiettivo degli analisti sarà far emergere, tracciare e identificare in modo ottimale le necessità del cliente, anche quelle implicite o che non pensava di avere, e comprendere le caratteristiche del suo business al fine di elaborare requisiti soddisfacenti.

Durante la fase di *Elicitation* verranno indicati tutti i tipi di requisiti, funzionali e di qualità, i vincoli e gli obiettivi e gli scenari ad essi annessi.

Phol, in [4], definisce la fase di *Elicitation* come una delle attività *core* dell'*Engineering Requirements* le cui pratiche principali sono:

1. Identificare le fonti rilevanti di requisito.
2. Elicitare i requisiti esistenti dalle fonti note.
3. Sviluppare requisiti nuovi e innovativi.

A supporto di tali attività è utile utilizzare come strumenti i goal e gli scenari. Gli obiettivi faranno da guida per il progetto e gli scenari illustreranno, in modo più esplicativo, come il sistema dovrà comportarsi.

Identificare, per l'attività di *Elicitation*, le fonti rilevanti quali standard o altri documenti su processi o regole in uso presso il cliente potrebbe far ridurre i costi e i tempi di progettazione. Per questo sarebbe utile individuare e selezionare per ogni requisito le fonti che potrebbero fornire indicazione sui soggetti, sull'uso e sui sistemi IT del contesto.

Oltre al confronto con gli stakeholder e all'attività di lettura e interpretazione dei documenti esistenti, altrettanto efficace sarà l'attività di osservazione diretta del contesto. Gli ingegneri dei requisiti possono infatti ottenere informazioni osservando il contesto e interagendo direttamente con il sistema e con i processi che lo caratterizzano, magari osservando il comportamento del sistema e quello degli utenti coinvolti durante la sua operatività.

Lo sviluppo di requisiti nuovi e innovativi dovrà essere compiuto tramite tecniche altrettanto innovative.

Sarà quindi necessario creare un team che riesca a far emergere da eventuali conflitti emersi dall'analisi, nuovi requisiti e nuove idee per la progettazione del sistema, seppure molto spesso il tempo e le risorse a disposizione non lo consentano.

Come già previsto in fase di analisi dei requisiti, la **Documentazione dei requisiti** risulta essere la fase immediatamente successiva, secondo [15]. Le due sotto-attività che caratterizzano la fase di Documentazione dei requisiti sono:

- *L'identificazione dei requisiti*: che prevede un'attività di numerazione dei requisiti e una sua identificazione simbolica che siano uniche.
- *Specificazione dei requisiti*: un'attività che avverrà attraverso l'uso di use case in grado di descrivere come il sistema e l'utente interagiranno e di specificare requisiti funzionali, di qualità e i vincoli del sistema. Tutto ciò supporterà i developer nella fase di sviluppo.

Secondo quanto affermato da Sommerville [41], e ripreso in "Engineering Requirements" [4], i vantaggi chiave di una buona documentazione sono:

- *Persistenza:* senza una buona documentazione le informazioni che vengono raccolte durante la fase di *Elicitation* e sviluppo andrebbero perdute in quanto gli stakeholder non sono in grado di tenere a mente queste ultime e i relativi dati
- *Referenze comuni:* documentare le informazioni comuni consente a tutti i partecipanti di accedere, in qualsiasi momento, a tutte le informazioni di cui si ha bisogno facilitandone così la condivisione e la comprensione
- *Promuove la comunicazione:* avere delle referenze comuni promuove la comunicazione tra le parti coinvolte e invita a discutere sui fatti fino ad ora documentati
- *Promuove l'oggettività:* avere una documentazione impedisce, o comunque riduce, la possibilità di devianze nell'interpretazione che invece potrebbero verificarsi tramite uno scambio verbale delle informazioni

- *Supportare il training di nuovi partecipanti:* se un nuovo stakeholder si inserisce nel contesto di progetto, tramite una buona documentazione, sarà in grado di comprendere facilmente i fondamentali che lo caratterizzano
- *Preservare la conoscenza degli esperti:* avere una buona documentazione dà anche la possibilità di tenere traccia di tutte quelle informazioni anche di tipo tecnico di cui, generalmente, sono in possesso solo gli esperti e di renderle quindi accessibili a chiunque, qualora nuovi stakeholder o stakeholder che si sono occupati di altro debbano subentrare nello sviluppo di nuovi contesti
- *Aiutare a riflettere sui problemi:* quando viene documentata un'informazione, lo stakeholder è costretto a farlo in modo appropriato e quindi a riflettere su eventuali inconsistenze che potrebbero esistere all'interno di tali documentazioni e i gap ancora non risolti

Quindi, fra le informazioni che i documenti sui requisiti devono essere in grado di dare, vi sono sicuramente precisazioni riguardo il raggiungimento di un accordo, tra le parti coinvolte, sui requisiti raccolti, l'individuazione e la specificazione di soluzioni alternative riguardo soluzioni ad alcuni dei conflitti riscontrati, le richieste di modifiche effettuate, o in fase di analisi del contesto o in fase di sviluppo del prodotto, le decisioni prese circa i conflitti, i punti di vista espressi dai diversi stakeholder, gli errori identificati, i requisiti definiti, le fonti dei requisiti, la priorità degli stakeholder e dei requisiti, i rischi associati ai requisiti e alle modifiche che potrebbero essere effettuate su di essi, risultati ottenuti dai confronti, dagli sviluppi e dal prototipo o dall'intero sistema completato.
In seguito alla documentazione dei requisiti, ciò che è necessario compiere è un'attività di **Verifica e Validazione dei requisiti,** durante la quale è necessario che le parti coinvolte e responsabili delle informazioni fornite, raggiungano un accordo circa i requisiti che dovranno essere definiti e quelli che non lo dovranno essere. È necessario valutare dunque la correttezza dei requisiti e della loro documentazione, verificando che siano stati fissati solo requisiti necessari al soddisfacimento dei bisogni del cliente. Verificare i requisiti vorrà dire verificarne: correttezza, consistenza, non ambiguità e la comprensibilità. La tracciabilità dei requisiti faciliterà l'attività di verifica e validazione dei requisiti, sia nella fase precedente dello sviluppo software, sia nella fase successiva durante la quale sarà possibile condurre un confronto tra i requisiti software e il codice testato.
Gli obiettivi della validazione saranno: controllare gli output delle attività per verificare che non ci siano errori nei requisiti, controllare gli input per verificare che le fonti o la documentazione non abbiano condotto a interpretazioni errate dei requisiti, controllare l'esecuzione delle attività per verificare che siano state attuate le procedure necessarie al fine di ridurre gli errori al minimo.
Svolgere l'attività di validazione consiste, secondo [4], nel validare:

- I contenuti
- La documentazione
- Gli accordi

Al fine di *validare il contenuto* dei requisiti, per ognuno di essi bisognerà definire se gli artefatti generati sono consistenti, se i requisiti sono completi ai fini dello sviluppo, se vi sono requisiti in conflitto, se i requisiti rispondono alle necessità emerse, se i requisiti sono allocati in modo corretto, se sono rintracciabili e se sono individuate le correlazioni esistenti fra essi.

Al fine di *validare i documenti* dei requisiti bisognerà verificare che sia stato utilizzato il corretto formato, che i requisiti risultino comprensibili, che il formato non renda ambigua l'interpretazione dei requisiti, che gli artefatti siano conformi alle regole di documentazione.
Le numerose modifiche ai requisiti che possono caratterizzare la fase di *Elicitation* rendono la validazione l'ultimo step per evitarne che se ne effettuino di nuove in fase di sviluppo del software. Per questo sarà necessario *verificare gli accordi* raggiunti controllando che tutti gli stakeholder fossero stati d'accordo sulle decisioni prese, che tutte soluzioni a modifiche abbiano poi ricevuto totale approvazione, che sia stata controllata la presenza di conflitti e che quelli noti siano stati risolti.
I mancati controlli derivanti dalle attività di validazione potrebbero impattare sui costi, sui tempi e sugli aspetti legali del progetto, difficilmente poi gestibili in fase di sviluppo. Effettuare una validazione attenta vuol dire compiere una attività preventiva al verificarsi di eventuali rischi di progetto.
Per quanto riguarda l'attività di **Management and Planning,** questa si occupa di controllare e tracciare i requisiti e le modifiche che ne possono derivare, di tenere traccia delle documentazioni e delle dipendenze tra esse. La tracciabilità fa parte delle attività del *Requirements Management* come ne fa parte anche l'attività di correlazione e interdipendenza tra i requisiti. Le attività di management saranno condotte durante ogni fase del ciclo di vita di un progetto, poiché sia in fase di sviluppo che di manutenzione del sistema potrebbero essere apportate delle modifiche a quelli che furono i requisiti definiti inizialmente.
Per cui l'attività di Management viene tutt'ora considerata una delle più importanti, se non la più importante, attività dell'*Engineering Requirements*.
Oltre alle quattro fasi, fino ad ora elencate, che descrivono il *Requirements Engineering*, ce n'è una quinta che spesso viene considerata parte della fase di Elicitation ma che può considerarsi una fase a sé stante che utilizza dei metodi e degli strumenti propri: la **Negoziazione.**
La Negoziazione vede coinvolti in diverse fasi i diversi stakeholder, soprattutto nei momenti in cui emergono dei conflitti da risolvere. I requisiti e i conflitti che rimangono irrisolti potrebbero condurre a una mancata accettazione del progetto da parte degli stakeholder.
Gli obiettivi della negoziazione sono:

- Identificare i conflitti
- Analizzare i conflitti
- Risolvere i conflitti
- Documentare la risoluzione dei conflitti

I conflitti sono facilmente risolvibili se vengono usati come strumenti di supporto alla negoziazione la definizione dei goal e degli scenari.
I conflitti possono essere *conflitti di dati* dovuti a mancanza di informazioni causate da incomprensioni o interpretazioni errate, *conflitti di interessi* dovuti ad ambizioni differenti degli stakeholder coinvolti, *conflitti di valori* causati dai diversi criteri di valutazione degli stakeholder, *conflitti nelle relazioni* tra gli stakeholder e *conflitti strutturali* dovuti all'aver associato ad ogni stakeholder la stessa importanza.
La risoluzione dei conflitti individuati avverrà tramite una fase di negoziazione durante la quale ogni stakeholder effettuerà una proposta risolutiva. Al termine di tale confronto verrà presa una decisione dagli attori ritenuti più importanti.

Nella documentazione che verrà redatta a seguito della negoziazione, sarà necessario che venga registrato il conflitto emerso e le sue cause, le parti coinvolte nella risoluzione e il perché si sia giunti a un certo tipo di soluzione del conflitto, indicandone i pro e i contro.
Definite, quindi, le fasi caratterizzanti il *Requirements Engineering*, introduciamo adesso gli strumenti che sono utilizzati a supporto di queste.

3.3. Tecniche di Requirements Engineering

Per condurre le attività di *Requirments Engineering* c'è bisogno di adottare delle regole che consentano di evitare dimenticanze e assicurare la tracciabilità di ogni informazione garantendo un'analisi e una documentazione consistente e solida per la realizzazione del sistema desiderato dal cliente.
Diversi metodi e strumenti sono stati creati nel tempo per migliorare e ottimizzare il Requirements Engineering. Ovviamente ognuna delle tecniche formulate potrà essere adattata e adottata, dalle diverse realtà organizzative, a seconda del business aziendale e dal tipo di progetto o prodotto che dovrà essere sviluppato.
Analizziamo in dettaglio, per ognuna delle fasi di RE, le tecniche più comuni e più utilizzate.

3.3.1 Tecniche per l'attività di Elicitation

Come già anticipato, la fase di Elicitation riguarda tutte le attività grazie alle quali gli stakeholder evidenziano i loro *needs* e i loro *pains*.
Per facilitare tale attività le tecniche che possono essere utilizzate sono diverse e ognuna di esse prevede uno sforzo, che i partecipanti a tale attività sono chiamati a compiere, differente.
Le principali tecniche, descritte anche in [4], sono:

- Intervista
- Workshop
- Focus group
- Osservazione
- Questionario
- Letture basate sulla prospettiva

L'overview, circa lo sforzo richiesto da ognuna delle seguenti tecniche per identificare le fonti di requisito, elicitare i requisiti esistenti e per svilupparne di nuovi, è fornita tabella seguente.

		Suitability of the techniques for the sub-activities		
Techinique	Effort	Identifying requirement sources	Eliciting existing requirements	Developing new and innovative requirements
Interview	Medium to high	*V*	*V*	*V*
Workshop	High to very high	*V*	*V*	*V*
Focus groups	Medium to high		*V*	*V*
Observation	High to very high		*V*	
Questionnaire	Low to medium	*V*	*V*	
Perspective-based reading	Medium to high		*V*	

Tabella 4. Idoneità delle tecniche di elicitation per le tre sotto-attività

Interview

L'intervista può essere di tre tipologie:

- Intervista standard
- Intervista esplorativa
- Intervista non strutturata

La prima è un'intervista che, indipendentemente dalle risposte date dalle persone intervistate, seguirà le domande preparate precedentemente al fine di raccogliere, su uno stesso argomento, differenti opinioni.
La seconda intervista, invece, prevede comunque una precedente preparazione delle domande da porre, questa volta però è possibile deviare da eventuali argomenti, sviluppati per la particolare intervista, per approfondire degli argomenti che necessitano dei chiarimenti. Con questo tipo di intervista è più difficile riuscire a confrontare quanto detto dai singoli intervistati.
In interviste non strutturate non vengono preparate delle domande da porre agli intervistati, quindi il colloquio viene guidato da questi ultimi nella direzione che preferiscono. Riuscire a mettere a confronto interviste di questo tipo è davvero complicato e gli esiti potrebbero essere davvero insoddisfacenti.
Inoltre, potremmo distinguere le interviste tra *singole* e *di gruppo.* Mentre l'intervista singola riflette l'opinione del singolo quella di gruppo riflette ed è influenzata dall'opinione di tutti i partecipanti.
Durante la **preparazione** dell'intervista sarà necessario individuare chi prenderà parte al meeting sulla base degli argomenti che durante lo svolgimento di questo dovranno essere trattate. L'invito all'incontro dovrà contenere tutti i punti da trattare durante la sessione di confronto in modo tale che gli stakeholder coinvolti possano essere esaustivi nelle risposte alle domande che gli verranno poste.
Il luogo dell'intervista potrebbe essere determinante per la sua riuscita. Sarebbe meglio condurla presso il cliente dove avere accesso alla documentazione necessaria sarebbe di certo più semplice. La preparazione all'intervista comporterà anche la preparazione delle domande le quali potranno essere chiuse o aperte. È bene che le domande aperte siano ben formulate onde evitare risposte vaghe del cliente. Prima di effettuare l'intervista, gli intervistatori dovranno informarsi sull'intervistato e sul contesto di cui fa parte. A tal proposito potrebbe essere condotta una pre-intervista.
L'**esecuzione** dell'intervista prevede una *fase di opening* durante la quale gli stakeholder si presenteranno e subito verranno comunicate modalità e argomenti dell'intervista. A seguito di ciò, si provvederà ad ottenere *work element* cioè ad elaborare i primi requisiti a seguito delle risposte ricevute. L'intervista potrà essere supportata da strumenti come diagrammi o schizzi che permetteranno di porre ulteriori domande all'intervistato e di spiegare meglio punti poco chiari.
Sarà importate riuscire a comprendere i comportamenti dell'intervistato e non rendere estenuante il confronto. L'intervistato dovrà mantenere una certa concentrazione sugli argomenti.
Al termine dell'intervista, l'intervistatore potrà esporre brevemente i risultati ottenuti dall'intervista ringraziando l'intervistato per la partecipazione.
Ciò che a questo punto è competenza solo dell'intervistatore è analizzare quanto ottenuto dall'intervista, documentare tali risultati e creare dei modelli o degli scenari che, per ulteriore conferma della comprensione di tutti requisiti raccolti, dovranno essere approvati dal cliente o dall'intervistato in generale.
Da tale tecnica di *Elicitation* è più difficile reperire requisiti innovativi a meno che non vengano poste domande aperte che consentano di andare oltre gli obiettivi prefissati ad inizio intervista. Per condurre una buona intervista sono necessarie buone doti comunicative.

Workshop

Durante la **preparazione** di un workshop, per avere un'approvazione da parte dei partecipanti a condurlo bisogna definirne chiaramente gli obiettivi. Le procedure di lavoro daranno un'indicazione su come raggiungere gli obiettivi e come produrre i risultati di tale attività. Alcune pratiche utilizzate per i workshop sono:

- Brainstorming
- KJ method
- Definizione iterativa di goal e scenari
- Discussioni
- Lavoro in sottogruppi e presentazione dei risultati in seduta plenaria

È necessario definire un'agenda con le attività che dovranno essere svolte durante tale incontro e con le tempistiche assegnate ad ognuna di esse.
Scegliere i partecipanti è un punto focale per ogni tecnica che verrà descritta. In un workshop i partecipanti previsti vanno da 5-15. È bene che vengano interpellati dei partecipanti per ogni aspetto del contesto esaminato in modo tale da non avere lacune nelle informazioni.
La comunicazione dell'incontro dovrà essere effettuata con largo anticipo in modo tale da evitare che alcuni dei partecipanti non siano disponibili ed evitare quindi che venga minacciata la riuscita del workshop.
Nell'invito è sempre bene indicare gli obiettivi dell'incontro e le logiche e le pratiche che saranno adottate per raggiungerli.
Durante il workshop è bene avere degli spazi e degli strumenti adeguati in modo tale da avere uno scambio adeguato con dei mezzi adeguati e senza il rischio di interruzioni e quindi perdite di informazioni.
All'interno di un workshop, fondamentale è il ruolo del moderatore che deve essere consapevole degli obiettivi da raggiungere e dei risultati da ottenere. Compito del moderatore è far giungere i partecipanti ad un accordo e rendere ben espliciti i conflitti in modo tale che possano essere risolti e tramutarsi in requisiti. In casi in cui sono previsti molti conflitti sarebbe bene individuare uno stakeholder esterno, imparziale, in quanto risulterebbe facilmente accettato da tutti i partecipanti in quando non direttamente coinvolto in particolari interessi. Il moderatore dovrà essere neutro.
Anche in questo caso è prevista, durante l'**esecuzione**, una fase di opening durante la quale verranno esposti obiettivi e tecniche del workshop da un moderatore il quale verificherà che le regole dell'incontro siano accettate e rispettate da tutti i partecipanti. Il moderatore dovrà controllare che siano prodotti *work element* che rispondano alle richieste e agli obiettivi per cui l'incontro è nato. Bisognerà rispettare l'agenda e deviare solo qualora siano sorte questioni di una certa rilevanza su cui è necessario discutere. Tutti i risultati dell'incontro dovranno essere documentati: *decisioni alternative, decisioni prese, logica decisionale e responsabili delle decisioni.* In questo modo, sarà definito il perché dell'esistenza di un dato requisito.
Al termine della sessione di confronto bisognerà identificare eventuali questioni in sospeso evitando di trascinarle ad un incontro successivo. Dovranno altresì essere individuati gap e conflitti e dovranno essere indicati gli stakeholder che hanno contribuito alla formulazione dei requisiti emersi.
Per far emergere i requisiti, durante il workshop, potranno essere utilizzati scenari e goal che potranno essere assegnati ai sottogruppi in questo modo:

- Ad ogni sottogruppo gli stessi goal
- Ad ogni sottogruppo goal diversi

Questa tecnica di *Elicitation* è utile anche ai fini di reperire nuovi e innovativi requisiti, in quanto facilita il confronto tra i partecipanti al gruppo. Lo sforzo per condurre un workshop è elevato e richiede tempo e risorse. Seguire e indirizzare l'attività verso gli obiettivi desiderati non è un'impesa semplice.
Un workshop prevede che siano chiari a tutti gli stakeholder gli obiettivi e che ci sia una forte motivazione nel raggiungimento di questi al fine di ottenere un buon sistema per il business del cliente. Avere un moderatore preparato e con una buona esperienza potrà far ottenere dei risultati ottimi e guidare il workshop verso la giusta direzione.

Focus group

In questo caso un gruppo di persone si occupa di trattare un particolare argomento o topic per definirne i requisiti più importanti.
Secondo [36] in [4]," 'esistono tre tipi di sessioni di focus group:

- ✓ Esplorativo: l'obiettivo principale è elicitare nuovi requisiti per il sistema. L'aspetto da esaminare in questo caso è piuttosto vago
- ✓ Comparativo: vuole elicitare un iniziale set di requisiti sulla base dei prodotti dei competitor o della versione precedente del sistema.
- ✓ Prioritario: ha lo scopo di prioritizzare i requisiti già esistenti e identificare i requisiti mancanti o non esistenti.'"

Durante la **preparazione** di ogni focus group, deve essere definito l'argomento o articolo che sarà trattato in modo tale da avere chiari gli obiettivi su cui puntare. Ovviamente, come per le atre tecniche utilizzate, bisognerà individuare i giusti partecipanti e cercate di coinvolgere gli esponenti di tutti gli ambiti di interesse. All'interno dell'*invitation* dare un'anticipazione delle tematiche da trattare, delle tempistiche e delle informazioni sul focus dell'attività. Il moderatore dovrà scandire i tempi del confronto e soprattutto gestire eventuali discussioni o conflitti che emergeranno prendendo nota delle loro risoluzioni e delle problematiche che saranno emerse durante il confronto.
Anche per l'**esecuzione** le caratteristiche sono simili a quelle delle altre tecniche sino ad ora esposte, in quanto l'apertura del focus group avviene con una introduzione dei punti da trattare e delle regole con cui farlo. Compito del moderatore, durante tale attività di *Elicitation*, sarà quella di moderare e gestire le incomprensioni e i disaccordi su alcune questioni indirizzando i partecipanti alla risoluzione dei punti indicati in agenda e dando la possibilità a tutti i partecipanti di poter esprimere la propria opinione contribuendo alla risoluzione delle tematiche programmate. La sessione termina nel momento in cui o è stato utilizzato troppo tempo o quando le problematiche più importati sono state trattate.
Al termine della fase di esecuzioni vengono analizzate i protocolli e i conflitti che sono emersi durante il confronto e si cerca di definire i requisiti dalle informazioni raccolte. Una volta effettuata tale analisi viene documentata e sottoposta al vaglio e resa fruibile a tutti i partecipanti in modo da ottenerne una validazione.
Questo tipo di approccio è usato quando i partecipanti alla sessione sono ritenuti le fonti più importanti di requisiti. Da tali sessioni è possibile poi che emergano altre fonti di requisito da interpellare in sessioni successive. Questa tecnica è anche un modo per rendere facilmente espliciti i requisiti esistenti in quanto gli stakeholder coinvolti sono particolarmente informati sui vari temi trattati. Anche lo sviluppo di nuovi requisiti innovativi e garantita con questo tipo di tecnica, grazie all'esperienza e la conoscenza dei partecipanti.

Condurre un focus group non è complicato, complicate sono le attività di preparazione di quest'ultimo. Anche il numero di partecipanti è minore che per altre tecniche, va da 3-10 persone.

Osservazione

L'osservazione è uno dei metodi più utili al fine di comprendere fino in fondo i processi che caratterizzano un business. Risulta infatti più semplice, per gli stakeholder, descrivere un'attività facendola osservare a chi ha bisogno di informazioni su di essa. Esistono due tipi di osservazione: quella *diretta* e quella *etnografica*.
Come descritto in [4], "Con l'osservazione diretta l'analista osserva il comportamento dello stakeholder nel momento stesso in cui questo svolge un particolare compito o attività oppure nel momento in cui una macchina compie autonomamente un'operazione.
Con l'osservazione etnografica, invece, l'osservatore trascorre moltissimo tempo con lo stakeholder per comprendere fino in fondo le attività svolte da quest'ultimo e i dettagli delle procedure attuate, svolgendo egli stesso i processi che vengono eseguiti generalmente dagli stakeholder".
Quando si vuole svolgere un'osservazione, in fase di **preparazione** bisogna avere chiaro quale obiettivo o conoscenza si vuole raggiungere e quale artefatto si vuole produrre. Per questo sarà necessario definire gli stakeholder e le macchine da osservare.
Durante l'**esecuzione** dell'osservazione non ci saranno regole precise da seguire, è importante che lo stakeholder osservato aiuti l'osservatore a comprendere le operazioni svolte. In questo modo potranno essere documentati ottimi requisiti che dovranno essere subito trascritti in maniera oggettiva e neutrale, evitando così di perdere o dimenticare informazioni fondamentali.
Le eventuali incomprensioni dovranno essere risolte con l'osservato e ogni requisito documentato dovrà essere ricontrollato subito dopo l'osservazione. Durante l'osservazione è importante che ci sia un confronto e una comunicazione tra osservatore e osservato. La documentazione che deriverà da tale tecnica potrà essere: testuale, video o audio. Per chi non ha partecipato all'osservazione potrebbe essere difficile rifarsi a questo tipo di documenti.
Questa tecnica di *Elicitation* rende più complicato fare emergere requisiti innovativi. Inoltre, diventa efficace solo quando l'osservato è predisposto a mettersi al servizio dell'osservatore il quale, soprattutto se non esperto, dovrà sostenere uno sforzo molto elevato.

Questionario

Tramite un questionario è come se gli stakeholders scrivessero da sé i requisiti e questo sarebbe un buon metodo per riflettere sui requisiti esistenti.
Per condurre tale metodo di *Elicitation*, in fase di **preparazione**, bisogna definire i goal e i risultati attesi e selezionare coloro che dovranno rispondere alle domande. Bisognerà scegliere tra domande chiuse o aperte e nel caso di risposte aperte scegliere il tipo di documentazione e creare un format di questi che guidino nella compilazione colui che risponde alle domande.
Durante l'esecuzione verrà data indicazione agli stakeholder sugli obiettivi da raggiungere e gli esiti attesi. Verrà comunicato entro quando completare il questionario e verranno forniti dettagli e recapiti in caso gli stakeholder abbiano necessità di porre quesiti o chiarire dubbi.
Durante l'analisi delle risposte ai questionari è possibile che si abbiano dei dubbi o siano riscontrate ambiguità per cui bisognerà programmare un confronto con gli stakeholder per ottenere ulteriori feedback. Il questionario è una tecnica che rende molto semplice comprendere i requisiti esistenti ma

un po' meno quelli desiderati se non espressamente richiesto agli stakeholder cosa si attendono di ottenere in più dal sistema.
Lo sforzo maggiore dovrà essere compiuto dagli stakeholder per rispondere alle domande, seppure sia uno sforzo non paragonabile ad un workshop o focus group per i quali è anche previsto un confronto con altri stakeholder. Per coloro che dovranno analizzare le risposte, lo sforzo è minimo in quanto l'esito del questionario potrebbe essere valutato anche con tecniche statistiche.
Quando si adotta tale tecnica è necessario utilizzare un linguaggio e una sintassi facilmente comprensibili che non dia spazio a equivoci o incomprensioni. Anche la documentazione e il suo formato deve facilitare l'attività di risposta dello stakeholder altrimenti potrebbero essere fornite informazioni che invalideranno l'efficacia del sistema.

Lettura basata sulla prospettiva

Questa tecnica prevede la lettura di documenti i quali potranno essere letti da prospettive differenti e quindi potranno condurre ad interpretazione e di analisi differenti così da far cogliere i differenti requisiti di contesto.
La **preparazione** prevede la selezione dei documenti da analizzare e la definizione delle prospettive secondo cui effettuare tale analisi oltre che la definizione dei goal da raggiungere. Fatto ciò, verranno poi identificati coloro i quali prenderanno parte alla sessione sulla base delle tematiche su cui si focalizzerà la fase di elicitation.
Esistono due tipologie di letture, come dimostrato in [4]:

- Lettura sequenziale: il lettore legge il documento dall'inizio alla fine, sotto una specifica prospettiva.
- Lettura top-down: esiste una buona struttura del documento che, tramite ad esempio l'indice, consente di rintracciare subito le sezioni che trattano l'argomento o la prospettiva d'interessa senza dover leggere tutto il documento da cima a fondo. Tutto ciò è possibile solo se il documento è ben strutturato e non ci siano incompletezze, ad esempio nell'indice, che portino alla perdita di informazioni importanti.

Contemporaneamente alla lettura dei documenti è bene tenere traccia e annotare le informazioni necessarie alla definizione dei requisiti di sistema.
Terminata l'esecuzione, i requisiti verranno documentati in un nuovo formato e verranno integrati i requisiti simili derivanti da diverse prospettive esaminate. Dai requisiti esaminati, inoltre, sarà possibile rintracciare nuovi stakeholder che potrebbero essere utili alla definizione di requisiti più consistenti o addirittura alla definizione di nuovi. Non è la miglior tecnica per far emergere requisiti innovativi seppure, a volte, offra degli spunti per suggerirne di nuovi. Sicuramente la lettura sequenziale risulta essere più impegnativa di quella top-down ma riduce il rischio di dimenticanze.
Passiamo adesso ad osservare le tecniche per la documentazione.

3.3.2. Tecniche per l'attività di documentazione

Come accennato nei paragrafi precedenti, ogni requisito può essere definito tramite l'utilizzo di diversi artefatti. Secondo quanto descritto in [4], i principali sono:

- Goal: è un'intenzione che guarda agli obiettivi, proprietà e usi del sistema
- Scenari: sono degli esempi concreti di come un goal possa essere soddisfatto, tramite una descrizione della sequenza di operazioni o processi da compiere per quella data attività.

- Requisiti orientati alla soluzione: possono essere considerati la descrizione in maggiore dettaglio degli scenari e dei goal di un sistema. Mentre gli scenari e i goal possono osservare diversi aspetti di sistema, i requisiti dovranno descrivere una sola visione consolidata del sistema e priva di conflitti.

Ognuno di questi artefatti sono una strutturazione di quelli che saranno i requisiti di sistema. Gli artefatti sono degli strumenti per documentare quelle che diventeranno delle funzionalità del prodotto da implementare presso il cliente. Potremmo dire che ogni artefatto è funzionale all'altro.
Osserviamo come possono essere documentati tali artefatti.

Documentazione dei goal

Per documentare i goal, generalmente viene utilizzato il linguaggio naturale tramite il quale non solo sono espressi gli obiettivi ma anche le relazioni di questi ultimi. Avere una documentazione strutturata dei goal e dei sub-goal, diventa importante per meglio avere:

- Un'identificazione unica dei goal
- Una gestione degli attributi
- Attributi con riferimento al contesto
- Una documentazione delle informazioni addizionali

Le regole identificate da Phol in [4], da seguire per la documentazione dei goal, sono sette:

1. *Documentare i goal in maniera concisa*
2. *Usare il verbo all'attivo*
3. *Documentare precisamente le intenzioni degli stakeholder*
4. *Decomporre gli obiettivi di alto livello nei loro sub-goal*
5. *Esprimere chiaramente il valore aggiunto fornito da un goal*
6. *Documentare le ragioni per l'introduzione di un goal*
7. *Evitare di definire restrizioni non necessarie*

Queste regole servono a evitare di far emergere requisiti inappropriati o inutili per il funzionamento del sistema ed evitare quindi delle ambiguità o futuri malfunzionamenti.
Il model-based goal documentation dovrà essere di supporto ai templates utilizzati per i goal.
L'uso del goal modelling language per documentare i goal facilitano la comprensione e la comunicazione dei goal. I goal model possono infatti essere considerati dei modelli concettuali che danno una visione immediata dei goal e dei sub-goal.
Una possibilità per documentare i goal potrebbe essere quella di utilizzare l'**AND/OR trees** o **AND/OR graphs.**
Con l'**AND/OR trees** è possibile documentare i goal e le relazioni che tra loro intercorrono, dove ogni nodo costituirà un super-goal.
La documentazione **AND/OR GOAL GRAPHS** risulta essere meno restrittiva di quella AND/OR goal trees che impediva di visualizzare il soddisfacimento, da parte di un sub-goal, di più super-goal. Oltre alla semplice dipendenza fra più sub-goal o un sub-goal e più super-goal, la AND/OR goal graphs consente di mostrare i goal in conflitto o la richiesta di dover soddisfare un goal G1 per poter raggiungere il goal G2.

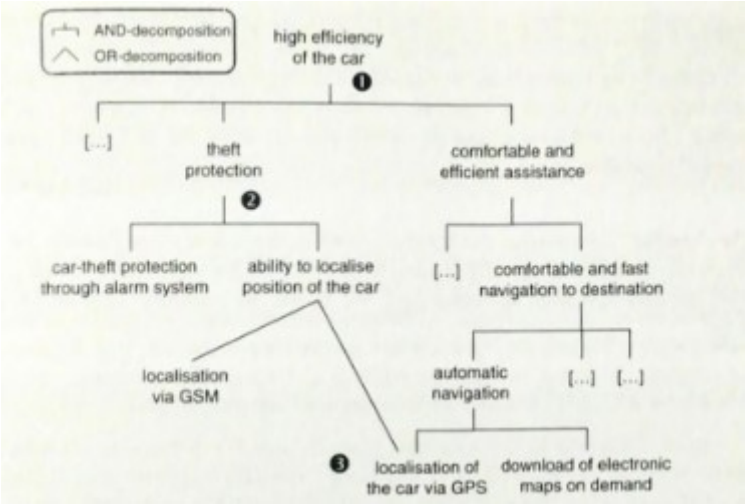


Figura 5. Esempio di AND/OR tree graph, da [4]

Oltre a questi primi modelli di rappresentazione dei goal, esiste un altro metodo di rappresentazione: l'**i* framework.**

All'interno di tale rappresentazione possiamo distinguere tra: oggetti, dipendenze e relazioni.

Gli *oggetti* sono:

- Gli attori: una persona o un sistema che ha una relazione con il sistema che dovrà essere sviluppato
- Goal: descrive lo stato che un attore vorrebbe raggiungere.
- Task: descrive come un'attività deve essere svolta anche attraverso la definizione degli step che la compongono
- Risorsa: entità necessaria all'attore per raggiungere un obiettivo o compiere un'attività
- Softgoal: una condizione che dovrebbe essere raggiunta da un attore ma per la quale non è ben chiaro come raggiungerla.

Le *dipendenze* sono:

- Dipendenza dai goal: un attore dipende da un altro attore per raggiungere un obiettivo
- Dipendenza da task: un attore dipende da un altro attore per svolgere un'attività
- Dipendenza dalle risorse: un attore dipende dalla disponibilità di una risorsa fisica o informativa fornita da un altro attore
- Dipendenza da soft-goal: un attore dipende da un altro attore per il raggiungimento di un softgoal.

Le *relazioni* sono del tipo:

- *Means-end link*: documenta quali soft-goal, task o risorse contribuiscono per il raggiungimento di un goal. Aiuta a documentare come un obiettivo possa essere raggiunto.
- *Contribution link*: indica se un soft-goal è influenzato positivamente o negativamente da un altro soft-goal o da un task.
- *Task decomposition link*: lega un task con i suoi componenti che possono essere una combinazione di sub-goal, sub-task, risorse ecc.

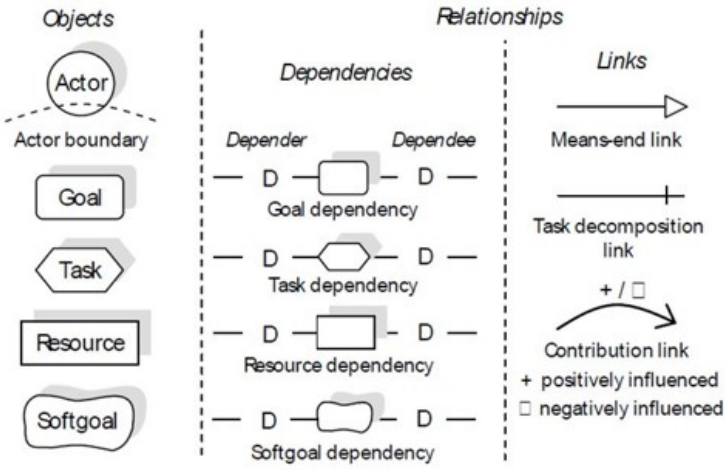


Figura 6. Costrutti del modello i framework, da [4]*

Ultima forma di rappresentazione dei goal è il **KAOS MODEL** language.
Il KAOS modelling language è una parte del KAOS framework che serve ad *elicitare*, analizzare e specificare i goal.
Gli oggetti di questo modello sono:

- *Behavioural goal*: descrive la serie ammissibile dei comportamenti di un sistema
- *Softgoal*: sono usati per documentare preferenze tra comportamenti alternativi di sistema
- *Agent*: si riferisce a utenti e componenti del complesso sistema software, rispetto alla più generica definizione data nell'i* framework.

Anche per i modelli KAOS sono definite le dipendenze tra goal:

- *AND-decomposition*: lega più sub-goal a un super-goal
- *Alternative decomposition*: vengono assegnati più AND-decomposition a un super-goal
- *Potential conflict*: un collegamento mostra che soddisfare un goal può impedire il soddisfacimento di un altro goal.
- *Responsability assignment*: lega i goal agli agenti quindi descrive l'agente responsabile del raggiungimento di un obiettivo.

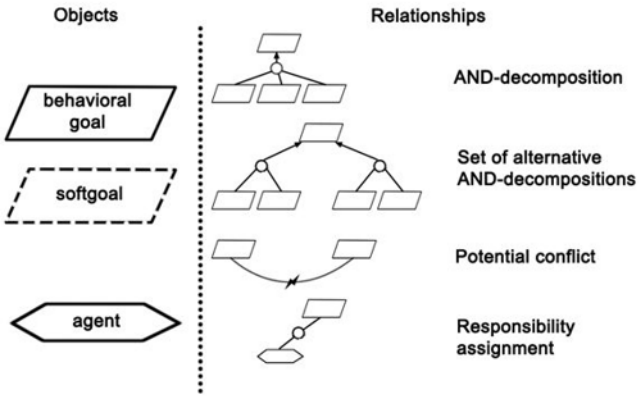


Figura 7. Costrutto del KAOS framework, da [4]

Per quanto riguarda invece la documentazione relativa agli **scenari**, che si dividono in:

- Scenario principale: sequenza di attività che si verificano normalmente per determinare un obiettivo
- Scenario alternativo: sequenza di attività alternativa che conduce al raggiungimento dell'obiettivo
- Scenario di eccezione: sequenza di attività che eccezionalmente si verificano ma non conducono al raggiungimento dell'obiettivo.

Lo scenario viene generalmente rappresentato tramite lo **Use Case.**
Gli Use Case rappresentano una sorta di narrativa strutturata degli scenari nei quali sono descritti i processi interni ad un'organizzazione o ad un processo.
Lo scenario infatti fa emergere caratteristiche strutturali, funzionali, comportamentali, condizioni e sequenze per il raggiungimento di un determinato obiettivo o il compimento di un determinato task.
I templates più comuni per narrare uno scenario, secondo Pohl in [4] e in [37], prevedono la definizione di:

- Un unico identificativo per lo scenario
- Nome dello scenario
- Autore dello scenario
- Il numero della versione dello scenario
- Storia delle modifiche subite dallo scenario
- Priorità dello scenario
- Criticità dello scenario
- Fonti
- Lo stakeholder responsabile dello scenario
- Tipo di scenario: contesto, interazione, scenario interno al sistema
- Goal
- Attori che hanno a che fare con lo scenario
- Precondizioni necessarie affinché lo scenario si verifichi
- Post-condizioni che dovranno essere mantenute al concludersi dello scenario

Lo Use Case fornisce in aggiunta le voci che descrivono: *main scenario*, *alternative scenario* e *exception scenario*.
Oltre allo Use Case, per descrivere le attività caratterizzanti i processi di un sistema, è possibile utilizzare come strumenti sia i **diagrammi delle sequenze** che **i diagrammi delle attività.**
Nei **diagrammi delle sequenze** vengono indicati, sottoforma di messaggi, le operazioni che gli attori o i ruoli coinvolti richiedono al sistema di compiere e le informazioni che il sistema richiede all'attore coinvolto di fornire.
Ci sono dei frammenti combinati che indicano:

- *Ref*: si riferisce alle interazioni documentate e descritte in altri diagrammi di sequenza
- *Break*: documenta uno scenario di eccezione
- *Alt*: è uno scenario alternativo che può sostituire quello principale

Mentre la sequenza degli scenari pone l'attenzione sulle sequenze delle attività fra sistema e attori coinvolti, i **diagrammi delle attività UML** pongono l'attenzione sul controllo del flusso di scenari multipli.

Attraverso i nodi decisionali che costituiscono la semantica dell'*Activity Diagram*, è possibile identificare le diverse alternative che possono caratterizzare uno scenario. Di seguito illustrati i costrutti:

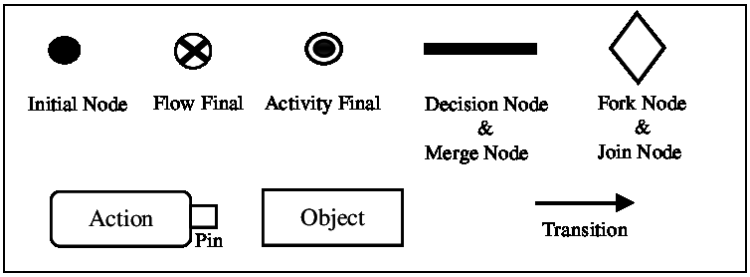


Figura 8. Costrutti diagramma delle attività UML, da [50]

Si ricordi che, l'UML ha anche introdotto una rappresentazione alternativa degli Use Case i quali possono essere descritti in maniera più intuitiva e stilizzata tramite i diagrammi degli Use Case, nei quali vengono indicati:

- Attori
- Livello degli Use Case: livello *summary*, *user goal* or *sub-goal*
- I confini di sistema
- Le relazioni tra gli attori e gli *Use Case*
- Le relazioni tra use case, le quali potranno essere relazioni di:
    - Generalizzazione: la relazione di generalizzazione che va da uno *Use Case* A ad uno *Use Case* B indica che lo *Use Case* B è una generalizzazione di A.
    - Estensione: una relazione di estensione da uno *Use Case* A al B esprime che l'interazione contenuta in A estende la sequenza di interazione contenuta in B
    - Inclusione: una relazione di inclusione dallo *Use Case* A al B esprime che lo *Use Case* contenuto in A include la sequenza di interazione contenuta in B.

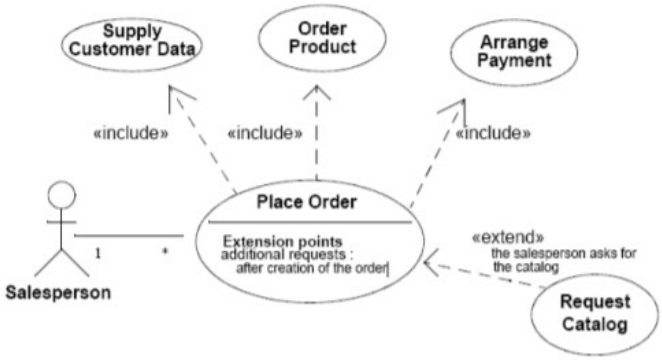


Figura 8. Esempio di rappresentazione alternativa di uno Use Case in UML, da [51]

Gli *Use Case* potranno essere usati sia in fase di *Elicitation* per documentare, negoziare e validare i requisiti sia in fase di specificazione finale dei requisiti di sistema.
L'ultimo strumento utilizzato per rappresentare i requisiti raccolti sono i **requisiti orientati alla soluzione.**
Questo strumento di *Elicitation* introduce nuove forme di documentazione delle informazioni.
Le prospettive verso cui orientare l'*Elicitation*, secondo [4], sono tre:

- *Data*
- *Function*
- *Behaviour*

Per ognuna di queste prospettive sono state definite alcuni linguaggi di modellazione.
I linguaggi esistenti sono l'EER e i diagrammi delle classi UML. Entrambi si basano sul concetto di entità, attributi, relazioni, associazioni e cardinalità.
Le entità sono insiemi di un oggetto o entità generica che detengono le stesse proprietà o attributi, questi ultimi infatti saranno le caratteristiche che caratterizzano una singola entità. Le entità coinvolte saranno poi legate tra loro da relazioni, che indicano operazioni svolte dalle entità su o con altre entità, alle quali viene assegnata una cardinalità che sta a indicare la numerosità delle entità coinvolte in una determinata relazione. Le generalizzazioni sono delle entità autosufficienti e indipendenti che hanno delle caratteristiche comuni ad altre entità di cui sono appunto il sovra-insieme.

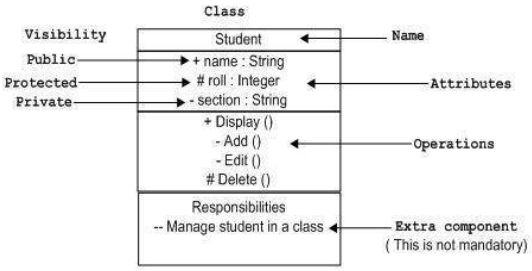
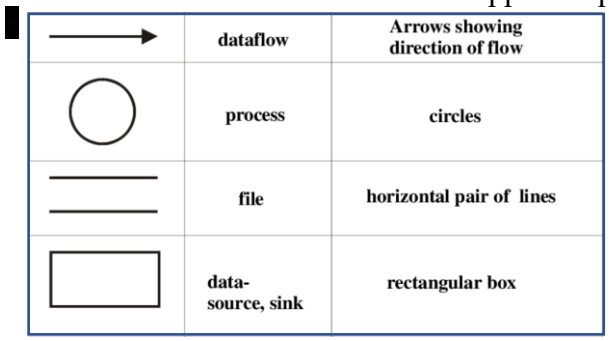


Figura 9. Notazione diagramma delle classi, da [47]

Per quanto riguarda la prospettiva funzionale sono necessari documenti che facciano visualizzare i processi e le informazioni e i dati scambiati durante ogni attività. Per questo esistono i ***Data flow diagram (DFD)*** attraverso i quali sono specificati:

- I processi
- Le sorgenti
- I confini del sistema
- Il data store

I DFD danno quindi vita a una rappresentazione dei processi che costituiscono il sistema, facendo osservare l'interazione fra sistema e utente o fra il sistema sviluppato e quelli già esistenti.



	dataflow	Arrows showing direction of flow
	process	circles
	file	horizontal pair of lines
	data-source, sink	rectangular box

Figura 10. Notazione grafica dei DFD, da [46]

Per i DFD sono necessari dei **Data Dictionary** all'interno dei quali sono definiti i dati scambiati e le attività svolte. Questo viene infatti prodotto in parallelo allo sviluppo del DFD.
L'ultima prospettiva, quella comportamentale, utilizza principalmente gli ***Statecharts***, meno complicati e più esplicativi rispetto ai **Finite Automata** i quali prevedono la definizione degli stati,

degli input, funzioni di transizione e un set di stati finali, il tutto corredato da delle funzioni logiche definite in partenza e identificati da simboli.
Lo Statecharts estende i *finite automata* apportando delle aggiunte circa le informazioni fornite, quali:

- Definire le azioni per gli stati e le transizioni
- Definire le transizioni condizionali
- Raffinamento gerarchico degli stati
- Modellare il comportamento concorrente

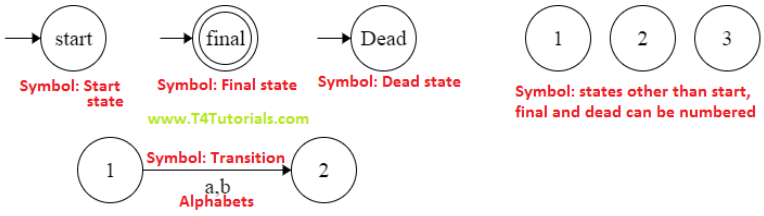


Figura 11. Notazione di finite automata, da [45]

Anche l'UML ha introdotto uno **State Machine Diagram**, simile allo statechart, che prevede uno stato iniziale che serve solo per passare da uno stato di default a un nuovo stato della macchina o del processo che attivi altre attività. Vengono poi indicati lo stato in cui la macchina si troverà negli stadi successivi, le transazioni e uno stato finale.
I trigger di un'operazione possono consistere nel completamento di un'attività o dal verificarsi di una particolare condizione. Gli eventi trigger possono essere definiti come:

- *Change event*: quando una condizione booleana passa da falsa a vera.
- *Time event*: quando viene soddisfatta una espressione di tempo.

In uno *state machine*, le attività che devono essere compiute per passare da uno stato all'altro vengono visualizzate in un riquadro che comprende i dati o le attività che devono verificarsi in entrata, l'attività da svolgere e i dati o le attività in output che devono essere rilasciate per far sì che avvenga la transizione.
Ovviamente ogni stato potrà essere decomposto in più sub-state, come per la *Statechart*, e allo stesso tempo quando viene attivato uno stato più sottostati possono attivarsi contemporaneamente in parallelo per soddisfare lo stato di livello più alto.

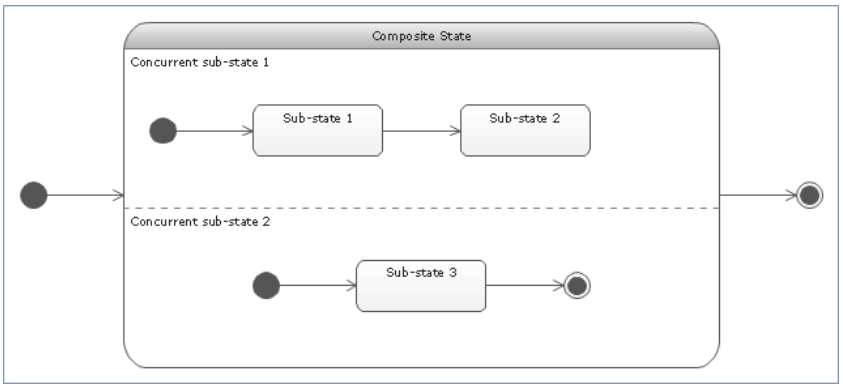


Figura 12. Esempio di State Machine Diagram secondo UML, da [44]

3.3.1.1. Composizione indice per la documentazione conclusiva dei requisiti

Tutti gli strumenti e i metodi fino ad ora elencati dovranno servire da fonte per stilare quello che sarà il documento definitivo che costituirà la dichiarazione ufficiale dei requisiti raccolti.
Secondo lo *standard IEEE 830-1998* [38], un buon documento dei requisiti dovrebbe essere così strutturato:

- **Introduzione**, nella quale verranno esplicitati:
    1. Finalità: che descriva l'intenzione per cui sono state elaborate tali specifiche circa lo strumento da utilizzare
    2. Scope: che descriva cosa dovrà fare il sistema sviluppato
    3. Definizioni, acronimi e abbreviazioni: esplicitati per meglio comprendere i requisiti del sistema e elementi che lo caratterizzano.
    4. Referenze: una lista di tutti i documenti a cui verrà fatto riferimento nella stesura dei requisiti
    5. Visione: fornisce una visione dei contenuti e della struttura dei documenti.
- **Descrizione generale**, nella quale saranno espresse:
    1. Prospettive del prodotto: mostra le relazioni esistenti con altri sistemi che potrebbero interfacciarsi con il sistema da sviluppare e con i vincoli che potrebbero influenzarne le interfacce.
    2. Funzioni del prodotto: contenente una *overview* delle funzionalità del prodotto
    3. Caratteristiche utente: in questa sezione vengono descritte le caratteristiche degli utenti che potrebbero influenzare le funzionalità del sistema.
    4. Vincoli: che potrebbero limitare le opzioni del sistema da sviluppare per motivazioni di tipo regolatorio o di tipo hardware, per via della ristrettezza delle interfacce o delle applicazioni utilizzabili, e vincoli di sicurezza.
    5. Assunzioni e dipendenze: in questa sezione verranno descritte assunzioni che definiranno quando e in che modalità alcuni componenti di sistema potranno definirsi disponibili.
- **Requisiti specifici**, nella quale verrà condotto un approfondimento delle informazioni raccolte nella precedente sezione di descrizione generale. Infatti, verranno specificati:
    1. Le interfacce esterne
    2. I requisiti funzionali
    3. Performance dei requisiti
    4. Requisiti logici di database
    5. Vincoli di progetto
    6. Attributi dei sistemi software
    7. Altri requisiti

Nello *IEEE Std 830 2009* però, oltre alle voci sopra indicate per ogni sezione, sono state inserite ulteriori voci per ***l'Overall Description*** **(descrizione generale) e per i Requisiti Specifici.** Le voci sono rispettivamente quella di *Ripartizione dei requisiti* e *Organizzazione dei requisiti specifici.*
Secondo uno studio [16] condotto da *K.Slhoub, M.Carvalho, W.Bond* circa "***Le pratiche raccomandate per la specificazione dei requisiti di sistema multi-Agenti"***, sarebbe utile aggiungere, alle sezioni che compongono la struttura del documento di raccolta dei requisiti, dei paragrafi che potrebbero essere d'aiuto nello stilare delle specifiche più corrette e complete.

Avendo i tre studiosi individuato 5 modelli di dati da esaminare, per lo studio e lo sviluppo di un MAS (Multi Agent System), ovvero dati del:

- Modello di dominio: esprime i requisiti con osservanza al mondo all'interno del quale sarà impiegato il sistema da sviluppare. Include una descrizione *dell'ambiente operativo, ambiente fisico/virtuale e le applicazioni di dominio*
- Modello dei ruoli: per esprimere i requisiti in termini di compiti o servizi svolti dagli agenti
- Modello degli agenti: riguarda la classificazione dei tipi di agenti e delle loro caratteristiche
- Modello delle interazioni: descrive l'interazione, cooperazione, negoziazione con gli utenti, con le risorse del sistema e altri agenti.
- Modello delle conoscenze: riguarda la descrizione del repository delle conoscenze che agli utenti potrebbero fornire spiegazioni, recovery information e utile per ottimizzare le loro performance,

hanno pensato a dei paragrafi aggiuntivi o modifiche che potrebbero migliorare la struttura documentativa.
Nella sezione **Introduzione**, la voce Overview dovrebbe contenere oltre ad una breve descrizione del contenuto del resto del documento anche una descrizione di come l'analisi dei 5 modelli di dati sia stata affrontata e presentata nel modello di SRS (System Requirements Specification).
Nella sezione **Overall Description** una nuova sottosezione sarebbe la *Prospettiva di dominio* che dovrebbe descrivere il modello di dominio da un punto di vista organizzativo. Il dominio dell'applicazione, e quindi la sua organizzazione, spesso infatti influenzano lo sviluppo del sistema.

Sempre nell'Overall Description, anche la voce *Product Function* subirebbe delle modifiche introducendo sia i ruoli degli agenti sia delle funzioni dell'utente.

Un'ultima sottosezione per l'Overall Description sarà poi la *Agent Perspective* all'interno della quale dovrebbero essere elencati e descritti i software e le loro principali caratteristiche.
Per la sezione **Specific Requirements** si propone una nuova sezione denominata *Agent Properties* per descrivere la dimensione dell'agente e aiutare i progettisti a creare gli stati interni di ogni tipo di agente.
Nella sottosezione *External interface* si consiglia invece di inserire descrizioni circa i meccanismi di comunicazione presenti e i messaggi scambiati tra i differenti tipi di utente, per dettagliare il modello di interazione del sistema.
Anche la sottosezione *Product Function* andrebbe modificata aggiungendo dettagli alla sezione di Agent Perspective dell'Overall Description e includendo sufficienti dettagli degli agenti software.
La sotto-sezione *Logical Database Requirements* potrebbe invece fornire informazioni più dettagliate su come gli agenti possano attingere alla conoscenza nella sfera dello Knowledge Model.
Con la sezione **Supporting Information** si renderebbero i documenti più facili da usare, attraverso tabelle, indici e appendici.Per cui, la nuova struttura della documentazione dei requisiti risulterà essere quella rappresentata nella figura sottostante:

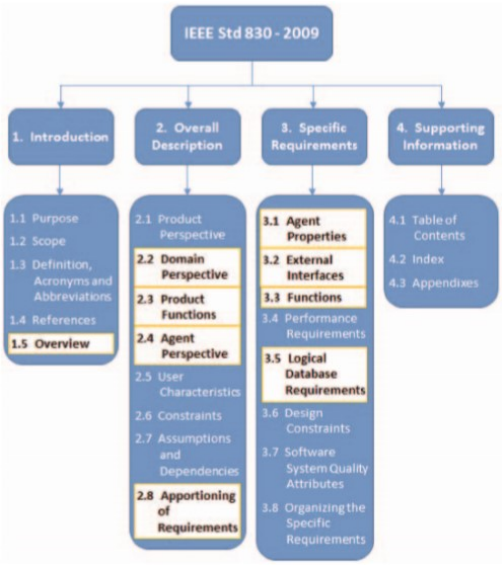


Figura 13. Struttura aggiornata del IEEE Std 830-2009, da [16]

3.3.3. Tecniche per l'attività di Validazione

Generalmente le attività che devono essere compiute per effettuare il processo di validazione, secondo [4], sono:

- La definizione degli obiettivi di validazione
- L'individuazione dei partecipanti richiesti per la validazione
- La scelta del luogo dell'incontro
- L'invito ai partecipanti

Potremmo dire quindi che le operazioni da compiere, a prescindere dalla tecnica usata, per svolgere tale attività di Requirements Engineering, sono molto simili a quelle che costituiscono le fasi di preparazione al requirements elicitation.

Le tecniche maggiormente utilizzate a supporto di tale fase sono quelle di:

- Ispezione
- Desk-Checks
- Walkthroughs
- Validazione usando i prototipi

Ispezione

La prima delle seguenti tecniche, l'ispezione, come tutte le altre ha l'obiettivo di verificare che non ci siano conflitti o ambiguità. Con l'utilizzo dei requirements artefact diventa più semplice individuare i difetti che potrebbero essere presenti all'interno dei requisiti. Le fasi tipiche dell'ispezione sono:

- La pianificazione: raccogliere il team di validazione
- Overview: presentazione degli artefatti da ispezionare
- Intercettazione dei difetti: identificazione dei difetti
- Collezione dei difetti: collezione e identificazione dei difetti identificati
- Correzione dei difetti: rilavorazione e risoluzione dei difetti emersi
- Follow-up: controllo delle correzioni fatte
- Riflessione: collezionare suggerimenti per il miglioramento dei processi

Le prime due fasi sono di preparazione all'ispezione. Durante la fase di pianificazione vengono individuati l'organizzatore, il moderatore, l'autore che ha creato l'artefatto, il lettore o presentatore che spiegherà il contenuto dell'artefatto senza lasciare spazio all'interpretazione dell'ispettore, gli ispettori che dovranno individuare i difetti e i minute-taker che documenteranno i risultati dell'ispezione e i difetti che emergeranno. Nella fase di overview, che fa sempre parte della preparazione, gli autori indicano quali artefatti ispezionare a chi prenderà parte alla validazione.
L'esecuzione della validazione inizia con l'intercettazione dei difetti, la quale potrà essere condotta in maniera autonoma da ogni ispettore oppure potrà vedere la creazione di gruppi di ispezione che si confronteranno l'un l'altro.
Segue poi la collezione dei difetti, la documentazione dei difetti individuati, oltre che un'attività di controllo per assicurarsi che gli ispettori abbiano documentato tutti i difetti.
Il follow-up sarà assicurarsi che tutti i difetti sono stati documentati, creare una classificazione dei difetti o conflitti per tipologia di requisiti e prestare attenzione alla corretta e completa documentazione dei risultati.
Per utilizzare tale tecnica bisogna tener conto che è necessario una adesione a uno stringente processo di ispezione, accettazione del ruolo specifico e capacità di far i conti con la numerosità dei partecipanti, con il loro background tecnico, che potrebbe influenzare le decisioni e le correzioni, con l'esperienza e con l'abilità di trattare con le ambiguità e le criticità riscontrabili.
Lo sforzo di tale tecnica può dirsi medio-alto in quanto vede il coinvolgimento di più stakeholder e la gestione di molti artefatti ma allo stesso tempo consente di effettuare un controllo dettagliato sugli artefatti, di verificare la comprensione dei requisiti raccolti e di verificarne ambiguità e comprensibilità. Ovviamente servirà a raggiungere un accordo tra gli attori che parteciperanno a tale fase di RE.

Desk-Checks

La seconda tecnica di validazione, la **Desk-Check**, prevede che vengano forniti agli esaminatori gli artefatti da esaminare. Ogni esaminatore valuterà individualmente gli artefatti, i difetti riscontrati verranno comunicati ai singoli stakeholder o ci si confronterà in gruppo.
Le procedure di confronto, nelle sessioni di gruppo, sono meno stringenti che nel caso dell'ispezione. Sono coinvolti gli autori degli artefatti e i revisori. Nel caso di una sessione di gruppo ci sarà un reader/presenter, un moderatore e un minute-taker. Molto spesso la stessa persona ricopre il ruolo sia di moderatore che di reader.
Ogni revisore controlla gli artefatti che gli sono stati assegnati e, per condurre la correzione degli artefatti, potrebbe servirsi delle istruzioni fornite direttamente dagli autori.
Il follow-up prevederà una collezione dei difetti e dei problemi emersi, i quali saranno documentati e verbalizzati per informare gli autori.
Nel caso di una sessione di gruppo, però, il moderatore potrebbe spiegare ed enunciare i requisiti di ogni sezione per confrontarsi col gruppo di revisore, il quale potrà commentare, al termine di ogni sezione, i requisiti e le loro discrepanze. Poiché però entra in gioco il fattore tempo, è probabile che durante una sessione di gruppo non tutti i requisiti vengano esaminati per cui sarà compito del moderatore individuare la priorità dei requisiti da controllare.
Questo approccio consente di ottenere feedback sugli artefatti dei requisiti dai singoli revisori, qualora però la sessione sia di gruppo, si ha anche la possibilità di discutere su questioni aperte o problemi, di raggiungere un accordo circa i requisiti e promuovere decisioni su alcuni requisiti.

Lo sforzo richiesto è minore rispetto a una ispezione e, allo stesso tempo, vengono individuati meno errori, quindi per requisiti critici è consigliabile utilizzare un'ispezione più che una desk-check.

Walktroughts

Questa tecnica non segue delle regole ben precise, ma favorisce il controllo anzitempo della fattibilità di alcune idee o concetti, l'ottenimento di informazioni e pareri da altre persone e verificare l'approvazione degli altri per ottenere un accordo.
La preparazione del walktroughts prevede la determinazione di coloro che prenderanno parte alla fase di validazione, quasi sempre le stesse persone che fanno parte del team di progetto. Poiché però, alle volte tale fase è fatta a valle di un rilascio preliminare del sistema o di uno skatch, è bene che prendano parte alla validazione non solo coloro che fanno parte del team ma anche coloro che saranno coinvolti direttamente nell' utilizzo dello skatch.
Durante tale attività l'autore descrive e mostra gli artefatti ritenuti più importanti, senza regole stringenti, al fine di risolvere alcune criticità che ha riscontrato e cercando quindi di precisare e soddisfare i goal di progetto. Quindi l'autore non segue una vera logica ma si lascia guidare dagli obiettivi che vuole raggiungere mantenendo un confronto costante con gli stakeholder coinvolti, senza vincoli di tempo specificati per l'incontro. È importante che partecipino gli stakeholder in grado di precisare le ambiguità emerse.
Il follow-up prevederà quindi una modifica e un aggiustamento dei requisiti da parte degli autori, secondo i feedback ottenuti dalla sessione di confronto. Tipicamente, un'ulteriore correzione e ricerca di eventuali errori non rintracciati durante la sessione verrà condotta dagli autori.
Gli aspetti positivi di tale approccio saranno la possibilità di un confronto fra le parti e il raggiungimento di un accordo in modo informale derivante da uno scambio di idee sia tra gli stakeholder interni che esterni.
La difficoltà nell'ottenere in tempi rapidi una validazione dagli stakeholder è legata al numero di partecipanti alla sessione e dalla comprensibilità dei requisiti presentati.

Prototipi

Ultimo tipo di validazione potrebbe essere quella effettuata sulla base della realizzazione di un prototipo, anticamera del sistema che dovrà essere realmente realizzato per l'azienda cliente. Le tecniche precedentemente illustrate, infatti, molto spesso mantengono ad un livello astratto la descrizione delle funzionalità che dovranno essere necessarie per far funzionare il sistema. Non sempre i requisiti raccolti risultano chiari rispetto alle funzionalità che comporteranno.
Per questo, spesso è richiesta la creazione, sulla base dei requisiti più importanti raccolti e dei vincoli di costo e tempo, di un sistema preliminare che mostri ai clienti e li renda consapevoli delle funzionalità che il sistema potrebbe avere e dell'utilizzo che se ne potrà fare.
Sulla base quindi degli scenari o dei goal raccolti in fase di elicitation si dà il via alla progettazione del prototipo.
Creato il prototipo sulla base degli scenari ritenuti più importanti, vengono poi verificate le conformità ai requisiti e il funzionamento, validando così i requisiti ritenuti soddisfatti dal sistema preliminare.
Sulla base dei feedback avuti dagli stakeholder e dei questionari che potrebbero essere stati preparati dagli autori dei requisiti e dagli sviluppatori del sistema, i revisori controllano i difetti emersi e

rielaborano alcune funzionalità, anche effettuando una nuova osservazione delle operazioni svolte dal prototipo creato.
In realtà i difetti potrebbero già emergere durante lo sviluppo della prototipazione, in quanto alcune ambiguità potrebbero comprometterne lo sviluppo o ritardarlo. Tramite il prototipo è possibile intercettare difetti che altrimenti sarebbero visibili solo a valle dello sviluppo del sistema definitivo, tramite l'esecuzione dei test, con un incremento conseguente dei costi di risoluzione che potrebbero essere elevati visto l'intervento ormai tardivo di risoluzione.
In aggiunta alle tecniche usate per la validazione, esposte nel libro [4], un'ulteriore tecnica potrebbe essere la **Matrice di tracciabilità.**
Tale matrice, come descritta in [17] consiste nel confronto fra gli obiettivi del sistema o applicazione con i requisiti del sistema. viene stabilita una corrispondenza fra gli obiettivi e come questi siano soddisfatti da ogni requisito. In questo modo emergeranno inconsistenze e obiettivi insoddisfatti.

3.3.4. Tecniche per l'attività di negoziazione

La fase di negoziazione potrebbe considerarsi come una fase di transizione e fra l'elicitation e la documentazione e fra la documentazione e la validazione. Più volte durante il RE gli stakeholder si troveranno a dover valutare e negoziare alcune delle richieste fatte o delle decisioni prese, in quanto, lungo la sua esistenza, l'intero progetto potrebbe subire delle modifiche dovute alla variazione di contingenze interne ed esterne.
A supporto dell'attività di negoziazione, gli strumenti più utilizzati sono:

- L'approccio win-win
- E la matrice di interazione

L'approccio win-win

Ci sono, come si evince in [39] tre possibili situazioni che possono verificarsi durante la fase di negoziazione:

- Win-lose: alcuni stakeholder vincono a scapito di altri;
- Lose-lose: nessuna delle due parti in conflitto raggiunge il proprio obiettivo;
- Win-win: tutte le parti raggiungono i propri obiettivi;

raggiungere la situazione di Win-Win è quello che tutti gli stakeholder che partecipano alla fase di Requirements Mangament vorrebbero avere, o meglio è la situazione che non scontenterebbe nessuna delle due parti. Per ottenere un risultato che sia di tipo Win-Win però è necessario:

- Comprendere cosa vogliono le parti per vincere: gli ingegneri dei requisiti devono intercettare cosa potrebbe risultare un beneficio per tutte le parti coinvolte. Non riuscire a mettersi nei panni degli stakeholder è un fattore che candida alla possibilità di non raggiungere una situazione di Win-Win.
- Far emergere aspettative adeguate: è bene che non vengano usate come guida delle aspettative che possano essere fuorvianti e che non siano state elaborate tenendo conto delle difficoltà che potrebbero generare durante lo sviluppo del sistema stesso. Per stabilire una visione realistica e delle aspettative realizzabili, è necessario:
    - Partecipare a discussioni circa le aspettative degli stakeholder. In questo modo aspettative non realistiche verranno individuate e modificate
    - Mettersi nei panni degli stakeholder
    - Usare dei criteri oggettivi per la definizione delle aspettative
    - Le aspettative dovrebbero essere guidate dall'esperienza.

Un approccio del genere consentirà di creare un gruppo proattivo e proteso ad individuare una soluzione che sia unanime e che porti soddisfazione a tutte le parti.

L'MPARN process

Un'estensione dell'approccio *Win-Win*, che non sempre risulta efficace nella risoluzione dei conflitti, è il *Multi-Criteria Preference Analysis Requirements Negotiation* (MPARN) model. L'MPARN si basa sulla presunzione che coloro che dovranno prendere le decisioni abbiano definito delle funzioni di preferenza che riflettano i compromessi tra criteri contrastanti. La funzione di preferenza più comune è:

$$Value = \sum_{i=1}^{k} w_i \times s_{ij}$$

dove k è il numero di criteri e j rappresenta l'alternativa in esame. La variabile wi rappresenta l'importanza relativa del criterio i e la variabile sij rappresenta il raggiungimento relativo dell'alternativa j sul criterio i, come descritto in [40].
Per cui l'MPARN, oltre agli step canonici della WIN-WIN che prevedono **1.** Elicitare le condizioni win, **2.** Identificare i problemi e 3. esplorare le risoluzioni ai problemi, **4.** Prevedere le fasi di esplorazione di criteri oggettivi prima di definire una funzione di preferenza, **5**. Valutare le opzioni di risoluzione sulla base dei criteri definiti, **6**. Valutare i pesi relativi dati ai criteri dagli stakeholder **7.** Viene formulato un rank delle opzioni sulla base dei pesi dati ai criteri ed infine **8.** Si raggiunge un accordo post-analisi.

Matrice di interazione

Con la matrice di interazione, secondo [41], vengono messi a confronto tutti i requisiti per valutare, qualora siano presenti, ambiguità o sovrapposizioni.
La matrice vedrà quindi sia nelle colonne che nelle righe i requisiti fino ad ora raccolti e verrà riempita, effettuando un confronto uno ad uno tra i requisiti. Nelle caselle della matrice verrà inserito 1 nel caso in cui emergano conflitti e 0.001 nel caso in cui emergano sovrapposizioni. Approssimativamente tale tecnica potrà essere utilizzata con non più di 200 requisiti raccolti.
La somma dei valori sulle righe, calcolata per ogni colonna, ci darà l'idea dei conflitti esistenti per ogni requisito e delle relative sovrapposizioni, così da individuare i conflitti su cui lavorare per trovare una nuova soluzione e un nuovo accordo sul requisito considerato ambiguo.

3.3.5. Tecniche e metodi per l'attività di Management

L'attività di management è un'attività di supporto che opera in parallelo a tutte le attività fino ad ora approfondite.
La gestione infatti dei requisiti avviene tramite anche l'attività di documentazione, di validazione e di negoziazione.
Al fine di rendere efficace tale gestione e di rendere efficiente il *Requirements Engineering*, il *Requirements Management* prevede due attività di fondamentale importanza:

- L'attività di tracciabilità dei requisiti
- L'attività di prioritizzazione dei requisiti

Per quanto riguarda **l'attività di tracciabilità**, questa può essere effettuata o tramite delle matrici o tramite dei grafici che diano modo di visualizzare l'artefatto del requisito e l'obiettivo a cui esso è legato e per il quale è stato creato.
La matrice di tracciabilità infatti collega ogni scenario all'obbiettivo corrispondente introducendo anche delle tipologie di relazioni fra scenari e obiettivi:

- Lo scenario *soddisfa* un dato obiettivo
- Lo scenario è *in conflitto* con un dato obiettivo
- Lo scenario *si basa su* un dato obiettivo

I grafici di tracciabilità legano graficamente, tramite delle linee, goal, scenari e requisiti ad essi legati, differenziando i link sulla base delle stesse tipologie di relazioni usate per la matrice di tracciabilità.

La tracciabilità può essere mantenuta anche valutando alcuni criteri che di ogni requisito definiscano:

- La fonte
- Lo stato aggiornato
- Le modifiche effettuate sul requisito e da chi queste siano state condotte
- I rischi che lo caratterizzano
- La versione aggiornata
- La priorità
- Identificativo

L'annotazione di tali criteri di tracciabilità viene spesso supportata da semplici strumenti software, come il più comune Excel.

Per quanto riguarda **l'attività di prioritizzazione,** le tecniche che potrebbero essere utilizzate sono molte. La scelta dipenderà dai tipi di criteri che si vuole valutare per dare un ordine di importanza ai requisiti.

Tra quelle proposte dalla letteratura [4], vi sono:

- *Ranking*
- *Top-ten*
- *One-criterion classification*
- *Kano classification*
- *Wiegers' prioritisation matrix*
- *Cost-value approach*

Le prime due tecniche si basano sul far identificare un criterio di priorità agli stakeholder, da seguire per la classificazione dei requisiti. Un criterio potrebbe essere, ad esempio, il rischio e su questo valutare l'importanza di tutti i requisiti definiti. La top-ten classifica però solo i 10 requisiti ritenuti più importanti per la riuscita del progetto o sistema.

La terza tecnica di classificazione prevede sempre la definizione di un criterio, questo criterio di prioritizzazione però dovrà avere una scala di valutazione tramite la quale potrà essere valutato ogni singolo requisito sulla base della definizione della classificazione o metrica adottata.

La **Kano Classification**, invece, è orientata a valutare la soddisfazione dello stakeholder. Le caratteristiche del sistema verranno infatti classificate, secondo [43], in:

- *Dissatisfier*: un requisito è definito tale se è necessario per rendere disponibile il sistema sul mercato
- *Satisfier*: se un requisito influenza positivamente il grado di soddisfazione del cliente
- *Delighter*: se il cliente non è consapevole di tale requisito o non si aspetta la sua realizzazione ma l'implementazione di questo aumenterà ampiamente la customer satisfaction.

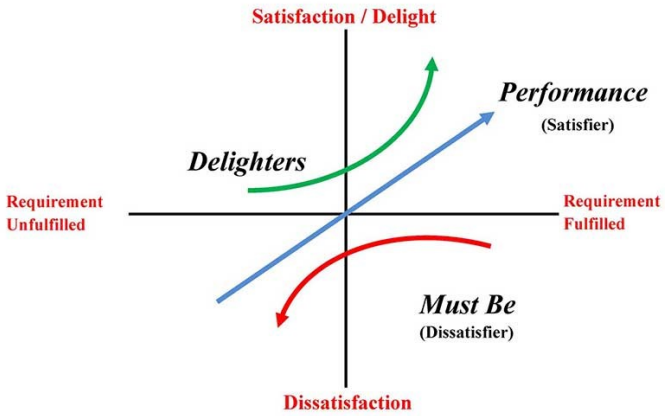


Figura 14. Rappresentazione classificazione Kano, da [48]

L'approccio usato, descritto in [4], per classificare le caratteristiche di sistema segue i seguenti step:

1. Identificare un set di caratteristiche di sistema da classificare
2. Creare un questionario che contenga una domanda per ogni caratteristica di sistema per comprendere come reagirebbe il cliente a una realizzazione o meno della caratteristica discussa
3. Analizzare le risposte e calcolarne i valori medi
4. Identificare classi delle caratteristiche per ogni caratteristica di sistema

Invece, il criterio di classificazione a uno può essere esteso ad una classificazione a due, ovvero vengono utilizzati due criteri di valutazione, ad esempio urgenza e rischio. Per entrambi i criteri viene creata una scala di valutazione, qualitativa o semi-qualitativa, e in base alla classe in cui il requisito ricadrà, valutandone i due criteri, gli verrà assegnato un determinato grado di importanza

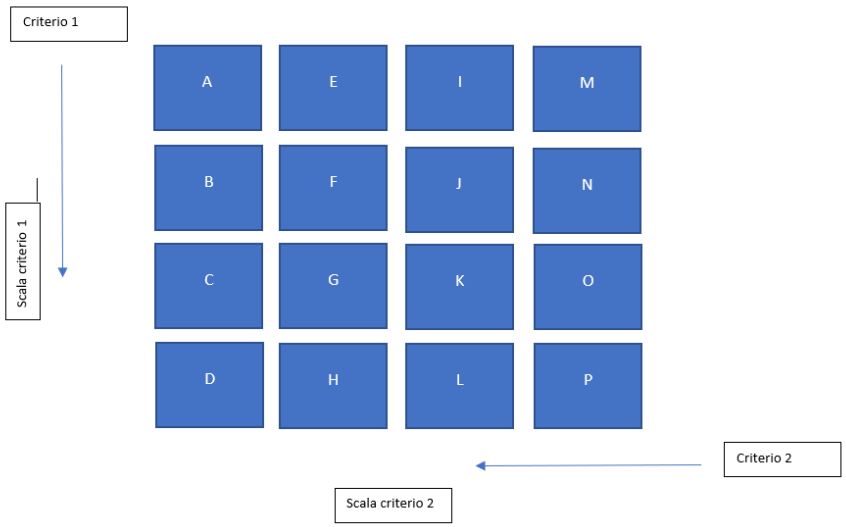


Figura 15. Estensione del criterio di classificazione a uno, modificato da [4]

Un altro strumento di prioritizzazione dei requisiti è la **Wieger's Prioritisation Matrix**.
Tale matrice tiene conto contemporaneamente di 4 criteri:

- Beneficio
- Costo
- Rischio
- Penalità

e funziona se non esistono interazioni tra i requisiti esaminati. Attraverso una definizione del peso di ogni criterio e il calcolo della media pesata relativa all'influenza che ognuno di essa ha sui requisiti esaminati, è possibile creare un ranking della priorità dei requisiti.
L'**approccio cost-value** [42]**,** invece, definisce 5 step:

1. Gli ingegneri dei requisiti rivedono i requisiti candidati per assicurarsi che i requisiti siano definiti in modo chiaro e completo
2. I clienti e gli utenti determinano il valore relativo di ogni requisito usando un metodo di confronto a coppie dell'Analytic Hierarchy Process (AHP), tecnica di supporto alle decisioni multicriterio.
3. Il costo relativo per implementare ogni requisito è stimato dall'esperienza degli ingegneri del software usando il confronto AHP
4. Il costo relativo e il valore di ogni requisito sono calcolati usando AHP. Viene creato un diagramma valore-costo.
5. Il diagramma valore costo è usato dagli stakeholder come mappa concettuale per analizzare e discutere i requisiti.

Un esempio di scala utilizzata per effettuare il confronto tra requisiti, all'interno di una matrice nxn, è dato dalla seguente tabella in [4]:

Intensità relativa	Spiegazione
1	Di eguale valore- due requisiti sono di uguale valore
3	Leggermente di maggior valore- l'esperienza è di poco a favore di un requisito sull'altro
5	Essenziale o di valore forte- esperienza fortemente a favore di un requisito sull'altro
7	Grandissimo valore- un requisito è fortemente favorito e la sua dominanza è dimostrata nella pratica
9	Di valore estremo- l'evidenza a favore di un requisito rispetto all'altro è del più alto ordine possibile di affermazione.
2,4,6,8	I valori intermedi fra due giudizi adiacenti – quando è necessario un compromesso

Tabella 4. Scala per un confronto a coppie correlato al valore, da [4]

All'interno della matrice di confronto verranno inseriti tali valori sulla base del confronto valutato dagli ingegneri dei requisiti. Sulla base dei pesi relativi di ogni requisito, valutato una volta sulla base del criterio costo e una volta sulla base del criterio valore, sarà possibile definire a quale categoria di priorità apparterrà il requisito.

Quindi si effettua il confronto tra i requisiti, per ognuno dei due criteri:

	R1	R2	R3
R1	1	1/4	5
R2	4	1	3
R3	1/5	1/3	1

Tabella 5. Matrice di confronto, da [4]

Si definisce il vettore di priorità, dividendo la somma di ogni casella della matrice per la sommatoria dei valori contenuti nella colonna di appartenenza. Fatto ciò si calcola la somma dei valori di ogni riga e la si divide per il numero di requisiti messi a confronto e si ottiene:

	R1	R2	R3	Somma	Vettore di priorità stimato
R1	0,19	0,16	0,55	0,9	0,3
R2	0,77	0,63	0,33	1,73	0,58
R3	0,04	0,21	0,11	0,36	0,12

Tabella 6. Vettore di priorità riguardo il valore dei requisiti, da [4]

Compiuti tali calcoli per i due criteri, verranno utilizzati i componenti dei vettori ottenuti come ordinate e ascisse del grafico **costo-valore,** così da individuare la categoria di priorità a cui appartiene ciascun requisito.

3.4. Necessità per Automation & Control e *overview* dell'approccio proposto

Le tecniche e i metodi che fino ad ora sono stati esposti e approfonditi sono serviti da ispirazione per dar vita ad un approccio che sia efficace e conforme all'esigenza manifestata da *Automation &*

Control nel voler creare uno strumento e una documentazione che supporti la loro attività di *Pre-Sale* e *Business Blueprint*.

È fondamentale per l'azienda creare uno strumento che consenta di mantenere la propria credibilità di fronte al cliente e che li aiuti a standardizzare le pratiche da eseguire al fine di riuscir a comprendere, in tempi rapidi e con costi contenuti, le necessità delle aziende che richiedono la sua consulenza.

Riuscire quindi in tale intento vorrà dire seguire quelle che sono le indicazioni che la letteratura e gli standard hanno proposto e propongono in ambito di *Requirements Engineering*.

Al fine di non stravolgere le partiche attuali e incentivare l'utilizzo di nuove pratiche standard, si potrebbe favorire l'introduzione di un approccio, per la raccolta dei requisiti, che veda una strutturazione in fasi:

- Fase 1: una fase di approfondimento del contesto di appartenenza del cliente che ha richiesto il servizio e l'esperienza di Engineering
- Fase 2: una fase di confronto diretto con il cliente, durante il quale si cerchi di rintracciare le reali esigenze di quest'ultimo e le criticità del suo attuale sistema
- Fase 3: una fase di analisi della realtà del cliente che sia finalizzata a identificare e comprendere i processi che la caratterizzano, individuando eventuali conflitti o ambiguità derivanti dalla fase 2 e a dettagliare i requisiti utente.
- Fase 4: una fase di definizione di quelli che potrebbero essere i requisiti di business e quindi le funzionalità che bisognerà soddisfare per introdurre il nuovo sistema all'interno del business del cliente e migliorarlo, previa validazione da parte del cliente.

A supporto di tali fasi, ovviamente dovranno essere fornite delle tecniche che consentano di seguire le attività previste dal Requirements Engineering, vale a dire:

- *Elicitation* e analisi
- Documentazione
- Negoziazione
- Validazione

L'attività di *Elicitation* caratterizzerà tutte le fasi individuate seppure sarà condotta, per ognuna di esse, con intensità differente sulla base del contesto da esaminare e delle criticità riscontrate lungo l'iniziativa. Tale attività sarà sempre supportata da quella di documentazione.
L'attività di negoziazione caratterizzerà principalmente le ultime tre fasi, insieme all'attività di validazione che la seguirà sistematicamente.
Per l'attività di *elicitation* sarà opportuno definire un approccio che consenta di riuscire a rintracciare tutte le informazioni utili per conoscere fino in fondo le pratiche, gli attori e le operazioni che caratterizzano il business del cliente. Sarebbe quindi opportuno definire una sorta di check-list che funga da guida per lo studio del caso.
Al fine di mantenere, inoltre, una tracciabilità dei requisiti, risulterà necessario definire degli attributi che, nelle diverse fasi, consentano di monitorare lo stato del requisito così da verificare se sia necessario agire su un determinato requisito o se questo potrà considerarsi consistente e definitivo.
A valle della seconda, della terza e della quarta fase verrà, oltre tutto, valutata la priorità dei requisiti fino ad ora raccolti.

Per ognuna delle fasi sarebbe utile riuscire subito a classificare i requisiti in requisiti funzionali e requisiti di qualità e riuscire ad individuare i vincoli interni ed esterni del contesto esaminato.
A tal proposito, risulterà utile fare riferimento a standard, come ad esempio la ISA-95, che descriveranno in dettaglio le caratteristiche che un sistema informativo a supporto della produzione industriale dovrà o potrà fornire dando indicazione sulle informazioni che sarà necessario richiedere al cliente.
Sulla base di tali linee guida, l'obiettivo del lavoro di tesi è stato creare un approccio di raccolta dei requisiti che dia la possibilità di assicurare al cliente un sistema conforme alle sue esigenze, riducendo errori ed ambiguità che nel corso del ciclo di vita di un'iniziativa o progetto possono manifestarsi e che allo stesso tempo dia ad A&C tool efficaci che gli consentano di individuare, in tempi brevi, *customer needs* e *pains*.

Nel prossimo capitolo verrà mostrato in dettaglio il metodo che, durante l'attività di tirocinio, è stato pensato per il *Competence Center* di *Automation & Control*, in particolare per *Industrial Manufacturing & White*, presso Engineering Ingegneria Informatica S.p.a.

4. Metodo di Requirements Engineering per il mercato IM&W di "*Automation & Control*"

Engineering è una organizzazione che opera su diversi mercati offrendo per ognuno di essi servizi informatici differenziati. L'attività di tirocinio è stata condotta presso il centro di competenza *Automation & Control* della divisione *Industry*, nella quale ci si occupa di offrire al cliente sistemi informativi che facilitino la gestione e lo scambio di informazioni all'interno dei loro processi industriali redendo gli asset integrati e connessi. Tra i sistemi informativi (S.I.) offerti da A&C quello sicuramente più complesso e più richiesto è il *Manufacturing Operations Management System* (MOM), un'estensione del *Manufacturing Execution System* (MES). Altri sistemi specializzati nel controllo dei processi aziendali come *Supervisor Control and Data Acquisition* (SCADA) o Programmable logic controller (PLC) costituiscono il portfolio aziendale.
La mission del *Competence Center* e dell'attività di tirocinio è stata quella di creare uno approccio e fornire degli strumenti che supportassero i team coinvolti nelle iniziative nel riuscire a reperire informazioni circa lo stato del business del cliente e le reali esigenze di quest'ultimo quindi riuscire a comprendere le motivazioni che lo hanno spinto a richiedere una consulenza di natura informatica. Tali informazioni sono fondamentali non solo per inquadrare il contesto della società richiedente ma anche per proporre un sistema informativo su misura per il cliente, adattato al profilo e alle esigenze di quest'ultimo.
Per riuscire a formulare tale approccio sono stati utili gli strumenti, le tecniche e gli standard descritti nei capitoli precedenti.
Per effettuare una buona raccolta e analisi dei requisiti non è necessario solo avere chiare le pratiche e gli strumenti che le caratterizzano ma avere anche buona conoscenza del sistema o soluzione che si vuole offrire al cliente oltre che avere acquisito una certa esperienza nel mercato in cui questo opera. Oltre agli strumenti standard che la letteratura propone, il lavoro è stato ispirato anche da attività di Project Management riadattate alle esigenze e alle attuali pratiche presso A&C.
Lo scopo del lavoro sarà quello di creare un metodo che accompagni l'azienda in una gestione strategica delle fasi di Pre-Sale e Business Blueprint con un approccio standard fruibile a tutti i team e applicabile a iniziative di mercati differenti.
L'obiettivo quindi sarà standardizzare le pratiche di Pre-Sale e Business Blueprint, documentare in maniera strutturata e tematica le informazioni che vengono scambiate e fornite dal cliente e creare un repository che possa essere sfruttato da Engineering anche nei progetti che la vedranno impegnata in futuro. Avere una raccolta di informazioni chiave su progetti passati potrebbe accelerare la risoluzione di problematiche e criticità che si manifesteranno in progetti futuri simili.

4.1. Attori coinvolti e stato attuale delle attività di Pre-Sale e Business Blueprint

Prima di passare alla descrizione dell'approccio formulato durante il periodo di stage in azienda, è bene riuscire ad individuare gli attori che sono coinvolti lungo la fase di Pre-Sale (PS) e Business Blueprint (BBP) presso il Competence Center *Automation & Control (A&C)*.

L'attività di Pre-Sale viene generalmente rappresentata da due passaggi principali:

- Il primo step prevede, da parte dell'*Initiative stakeholder*, la proposta al *team di delivery*, definito nella Tabella 7, di Automation & Control di una nuova iniziativa di progetto, fornendo alcune informazioni di contesto su di essa.

- Il secondo step prevede invece un confronto tra il cliente e il team di delivery. Questo secondo step potrebbe a sua volta suddividersi in due momenti. Il primo è rappresentato da un confronto durante il quale vengono raccolte le esigenze del cliente, identificate le criticità dello stato attuale del business e stesi i primi requisiti utente. Questo confronto potrebbe svolgersi o presso il cliente o nella sede di A&C. il secondo momento, non sempre previsto, è quello caratterizzato da un'attività di Assessment durante la quale il team di delivery si recherà presso il cliente per rilevare, ancora una volta, *needs&pains* ma allo stesso tempo per stilare, in modo più dettagliato, quelli che potrebbero essere i requisiti che caratterizzeranno la proposta di TO BE. Il tutto attraverso un incontro che prevederà una durata maggiore rispetto a quello avuto precedentemente. A valle del primo confronto o del secondo, se previsto, il *team di delivery* fornirà la proposta di una soluzione che se accettata dal cliente condurrà alla fase di BBP.

Qualora sia possibile procedere con la fase di BBP, il team di delivery si occuperà di stilare i requisiti di business del S.I. richiesto. Ognuno di questi requisiti dovrà prima essere validato dal cliente per poter avviare il *Kick-off* di progetto.

Le fasi e gli step appena esposti verranno approfonditi nel capitolo successivo. Definiamo e descriviamo adesso nel dettaglio gli attori che prendono parte a tali attività.

Al primo step, relativo alla proposta dell'iniziativa, parteciperanno:

- Lato A&C
  - *L'Initiative stakeholder*: questo ruolo potrebbe essere ricoperto o dall'accounting manager di A&C il quale propone al gruppo di A&C, che gestisce l'area di mercato alla quale appartiene il cliente, l'iniziativa in gioco fornendo alcune informazioni chiave circa il contesto del cliente e le esigenze espresse. Spesso è possibile però che l'iniziativa venga promossa direttamente da un Project Manager o da un Responsabile di Mercato in seguito alla richiesta di un cliente per il quale si è già lavorato in passato.
  - Il responsabile di mercato di A&C: colui che si occupa di gestire i progetti relativi all'implementazione di sistemi informativi per una precisa area di mercato. Tale area di mercato potrebbe essere quella relativa all'industria discreta, continua o batch e più specificatamente riferirsi ai settori quali *pharma*, *automotive*, *food&beverage*, *fashion* o *manufacturing*. Il ruolo del responsabile sarà quello di formare un team di delivery e guidarlo soprattutto durante la fase di *Pre-Sale*, avendo grande esperienza nel settore e quindi essendo in grado di prevedere le difficoltà o le peculiarità che potrebbero palesarsi durante l'iniziativa.
- Lato cliente
  - Manager di produzione: il quale potrebbe essere intenzionato a migliorare e ottimizzare i processi e le problematiche che caratterizzano i processi di manufacturing del proprio business
  - Manager strategico: il quale potrebbe essere intenzionato ad automatizzare e informatizzare il business così da renderlo più competitivo e a certificare l'azienda migliorandone la credibilità, rispondendo così alle sfide lanciate dall'Industry 4.0
  - L'accounting o il financial manager: i quali sono interessati a ridurre i costi aziendali automatizzando i processi e gestendo le varie attività in modo più smart.

Per il secondo step della fase di PS, che come anticipato prevede un confronto più breve con il cliente e uno, l'Assessment, non sempre possibile e di più lunga durata presso il cliente, saranno coinvolte le stesse figure:

- Lato A&C
    - Il business developer: che definisce gli obiettivi strategici dell'iniziativa
    - Il responsabile del mercato
    - Il project manager: colui che sarà incaricato di coordinare le attività e le risorse del progetto, quest'ultimo spesso proveniente dall'area tecnica o di sviluppo di Automation & Control. La sua conoscenza sullo specifico sistema software da proporre al cliente agevolerà l'emergere dei requisiti necessari
- Lato cliente
    - Il project manager: incaricato di seguire, lato cliente, l'andamento del progetto e verificare che vengano seguite le indicazioni date nella precedente fase dai manager che hanno sponsorizzato l'iniziativa
    - Il responsabile del *plant*: sarà quasi sempre il responsabile di produzione il quale ha una conoscenza a 360° dei processi che caratterizzano l'attività di produzione e che quindi sarà in grado di esporre al *team di delivery* le esigenze della propria realtà produttiva
    - Il responsabile IT: sarà colui che ha conoscenza di eventuali sistemi informativi e delle eventuali tecnologie informatiche presenti nello stabilimento e con i quali il sistema software proposto dovrà integrarsi
    - I responsabili delle diverse aree funzionali dello stabilimento: ingegnere di produzione, ingegnere della qualità, responsabile della manutenzione e ingegnere responsabile della supply chain.

Nella fase di *Business Blueprint*, saranno coinvolti:

- Lato A&C
    - Il project manager
    - Analista funzionale: che dovrà occuparsi di definire quali saranno i requisiti e le successive funzionalità che potranno essere implementate nel sistema software proposto per l'iniziativa
- Lato cliente, potrebbero partecipare
    - Responsabile della produzione di stabilimento
    - I <u>responsabili di ogni area operativa</u> dello stabilimento del cliente: il che vorrebbe dire almeno avere la possibilità di confrontarsi con il <u>responsabile della qualità</u>, <u>il responsabile della produzione, il responsabile della manutenzione</u> e <u>il responsabile delle attività di *inventory*</u> (relative alle *stock management*) più il <u>responsabile IT</u> che sia in grado di fornire informazioni circa gli attuali sistemi informativi in uso nel plant e di come questi attualmente si interfacciano e operano.

Le figure appena elencate rispecchiano già le indicazioni che i manuali di Requirements Engineering propongono circa gli attori da coinvolgere non solo nella fase di Pre-Sale ma anche nella fase di Business Blueprint.

Per identificare più semplicemente tutti gli stakeholder del Competence Center che partecipano all'attività di raccolta dei requisiti utilizzeremo il termine Team di delivery che, per le due fasi di PS e BBP, è definito come indicato nella matrice RACI sottostante:

RACI: Team di delivery	Pre-Sale	Business Blue Print
Responsabile di mercato	R	A
Business developer	A	I
Project manager	C	R
Analista funzionale		C

Tabella 7. Matrice RACI Team di delivery

L'approccio per la raccolta dei requisiti elaborato durante l'attività di tirocinio non vede la sostituzione delle figure sopra descritte, piuttosto prevede il coinvolgimento di nuovi attori in alcune delle fasi individuate.
In particolare, per l'attività di Assessment e di Business Blue Print sarebbe auspicabile la collaborazione e la presenza:

- Lato A&C: di un responsabile dello sviluppo software che sia in grado di supportare il PM e l'analista nell'identificare i requisiti e le criticità che potrebbero riscontrarsi sviluppando le funzionalità connesse ad alcuni requisiti, quindi un esperto della suite che si vuole fornire.
- Lato cliente: sarebbe opportuno coinvolgere, in fase soprattutto di BBP, anche gli utenti finali che dovranno interfacciarsi con il sistema e utilizzarlo, in modo tale da verificare prima della validazione se alcuni requisiti potrebbero impattare negativamente su pratiche attualmente in uso nello stabilimento o non essere conformi o poco adattabili ad esse.

Ovviamente la partecipazione di tali attori alle fasi di *Pre-Sale* e di *Business Blueprint* è auspicabile o, quanto meno, dovrebbe essere proposta anche se non è detto che possa essere resa possibile visto le limitazioni che spesso il budget dell'iniziativa impone.
Sicuramente la partecipazione di utenti finali lato cliente e sviluppatori della specifica suite lato A&C sarebbe fondamentale ai fini di un'analisi e di una proposta tecnica ancora più conforme e corretta che soddisfi le aspettative del cliente.
Definite quindi le personalità e i ruoli necessari alla buona condotta della fase di *Pre-Sale* e *Business Blueprint*, introduciamo le fasi che la caratterizzeranno e che seguono, in modo rielaborato e riaggiornato, le attività necessarie al *Requirements Engineering* suggerite in letteratura.
Le fasi di cui abbiamo accennato sopra coincideranno con le fasi dell'approccio pensato per A&C che nel metodo saranno maggiormente definite e meglio identificate. Ciò che si è cercato di garantire sono una logica e degli strumenti che le supportino.

4.2. Le fasi del metodo di raccolta dei requisiti progettato per "Automation & Control",IM&W

Come preannunciato nel capitolo precedente, Le fasi che conducono al Kick-off di progetto, seppure non sempre quella di Assessment sia possibile, in linea di massima saranno:

- Primo contatto con il cliente
- Breve confronto con il cliente
- Assessment
- Business Blue Print

L'approccio formulato durante l'attività di tirocinio prevede di distinguere più marcatamente tali fasi e di individuare quali attività, logiche e strumenti dovranno caratterizzarle.
Poiché la fase di Assessment non è sempre resa possibile, si è cercato di potenziare la fase subito a valle del primo contatto che si ha con il cliente, in modo tale da renderla sostituibile all'Assessment.
Gli step individuati per la raccolta dei requisiti saranno identificati dai seguenti momenti, così chiamati:

1. *Initiative Identikit*
2. *Quick onBoarding*
3. *Assessment*
4. *Business Blue Print*

Vengono descritte di seguito le funzioni delle fasi appena elencate.

4.2.1. Initiative Identikit

La fase di *Initiative Identikit*, come preannuncia il nome stesso, serve per creare un identikit del cliente con il quale ci si accinge a trattare. Tendenzialmente, gli attori coinvolti in tale fase saranno business/production manager (BM/PM) del cliente e l'*Initiative stakeholder* (I.Id) di Automation & Control.
In questa prima fase di confronto tra gli stakeholder, bisogna tenere presente che le informazioni che potranno essere reperite saranno più di carattere strategico che di carattere tecnico, in quanto i due attori coinvolti, BM/PM e I.Id, in tale processo raramente possiedono rispettivamente le informazioni di specifica relative al *plant* del cliente e quelle relative al sistema informativo e alle funzionalità che A&C può proporre. L'unica figura più tecnica che in questa fase potrebbe essere prevista è quella del responsabile IT (lato cliente) che molto spesso non è detto conosca esattamente le dinamiche di produzione e le pratiche che, anche a livello user, la caratterizzano.
Lo scopo principale dunque di tale fase sarà quella di fare in modo che l'*Initiative stakeholder* di A&C, incaricato di presentare l'azienda e il S.I. al cliente, riesca ad individuare il contesto e le esigenze customer così che ciò che verrà concordato durante *l'Initiative Identikit* potrà diventare guida e fornire i parametri di riferimento per condurre la seconda fase di *Pre-Sale*, ovvero quella di *Quick-onBoarding*.
Proprio per fare in modo che tutte le informazioni chiave siano reperite e che nessuna di queste venga tralasciata, si è pensato di creare una check-list di riferimento che abbia lo scopo di far ottenere informazioni relative al contesto del cliente, informazioni relative alla sua visione strategica, informazioni circa la maturità informatica dei suoi plant che informazioni utili per la gestione dell'iniziativa. Tali conoscenze aiuteranno il responsabile di mercato e il project manager nelle successive attività di *Pre-Sale* e *Business Blueprint*.
Potremmo quindi suddividere le domande presenti nella check-listi in:

- Domande di *Project Management*: le domande che potrebbero agevolare la gestione del progetto saranno quelle che avranno come riferimento i tempi di progetto, i costi del progetto o il budget predestinato ad esso e la definizione degli stakeholder che parteciperanno alle fasi successive di Pre-Sale, sulla base delle indicazioni date dal cliente circa le aree o i processi di business in cui sono attualmente riscontrate criticità. Anche il tipo di rilascio concordato con il cliente darà idea delle tempistiche e delle risorse spendibili durante il ciclo di vita del progetto. Fondamentale, sin dall'inizio, è sapere se c'è la possibilità di un Assessment col cliente, al fine di individuare gli argomenti da trattare e il livello di dettaglio a cui giungere

nel loro approfondimento durante la fase di Quick-onBording, compatibilmente con il tempo a disposizione per tale fase.

- Domande relative al *Contesto del cliente*: saranno domande che aiuteranno A&C, e coloro i quali prenderanno parte alla fase di Quick onBoarding, a capire innanzitutto se si ha a che fare con un cliente con il quale A&C ha già trattato così da intercettare meglio, sin da subito, le criticità o benefici nel trattare con tale cliente e comprendere quindi per quali dei propri plant o processi quest'ultimo sarà interessato a implementare il sistema informativo. Se il cliente non è nuovo all'azienda allora sarà il caso di capire se ciò che ci si accinge a compiere sarà un progetto *ex-novo*, se è un progetto che riguarderà l'aggiornamento di sistemi forniti già in passato da A&C o se si intenderà effettuare una estensione ad altri moduli del sistema informativo rispetto a quelli attualmente implementati.
- Domande *Strategiche*: in questa sezione potrebbero rientrare le informazioni circa le criticità che il cliente riscontra attualmente nella propria realtà in quanto da tali informazioni si potrebbero evincere ulteriori prospettive e obiettivi a cui il cliente guarda per una crescita e un miglioramento delle performance aziendali. In questo modo il *team di delivery* potrà effettuare delle valutazioni circa la proposta da fare al cliente e circa iniziative future che potrebbero prospettarsi con quest'ultimo.
- Domande *Tecniche:* le uniche domande tecniche che potranno essere poste durante tale fase, riguarderanno il reperimento di informazioni circa gli attuali sistemi informativi utilizzati nei plant del cliente e la preferenza, da parte del cliente, verso specifiche *suite*. Le preferenze da parte del cliente circa alcune delle *suite* che A&C è in grado di fornire potrebbe essere dovuta al fatto che il cliente abbia già all'interno del proprio *plant* altri sistemi appartenenti alla stessa *suite*, che sarebbero quindi più facilmente integrabili.

Già nella fase di **Initiative Identikit**, sarà quindi possibile riuscire ad avere delle informazioni sul contesto del cliente, su quali potrebbero essere i vincoli, non solo contrattuali ma anche di sistema per l'implementazione del SI qualora siano già presenti altri sistemi informativi nel plant, avere un'idea di quali possano essere le urgenze e le priorità e quindi i possibili requisiti da soddisfare e le funzionalità da implementare. Saranno inoltre definiti gli stakeholder che parteciperanno alle attività di *Pre-Sale* successive.
Si evince quindi che, seppure in modo non onnicomprensivo né definitivo, si sta fornendo già in questa fase un primo strumento capace di indicare le modalità con cui soddisfare le attività di *Requirements Engineering* in quanto si stanno fornendo informazioni chiave per la fase di *elicitation*, indicazioni per condurre una fase di analisi del sistema, un documento che consenta di tracciare le informazioni fino ad ora raccolte ma soprattutto un strumento di *Requirements Management* che darà delle indicazioni su quali requisiti considerare prioritari e sulla base di questo intercettare e definire le tematiche da approfondire nelle successive fasi di confronto con il cliente.
Al termine dell'attività di **Initiative Identikit**, il documento che comprenderà tutte le informazioni fino ad ora elencate potrebbe essere sottoposto all'osservazione del cliente, per essere validate e per proseguire con lo step successivo previsto dal metodo ideato, ovvero la fase di *Quick onBoarding*.

4.2.2. Quick onBoarding

A valle della fase di *Initiative Identikit,* avrà luogo la fase di ***Quick onBoarding.***

La fase di Quick onBoarding è la fase durante la quale avviene il confronto fra i *customer stakeholder*, identificati durante la fase di *Initiative Identikit*, e il Project Manager della squadra che seguirà il progetto, sotto la supervisione del responsabile di mercato presso A&C.
In questa fase si cercherà di ottenere le informazioni necessarie alla comprensione del contesto del cliente tramite un workshop durante il quale l'obiettivo sarà indurre il cliente a rispondere a delle domande che permetteranno ad A&C di ricostruire i processi che caratterizzano la produzione dello stabilimento e identificare le risorse in essi coinvolti oltre che i dati attualmente scambiati tra i sistemi informativi in uso.
Il nome Quick on Boarding deriva dalla volontà di rendere tale fase un confronto rapido ma efficace, in grado di far comprendere al cliente quali sono le offerte e le innovazioni che A&C potrà apportare e ad Automation&Control dare una visione più precisa delle criticità su cui dover intervenire proponendo funzionalità adatte circa il SI che si vorrà implementare.
Comprendere le dinamiche e identificare le risorse coinvolte nelle operazioni di produzione permetterà di intercettare le informazioni e i dati che, con maggiore probabilità, sarà necessario che il sistema informativo gestisca al fine di ottimizzare le attività del plant.
L'attività di workshop, tecnica tuttora utilizzata, sembra essere la più indicata per tale attività di Pre-Sale in quanto, come già descritto nel capitolo precedente, darà la possibilità di esaminare con maggiore libertà i diversi argomenti ritenuti fondamentali da trattare per l'iniziativa e di cui i customer stakeholder dovranno essere informati attraverso l'invito al workshop. Oltre ai temi da approfondire, nell'invito saranno indicate le tempistiche da dedicare alla loro trattazione e gli obiettivi ai quali si vuole giungere tramite tale attività di *elicitation*.
Il *Quick onBoarding* sarà infatti un preludio dell'attività di *elicitation* che verrà poi svolta in modo più approfondito durante la fase di Assessment. Qualora l'Assessment non sarà reso possibile, già tramite le informazioni rilevate in questa fase, il *team di delivery* dovrà essere in grado di effettuare un'analisi dell'attuale stato del cliente per poter elaborare un documento di AS IS e un documento di TO BE che dia un primo schizzo di quelle che potrebbero essere le funzionalità del futuro sistema da implementare presso il plant del cliente.
Tra gli obiettivi della fase di Quick onBoarding vi sarà quello di riuscire a comprendere quali sono i punti di forza e di debolezza dell'attuale sistema del cliente e quali miglioramenti questo potrà ottenere dall'implementazione del sistema progettato da A&C.
Sulla base delle informazioni raccolte e dei problemi che per ogni attività o dinamica del processo il cliente ha espresso durante il workshop, sarà altresì possibile individuare il grado di importanza dell'eventuale criticità tramite una valutazione espressa implicitamente dagli stakeholder intervistati, durante il *Quick onBoarding*, ed esplicitamente determinata dal *team di delivery* sulla base della loro esperienza.
Per avere delle informazioni che ritraggano fedelmente la realtà organizzativa dell'azienda cliente, sarebbe auspicabile riuscire a far partecipare a tale sessione tutti i responsabili delle aree funzionali dell'organizzazione del cliente interessate dalle modifiche e dalle ottimizzazioni fornite dal SI. Questi saranno le figure maggiormente in grado di dare una descrizione dettagliata dei processi e dei problemi riscontrati nella propria realtà oltre che dei desiderata che si attendono di ottenere tramite il sistema proposto.
L'indagine svolta durante questa fase darà la possibilità di avere un quadro chiaro del business del cliente e fornirà ulteriori input per strutturare l'intervista che caratterizzerà la terza fase di *Pre-Sale*, se prevista: quella di *Assessment*.

Raccolte tali informazioni, la fase di Assessment sarà solo un approfondimento dei punti trattati precedentemente attraverso un'indagine più tecnica e più orientata alle funzionalità del sistema da sviluppare.
Ciò che si otterrà quindi dalla fase di *Quick onBoarding* sarà una prima bozza dei requisiti che il cliente desidera siano soddisfatti dal sistema che A&C dovrà fornirgli, oltre che una prima prioritizzazione dei requisiti e delle funzionalità ritenute necessarie per il cliente.
Già in questa fase potrebbe essere possibile rilevare e assegnare un legame di dipendenza tra i requisiti così che in caso di modifica di un requisito sia possibile verificare che questa non comprometta altri requisiti ad essa connessi.
A valle della fase di *Quick onBoarding*, se è prevista un'attività di Assessment, sarà necessario definire una agenda che consenta di individuare:

- Chi prenderà parte all' Assessment (lato cliente e lato A&C) e quale ruolo dovrà ricoprire
- Quando sarà effettuato l'Assessment e il tempo necessario per effettuarlo
- Quali saranno il programma e i punti da trattare durante l'Assessment.

4.2.3. Assessment

Rielaborate le informazioni ottenute durante la fase di Quick-OnBoarding, la fase di Assessement servirà ad entrare nel vivo dei processi della realtà del cliente specificando quali sono i dati che vengono scambiati all'interno dei processi di produzione, dei processi di manutenzione, delle attività di qualità e delle attività di inventory che caratterizzano lo stabilimento.
Le informazioni verranno classificate sulla base dei modelli identificati dagli standard utilizzati per ogni sistema informativo che A&C è in grado di progettare e fornire. Avendo avuto modo di osservare principalmente il funzionamento del sistema MOM, nella fase di Assessment dell'approccio ideato si è tenuto conto della ISA-95 la quale aiuterà a raggiungere un livello di dettaglio maggiore circa le informazioni necessarie per giungere ad una buona proposta di TO BE.
La ISA-95 è lo standard per l'integrazione delle imprese e dei sistemi di controllo che le caratterizzano e si compone di 5 parti [19]:

- Parte 1: Modelli e Terminologia
- Parte 2: Modello oggetto attributi
- Parte 3: Modelli di gestione delle operazioni di produzione
- Parte 4: Modelli di oggetti e attributi per la gestione delle operazioni di produzione
- Parte 5: Affari delle operazioni di produzione

A supporto del lavoro di tirocinio, la sezione dell'ISA-95 approfondita è stata la sezione 3.
In questa sezione, lo standard mostra quali siano le attività operative che intervengono in un processo di manufacturing e come queste sì interfaccino le une con le altre e con i sistemi esterni o dei livelli inferiori e superiori della piramide gerarchica definita anch'essa nello standard, che indica i diversi livelli di sistemi informativi che possono essere presenti in un una realtà di fabbrica.
La ISA-95 fornisce una scala gerarchica dei sistemi informativi che automatizzano l'impresa, costituita da cinque livelli.
Così come nel CIM (Computer Integrated Manufacturing), già negli anni 80, erano stati individuati dei livelli gerarchici, ognuno dei quali acquisiva, gestiva e trasferiva informazioni con obiettivi strategici e operativi da un livello aggregato superiore ai comandi esecutivi dei livelli inferiori, allo

stesso modo l'ISA-95 ha individuato 5 principali livelli gerarchici, relativi ai sistemi informativi aziendali, così definiti:

- Livello 4: relativo all'Enterprise Resource Planning
- Livello 3: relativo al Manufacturing Execution System
- Livello 2,1,0: relativi al Control & Command System

Una classificazione più chiara dei livelli, e dei sistemi informativi che li caratterizzano, è data dalla figura seguente.

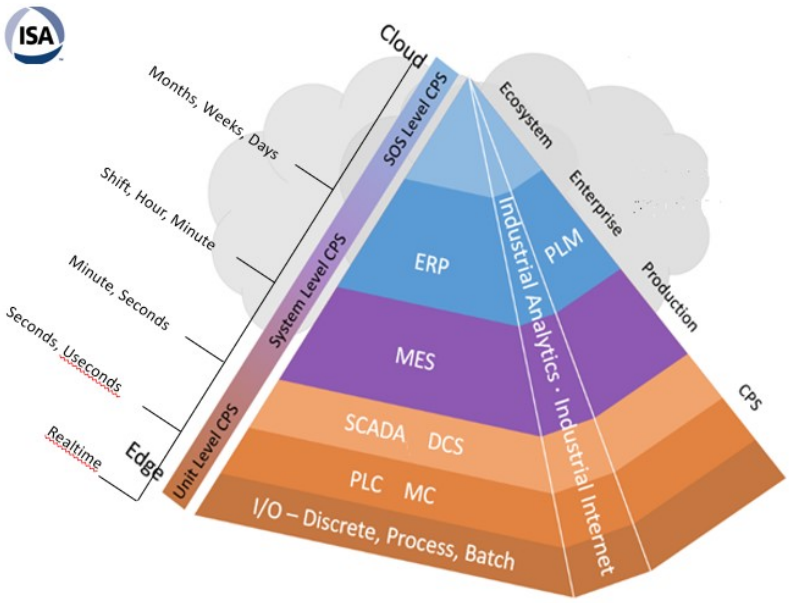


Figura 16: Scala gerarchica dei sistemi informativi secondo la ISA-95, da documenti aziendali

Da tale rappresentazione è possibile visualizzare anche i tempi di reazione e la frequenza con la quale i diversi sistemi, a livelli strategici differenti, scambino le informazioni di cui sono in possesso.
Tramite le indicazioni fornite dallo standard è possibile ridurre i rischi, i costi e gli errori di progettazione di nuovi sistemi informativi, nel caso in esame di sistemi MOM/MES, che dovranno operare e integrarsi all'interno di una qualunque realtà industriale.
Per definire le tipologie di informazioni che dovranno essere utilizzate da un sistema informativo, che opera al livello 3 della scala gerarchica (ad es. il MOM), al fine di raggiungere gli obiettivi sopracitati, la ISA-95 utilizza un modello generico per ognuna delle aree operative in essa descritta, ovvero per le aree di produzione, manutenzione, inventory e qualità.
Tale modello è rappresentato di seguito:

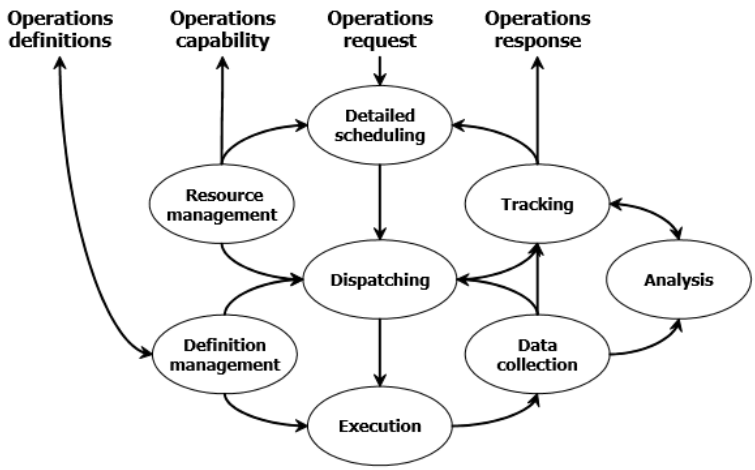


Figura 17: Modello generico delle attività relative alle aree funzionali industriali, da [49]

Quindi lo standard, come indicato in [49], presenta informazioni circa i dati che il livello 3 deve scambiare con i livelli 2 e 4, e circa le operazioni che il sistema dovrà svolgere riguardo a:

- Gestione delle risorse di produzione, manutenzione, qualità, inventory
- Scheduling dettagliato della produzione, della manutenzione, della qualità e inventory
- Tracciabilità della produzione, della manutenzione, della qualità e dell'inventory
- Fornitura della produzione, della manutenzione, della qualità e dell'inventory
- Definizione della gestione di produzione, manutenzione, test di qualità e invenotory
- Esecuzione della produzione, della manutenzione, della qualità e dell'inventory
- Analisi della produzione, manutenzione, qualità e inventory
- Collezione dei dati di produzione, manutenzione, qualità e inventory
- Analisi delle performance di produzione.

A partire quindi da tali sottosezioni e dalle informazioni che in esse sono contenute, è stato possibile definire successivamente una lista di punti (spiegata nel paragrafo *4.3.3*) che bisognerà approfondire con il cliente durante la fase di Pre-Sale per facilitare la raccolta dei requisiti e trattarla in maniera approfondita, senza tralasciare dettagli che potrebbero risultare fondamentali per la riuscita dei progetti condotti dal *Competence Center* di *Automation & Control*.
Come precedentemente accennato, la ISA-95 si riferisce principalmente ai sistemi MOM-MES. Per altri sistemi informativi potranno essere utilizzati altri standard guida per il loro sviluppo.
Tornando alla descrizione della fase di Assessment, questa potrebbe svolgersi, come per la fase di *Quick onBoarding*, attraverso un workshop oppure potrebbe essere condotta presso il cliente attraverso un'attività di *osservazione* delle operazioni e delle pratiche che caratterizzano i suoi stabilimenti.
Per cui le due tecniche che il metodo prevede, sia per tradizione aziendale che per efficacia, saranno:

- Workshop
- Osservazione

entrambe già illustrate nel capitolo precedente.

Ciò che è importante, a prescindere dal tipo di tecnica di elicitation adottata, è non perdere di vista l'obiettivo dell'Assessment stesso, puntando comunque ad ottenere le informazioni desiderate che consentiranno ad A&C di produrre un documento di AS IS dettagliato così da poter elaborare un documento di TO BE che risponda alle criticità emerse dall'AS IS e che permetta di proporre moduli e funzionalità del S.I. adattabili alla realtà del cliente.
È per questo che è importante che le attività di SWOT analysis e la relativa prioritizzazione delle esigenze effettuate durante la fase di Quick onBoarding siano eseguite, in modo tale da chiarire su quali temi focalizzarsi, in modo più consistente, nella successiva fase di Assessment. Qualora l'Assessment non fosse previsto queste valutazioni saranno utili per definire i gap che dovranno essere colmati, se possibile, prima della formulazione della proposta di TO BE.
Al termine dell'attività di Assessment, presentato l'elaborato di TO BE e messo a confronto con l'AS IS, il cliente potrà validare le proposte del fornitore circa i moduli del sistema informativo che si ritiene siano necessari per l'ottimizzazione dei processi e per i *business scope* del cliente e accettare le modifiche che queste apporterebbero all'attuale funzionamento degli *asset del plant*.
Durante tale fase di Assessment potrà essere possibile ottenere una suddivisione dei requisiti tra funzionali e non funzionali ed indicare la tipologia di requisito secondo la classificazione data dalla IEEE Std 1233-1996.
L'approccio che sarà utilizzato durante l'attività di Assessment, come anche durante l'attività di Quick onBoarding, riprenderà il *Zachman framework* [21]. Tale approccio tipicamente utilizzato per definire le entità e le attività che caratterizzano diverse realtà a livello Enterprise, in questo lavoro di tesi, è stato riadattato per formulare un approccio che consenta di condurre, tramite la risposta alle 5W (chi, come, quando, perché, cosa), alla descrizione dettagliata della pratiche, delle operazioni e delle risorse coinvolte in ogni area funzionale del plant e per meglio comprende come i dati, o più in generale le informazioni, siano trasmesse e attraverso quali procedure o tecnologie.
Uno spunto per la realizzazione di tale approccio è stato dato anche dal KAOS Framework, che risulta essere un linguaggio di rappresentazione orientato agli obiettivi di un sistema. *KAOS è un framework di Requirements Engineering il cui obiettivo primario è di rappresentare esplicitamente tutti i goal dei sistemi, i conflitti e gli ostacoli fra questi goal, gli oggetti responsabili di soddisfare tali goal e le operazioni triggerate come risultato dell'interazione fra i Goal e gli oggetti. KAOS è un Meta-Model che consiste nella composizione di più sotto-meta model di goal, oggetti, operazioni e responsabilità* [20]. Con tali modelli si cerca quindi di ricostruire le dinamiche e i processi che non solo caratterizzano attualmente il *plant* del cliente e i suoi attuali sistemi informativi, ma che allo stesso tempo potrebbero caratterizzare il sistema informativo che in esso verrà implementato.

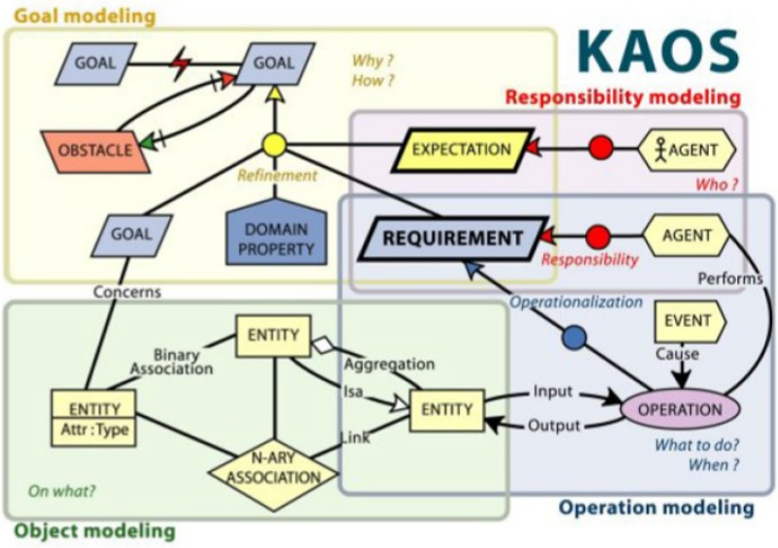


Figura 18: KAOS framework, da [20]

La rappresentazione sopra riportata indica quindi la logica utilizzata dal metodo KAOS che risulta essere abbastanza simile a quella seguita dallo Zachman Framework, il quale, *propone una struttura logica per classificare e organizzare la rappresentazione descrittiva di una impresa, in differenti dimensioni ed ogni dimensione può essere percepita da differenti prospettive.* [21]

L'approccio di Zachman è stato utilizzato anche come guida per i possibili artefatti o documenti che potranno essere prodotti per rispondere alle dimensioni definite nelle colonne del framework proposto.

	What	How	Where	Who	When	Why
Scope (Planner)	List of Things Important to the Business	List of Processes the Business Performs	List of Locations in which the Business Operates	List of Organizations important to the Business	List of Events Significant to the Business	List of Business Goals/Strategies
	- List	- Hierarchical list or tree	- Hierarchical list or tree	- List	- List	- Indented list
Enterprise Model (Owner)	Semantic Model	The Business Process Model	The Business Logistics System	Work Flow Model	Master Schedule	Business Plan
	- Entities Diagram - Entities Dictionary	- Entities vs. Processes Matrix - Processes Dictionary - Activity Diagram	- Functional Decomposition	- Organization Chart - Processes vs. Organization Matrix	- Business Execution Plan	- Business Table
System Model (Designer)	Logical Data Model	Application Architecture	The Distributed Systems Architecture	Human Interface Architecture	Processing Structure	Business Rules
	- Classes Diagram	- Systems vs. Processes Matrix - Systems vs. Entities Matrix - Systems Dictionary	- Systems Diagram	- Systems vs. Roles Matrix	- State Diagram	- Systems vs. Business Rules Matrix
	Data	Function	Network	People	Time	Motivation

Figura 19. Zachman framework, da [21]

Al termine di tale attività di Assessment, grazie al supporto dato da tale logica, sarà possibile elaborare dei documenti e degli artefatti e, quindi, rispettare l'attività di *documentation* prevista dal

Requirements Management consentendo a coloro che prenderanno parte al progetto di comprendere le dinamiche che descrivono l'azienda e le attività e i dati che il sistema informativo richiesto dovrà gestire.
Non solo, a valle della fase di Assessment è altresì prevista un'attività di individuazione dei conflitti che potrebbero emergere durante l'attività di *elicitation* condotta con gli stakeholder alla quale seguirà una fase di *negotiation*.
Tali conflitti saranno identificati mettendo a confronto le affermazioni riportate dagli stakeholder appartenenti ad aree funzionali diverse ma che hanno fornito specifiche relative ad operazioni di sistema tra di loro connesse, attività quindi di collegamento tra le due aree, ad esempio attività di produzione che influenzano attività di manutenzione e viceversa.
Possiamo quindi dire che durante l'attività di Assessment vengono attuate quattro delle principali attività di Requirements Engineering: quella di *elicitation, documentation, negotiation* e *validation.*

4.2.4. Business Blue Print

L'ultima fase del metodo creato prevede la definizione della Business Blueprint. Questa fase potrà avviarsi nel momento in cui la proposta di TO BE presentata al cliente, dopo l'attività di Assessment, sia stata accettata da quest'ultimo. Questo è l'ultimo scoglio che *Automation & Control* dovrà superare per poter ritenere concluso il processo di raccolta dei requisiti utente.

Con la stesura della *Business Blueprint* viene presentata al cliente una dettagliata descrizione delle funzionalità che il sistema informativo sarà in grado di fornire, illustrando in che modo queste funzionalità saranno gestite dal sistema e come interagiranno sia con i sistemi esistenti (sistemi informativi e macchinari della linea) sia con gli utenti finali.
In fase di *Business Blueprint*, ancor più che in fase di Assessment, A&C avrà bisogno della collaborazione dei partner che forniranno la suite che eventualmente gli sviluppatori dovranno customizzarre secondo le esigenze e i *constraints* posti dal cliente.
In realtà, la cooperazione dell'esperto della suite fornita sarebbe opportuno che venisse prestata già durante la fase di Assessment. Vincoli di tempo e costo non sempre lo rendono possibile, per cui sarà opportuno che all'interno del team di delivery di A&C sia presente un esperto della suite scelta per il cliente, , interno al *Competence Center*, o per lo meno che il partner abbia fornito tutte le istruzioni e la documentazione necessaria per giungere ad un documento di *Business Blueprint* che non lasci ambiguità circa le funzionalità del sistema informativo, e in particolare della suite scelta, nei suoi diversi moduli.
Dopo aver rintracciato ogni possibile ambiguità residua, derivante dalla proposta di TO BE accettata dal cliente, gli analisti stileranno un elenco dei requisiti definiti e si occuperanno di fornire anche un ordine di priorità con i quali i requisiti dovranno essere sviluppati dagli sviluppatori subito dopo la validazione della BBP.
Sarà opportuno che a tale validazione partecipino anche gli utenti finali, cioè coloro che utilizzeranno realmente e quotidianamente il sistema che verrà fornito. In questo modo potranno avere percezione dell'efficacia della soluzione offerta e delle problematiche che potrebbero emergere dall'applicazione di alcune sue funzionalità.
Il documento e la fase di *Business Blueprint* potranno dirsi terminati nel momento in cui tutti i requisiti e le funzionalità del sistema saranno state confermate e accettate dal cliente. Per tale

validazione si ipotizza la tecnica **Walkthroughs** descritta nel capitolo precedente, compatibile con i tempi e l'approccio di A&C.
Eventuali conflitti ereditati dalla fase di Assessment è necessario che vengano chiariti in questa fase, la mancata risoluzione di questi potrebbe comportare successivi ritardi nello sviluppo e il mancato soddisfacimento delle aspettative del cliente, che si tradurranno in termini di costi e perdite per Automation & Control.
Possiamo dire che anche in questa fase vengono effettuate attività di *elicitation e analisi, negoziazione, gestione e validazione* dei requisiti. Vedremo nei prossimi paragrafi come e perché.

4.3. Strumenti per le fasi di Pre-Sale e di Business Blueprint

In seguito alla definizione di quelle che sono ritenute le fasi necessarie per l'attività di *Requirements Engineering*, si è cercato di fornire degli strumenti che potessero aiutare A&C nella standardizzazione di tali step, proponendo dei tool che siano finalizzati a definire un repository delle varie tipologie di progetto seguite da Engineering e che facilitano la comprensione del contesto del cliente in modo semplice e accessibile a chiunque prenda parte al progetto, anche in fasi già avanzate di esso.

Gli strumenti adoperati sono stati, in parte, derivati dalla letteratura attuale e dalle indicazioni date dagli standard che trattano di raccolta dei requisiti per poi essere customizzati e riadattati secondo le esigenze di A&C.
Di seguito vengono descritti, per ogni fase, gli strumenti utilizzati.

4.3.1. Strumenti per la fase di Initiative Identikit

La fase di *Initiative Identikit* è una fase che non vedrà ancora la partecipazione del *team di delivery*, ma sarà caratterizzata da un primo confronto tra l'*Initiative stakeholder* di *A&C* e i responsabili marketing o strategici dell'azienda cliente.
Sarà proprio l'*Initiative stakeholder* che avrà il compito di trasmettere al Responsabile di Mercato e al Project Manager che guiderà l'iniziativa le informazioni che serviranno a delineare le linee guida delle attività di *Requirements Engineering*.
Vista la numerosità esigua dei partecipanti a tale fase, si è pensato alla formulazione di una check-list all'interno della quale siano formulate delle domande puntuali finalizzate a fornire ad A&C tutte le informazioni necessarie a comprende il contesto del cliente, le motivazioni che lo hanno spinto a richiedere un sistema informativo (che potrebbe essere ad esempio un sistema MOM) e tutti i vincoli e le scadenze che guideranno la gestione del progetto e delle sue fasi.
La check-list, come previsto dalle preparazioni di interviste, potrà contenere delle domande chiuse e delle domande aperte, formulate tenendo conto del fatto che le risposte che potranno essere ottenute saranno di alto livello in quanto fornite sicuramente da attori che non operano direttamente nei plant del cliente, saranno per lo più *l'accounting manager* o lo *sponsor manager* dell'organizzazione del cliente, accompagnati al più dal responsabile IT dell'azienda.
La check-list è stata formulata pensando anche alla possibilità di non riuscire a condurre una intervista diretta con il cliente, dalla quale sarebbe possibile ottenere delle informazioni aggiuntive rispetto al contesto e alle esigenze di quest'ultimo, e quindi potrebbe essere utilizzata come questionario al quale il cliente potrà rispondere da sé senza il supporto dell'*Initiative Stakeholder* di *Automation&Control*, seppure quest'ultima non sia una opzione preferita dal *Competence Center*.

Un confronto diretto con il cliente infatti, è sempre preferito da A&C in quanto eviterebbe delle ambiguità nella interpretazione delle domande della check-list che potrebbero condurre a risposte inesatte o poco esplicative per il *team di delivery*. Quindi a scapito di una riduzione dei tempi di risposta viene preferito un confronto *face to face* fra *l'Initiative stakeholder* e il cliente.
Di seguito riportiamo le informazioni che si tenterà di raccogliere durante la fase di *Initiative Identikit*, suddivise per classi:

- ***Informazioni di Project Management***
- ***Informazioni sul Contesto del cliente***
- ***Informazioni Strategiche***
- ***Informazioni Tecniche***

Esaminiamo le domande, relative ad ogni classe, da porre agli stakeholder lato cliente.

Informazioni di Project Management

- *Contratto & Budget*: all'interno di tale voce dovranno essere specificate le informazioni che riguardano l'accordo preso in termini legali ed economici con il cliente. Bisognerà quindi definire:
    - Budget previsto: Verrà indicata la somma che il cliente intende investire sul progetto.
    - Vincoli e clausole contrattuali previste: in base al tipo di contratto stipulato dalle due parti bisognerà definire la gestione di ritardi, mancate consegne, gestione delle modifiche al progetto, responsabilità ripartite tra le due parti. Questo tipo di informazioni serviranno anche per definire il piano di azione del team di progetto e le deadline che dovranno essere rispettate immancabilmente.
- *Tempistiche & Scadenze*: all'interno di tale sezione bisognerà indicare soprattutto quali saranno le scadenze che dovranno essere rispettate per la definizione dei requisiti lungo la fase di *Pre-Sale*. Dovranno essere inserite quindi:
    - Data di inizio e data di fine dell'attività di *Quick on Boarding.*
    - Data di inizio e data di fine dell'attività di Assessment.
    - Data di inizio e data di fine dell'eventuale attività di Business Blue Print, qualora la proposta tecnica e budgetaria venga approvata dal cliente al termine della fase di *Pre-Sale*.

  Darsi delle deadline per riuscire a raccogliere i requisiti vincolerà non sono A&C a riuscire a fornire in tempi brevi una soluzione del sistema al cliente ma anche il cliente a fornire ad A&C tutte le informazioni di cui necessita per la definizione dei requisiti del sistema informativo. Anche per questo è consigliabile definire da subito i vincoli contrattuali che tutelino la posizione sia del cliente che di A&C.
  Rispettare tali scadenze si traduce in una riduzione dei costi relativi all'attività di management che influirà sulla riduzione del budget dell'iniziativa. Fissare un'agenda che definisca le tempistiche entro le quali il cliente è tenuto a dare le risposte e gli input richiesti dal *team di delivery* faciliterà l'organizzazione del gruppo di lavoro e li orienterà lungo tutta la fase di Pre-Sale.
  Tale attenzione risulterà utile soprattutto nei casi in cui A&C si troverà a collaborare con clienti internazionali con i quali i momenti di confronto non solo spesso non saranno *face to face* ma dovranno anche sottostare a problemi di fuso-orario o a limitazioni date dalla distanza e dall'impossibilità di avere sempre massima disponibilità degli attori coinvolti.

- *Assessment*: effettuare una fase di assessment vuol dire partecipare ad un confronto con il cliente che potrebbe durare più giorni presso la sede del cliente e che quindi si tradurrà in spese per le eventuali trasferte degli esperti e consulenti di A&C. Inoltre, l'Assessment diventa utile nel momento in cui potranno essere coinvolti sia tutti gli esperti delle aree di processo e delle funzioni di business sia gli utenti finali, magari tramite delle osservazioni dei processi in plant, guidate dagli operatori del sistema. Quindi, come si può ben intuire tutto questo ha un costo e richiede del tempo che non sempre il cliente è disposto ad offrire al *Competence Center*.
  Quindi bisognerà specificare se una fase di Assessment potrà essere condotta e, in caso affermativo, definire le modalità con cui questa avverrà secondo le tecniche previste per la fase di *elicitation* nel capitolo precedente, in particolare se prevederà un workshop, un'intervista o una attività di osservazione. In questo modo A&C cercherà di strutturare la fase di assessment, rispettandone tempi (definendo quindi una data di inizio e una data di fine assessment) e modalità, preparando una lista adeguate dei punti che bisognerà trattare e far emergere con il cliente.
  Quindi alla voce Assessment dovrà essere indicato:
  - Se l'Assesment avrà luogo o meno
  - Modalità di svolgimento dell'assessment
  - Data di inizio e fine dell'Assessment (sulla base delle *pains* fatte emergere dal cliente)
- *Stakeholder lato cliente*: sulla base delle informazioni di tipo strategico, tecniche e di contesto che saranno state raccolte, l'esperienza dell'accounting manager, o di chi per lui, insieme con il responsabile dell'area di mercato di A&C, porterà all'individuazione degli stakeholder che è desiderabile siano presenti durante la fase di Quick OnBoarding successiva. Sulla base delle criticità emerse durante il primo incontro che *l'accounting manager* ha avuto con il cliente sarà possibile definire quali responsabili di quali aree tecniche è necessario che vengano ascoltati e intervistati nelle fasi successive di *Pre-sale*. Quindi a tale voce bisognerà indicare:
  - Elenco dei referenti
  - Area di business/ area funzionale di ciascun referente

Informazioni sul contesto del cliente

- *Tipologia di cliente*: in tale voce bisognerà chiarire di che cliente stiamo parlando e dell'area di mercato a cui fa riferimento. Avere delle informazioni sul contesto potrebbe essere utile per identificare, prima ancora che si abbia un confronto più approfondito con il cliente, quali sono le criticità del settore o le caratteristiche che magari sono emerse durante l'esecuzione, da parte di A&C, di progetti simili con altre aziende dello stesso settore. Sarà quindi utile indicare:
  - Se si tratta di un cliente nuovo o di un cliente con il quale A&C ha già trattato in passato
  - Fornire una breve descrizione del cliente, del contesto in cui opera e dei processi che caratterizzano il suo business
  - Qualora il cliente non sia nuovo ad A&C, allora potrebbe essere utile indicare la commessa/iniziativa per la quale si erano avuti rapporti in precedenza con il cliente al fine di evidenziare con più facilità le caratteristiche del tipo di sistema rilasciato in

passato, studiarne le caratteristiche ed eventualmente prevedere quali possano essere le nuove esigenze del cliente e avere chiari i vincoli che potrebbero riscontrarsi.

- *Tipologia di progetto:* seppure ad alto livello, *l'Initiative identikit* avrà modo di cogliere le motivazioni che hanno condotto il cliente a interessarsi di un dato sistema informativo oltre che di comprendere su quale tipo di attività o funzione della "*macchina di produzione*" vuole che tale sistema intervenga. Sarà quindi utile definire:
    - Se si tratta di un progetto *ex novo*, di *aggiornamento*, di *implementazione di nuove funzionalità*.
    - Una breve descrizione del progetto che si intende realizzare, ovvero definire almeno in quali aree funzionali del processo di produzione si vuole intervenire e quindi i moduli del sistema informativo che si vuole vengano sviluppati
- ***Plant di rilascio***: qualora il cliente abbia in mente di utilizzare il sistema in più impianti ma vuole prima testare l'impatto e i risultati che il sistema software avrà sulla produzione in uno solo degli stabilimenti, sarà bene che venga, sin dall'inizio, individuato il plant pilota. Avere chiaro il plant del rilascio, qualora il cliente abbia produzioni diverse per i diversi stabilimenti, farà focalizzare il team di delivery sull'individuazione delle pains di quest'ultimo e sulla comprensione dei flussi (informativi) e dei processi che lo caratterizzano.

Informazioni strategiche

- *Obiettivi del progetto:* avere idea di quali siano le mosse strategiche che abbiano spinto il cliente a desiderare un particolare tipo di sistema informativo, dà delle indicazioni ad Automation & Control per definire quali dovranno essere gli aspetti che necessitano di un grado di priorità più elevato e quali potrebbero essere le funzioni del sistema informativo che potrebbero essere sviluppate in fasi successive con aggiornamenti o estensioni dei moduli del S.I. scelto, i quali garantirebbero ad A&C la continuità di un rapporto professionale anche in futuro con il cliente. Sarà opportuno quindi indicare:
    - Quale tipo di impatto si aspetta il cliente automatizzando/ informatizzando i processi:
        - Riduzione dei tempi
        - Riduzione delle attività manuali
        - Riduzione di documentazione cartacea
        - Riduzione del personale
        - Riduzione degli scarti e dei costi
    - Quali caratteristiche interne alla produzione e alle attività di supporto ad essa il cliente si attende di migliorare tramite il sistema informativo che si prevede di adottare.
    - Previsioni future del cliente sul sistema informativo e sulla possibilità di acquisirne nuovi moduli o acquisire altri sistemi ad esso connesso e ad esso integrabili.

Informazioni tecniche

- *Information Systems*: in corrispondenza di tale voce bisognerà indicare se e quali sistemi informativi utilizza attualmente il cliente nel proprio stabilimento e quindi indicare:
    - Nome delle suite utilizzate
    - Informazioni relative alle funzionalità aziendali che tali sistemi informativi gestiscono e quali aree di processo mettono in comunicazione

    - Disponibilità, da parte del cliente, a sostituire alcuni dei sistemi informativi presenti con moduli del nuovo sistema che si intende inserire nel plant
- *Suites da utilizzare per il sistema informativo desiderato*: è una scelta che potrebbe essere concordata con il cliente o che A&C potrebbe valutare autonomamente sulla base delle indicazioni ricevute circa i sistemi informativi attualmente in uso lato customer e quindi sulla base della compatibilità con queste ultime rispetto alle suite proposte dai partner Automation & Control. In corrispondenza di tale voce, si dovrà quindi specificare:
    - Nome della suite
    - Parti della suite da implementare: se possibile, definire i moduli che dovranno essere implementati nel sistema del cliente per realizzare un SI che risponda alle esigenze di quest'ultimo
    - Motivazioni: chiarire quali motivazioni spingono il cliente ad aver scelto un dato modulo o alcune delle funzionalità del sistema informativo dati gli obiettivi di business e perché sia stata scelta quella data suite.
- *Tipo di rilascio:* chiarire il tipo di rilascio darà delle indicazioni circa i requisiti che dovranno essere catturati durante la fase successiva di Quick onBoarding e quindi su quali aspetti del sistema concentrare maggiormente l'attenzione soprattutto qualora il cliente desideri prima il rilascio di un prototipo che serva a presentare cosa effettivamente il sistema informativo, completo di tutte le funzionalità previste, sarà in grado di automatizzare e ottimizzare. Per cui bisognerà specificare:
    - Se il cliente desidera un POC o la creazione di un sistema che possieda tutte le funzionalità necessarie al cliente da rollare in un plant pilota
    - Le funzionalità, di alto livello, che si intende osservare con più urgenza del sistema MOM, qualora si opti per un POC.
    - Data entro la quale il rilascio dovrà essere effettuato

Per quanto riguarda la voce relativa alle *Pains* del cliente, queste potrebbero essere delle informazioni sia di tipo strategico che tecnico in quanto, dalle criticità riscontrate dal cliente nei propri processi industriali, sarà possibile evincere sia perché una criticità è ritenuta problematica e quindi l'impatto che essa ha sul business aziendale, sia quali sono in termini pratici le difficoltà generate nella produzione e nelle pratiche giornaliere che il sistema informativo richiesto dovrà essere in grado di risolvere e gestire. Alla voce *Pains* bisognerà quindi definire:

- Area in cui emergono le difficoltà
- Breve descrizione delle difficoltà emerse
- Urgenza nel risolvere tali difficoltà e le conseguenze nel perdurare di queste.

Quindi, tutte le domande specificate saranno dei quesiti che l'*accounting manager*, se previsto un confronto diretto tra le parti, dovrà porre ai manager dell'azienda cliente e di cui dovrà farsi carico di comunicare le risposte al team o al responsabile di mercato che seguirà e guiderà l'iniziativa che potrebbe tramutarsi in vero e proprio progetto.
Ricevere tali informazioni accelererà e orienterà la preparazione della fase di *Quick onBoarding* o di Assessment (qualora il Quick onBoarding sia bypassato), che sarà impostata sulla base delle informazioni di contesto e delle informazioni tecniche ricevute durante la fase di *Initiative Identikit*.
L'*Initiative Identikit* potrà quindi considerarsi una vera e propria "carta d'identità" e del cliente e del progetto.

Proposal Identikit							
Check-list							
		Informazioni da richiedere all'accounting manager					
		Spuntare una delle due voci		Descrizione del cliente		Se vecchio cliente, inserire codice commessa a cui fare riferimento	
Tipologia di cliente	Nuovo cliente						
	Vecchio cliente						
		Spuntare una delle due voci		Breve descrizione del progetto che si intende realizzare			
Tipologia di progetto	Progetto ex novo						
	Progetto di aggiornamento						
	Progetto implementazione nuove funzionalità						
		Budget previsto (€)		Vincoli e clausule contrattuali previste			
Contratto&Budget	Ammontare previsto per la commessa						
		Quick OnBoarding Phase		Assessment Phase		Business Blue Print Phase	
		Data di inizio	Data di fine	Data di inzio	Data di fine	Data di inizio	Data di fine
Tempistiche	Quali scadenze sono state concordate con il cliente per la definizione dei requisiti prima dell'avvio del progetto						
		SI	NO	Modalità di svolgimento dell'assessment		Data di inizio	Data di fine
Assessment	Definire se è previsto o meno e in che modalità						
		Nome della suite		Parti della suite da implementare		Motivazioni	
Suites	Dato il cliente,quali sono le suite a cui il cliente si è mostrato maggiormente interessato o che ci sembrano più adatte						
		Nome della suite		Informazioni relative alle aree di business che gestiscono		Disponibilità a variare S.I.	
Information System	Quali sistemi informativi sono attualmente in uso presso il cliente						
		Area in cui emergono le difficoltà		Breve descrizione delle difficoltà emerse		Urgenza	
Pains	Quali sono le problematiche attualmente riscontrate dal cliente						
		Quale tipo di impatto si aspetta il cliente automatizzando/informatizzando il processo (ridurre tempi, ridurre attività e personale)		Cosa si attenda che il sistema MOM/MES migliori		Previsioni future del cliente sul sistema MOM/MES (implementazioni di altre funzioni in futuro)	
Obiettivi	Cosa si attende il cliente da tale progetto						
		Spuntare una delle due voci		Quali funzionalità si vuole vengano implementate con più urgenza		Data di rilascio	
Rilascio	Quale forma di rilascio preferisce il cliente:						
	POC						
	Rilascio in un plant pilota						
		Elenco referenti aree funzionli/business					
Stakeholder lato cliente	Figure richieste in fase di Quick onBoarding						

Tabella 8. Check-list per l'Initiative Identikit, guida per il Quick onBoarding

4.3.2. Strumenti per la fase di Quick onBoarding

La fase di *Quick on Boarding* avvia la fase di quella che potremmo chiamare *Preliminary Elicitation*, in quanto si avvia una fase caratterizzata soprattutto dall'analisi dei processi che vengono svolti all'interno dei *plant* del cliente, non ancora svolta in fase di *Initiative Identikit*.

Tale step tipicamente si sostituisce all'attività di Assessment (quando non prevista) nelle pratiche di *Pre-Sale* del *Competence Center* ed è condotto tramite una sessione di workshop per il quale però, allo stato attuale, non sono state definite delle logiche standard che ne supportino la conduzione.

Si è pensato quindi di continuare ad utilizzare, per l'attività di Quick on Boarding, la stessa tecnica di *Elicitation*. Tale tecnica può ritenersi adatta in quanto, secondo le *Pains* e i *Needs* emersi durante l'attività di *Initiative Identikit* è molto probabile che siano stati identificati gli ambiti o le aree funzionali in cui il sistema informativo dovrà essere implementato e quindi i moduli di cui il cliente necessita, di conseguenza sarà possibile identificare i responsabili delle relative aree tecniche che dovranno fornire le informazioni che faranno tessere ad A&C l'AS IS del cliente. Il numero di partecipanti previsto sarà conforme a quello previsto dalla letteratura per una sessione di Workshop.

Prima di svolgere l'attività di Quick onBoarding, a seguito della quale potrebbe non essere previsto un Assessment, verrà comunicata al cliente la logica attraverso cui sarà condotta la sessione di workshop al fine di prepararlo ad essa e ricevere da lui tutti i dati e le informazioni necessarie.

Come già descritto precedentemente, la logica utilizzata seguirà l'approccio del linguaggio di modellazione KAOS e il framework ideato da Zachman.
Il cliente verrà infatti indirizzato a fornire risposte a quelle che vengono definite come le 5W, di seguito elencate:

- *What*
- *Who*
- *When*
- *Where*
- *Why*

Ma nel nostro caso prevederemo due interrogativi aggiuntivi:

- *From/To*
- *How*

Come definito in [21] possiamo descrivere i diversi quesiti con le descrizioni fornite nella tabella seguente:

Who	Finalizzato ad ottenere informazioni circa coloro che sono coinvolti nelle attività o nei processi del business sul quale si vuole indagare
Why	Finalizzato a comprendere perché alcuni processi avvengano in un determinato modo e tramite determinati mezzi
When	Finalizzato a descrivere quali tempistiche caratterizzino il verificarsi di certi eventi o effetti
Where	Finalizzato ad individuare la distribuzione geografica delle attività del business del cliente
What	Finalizzato a cogliere i dati che vengono trattati e che caratterizzano i processi o le attività di business

Tabella 9. Significato delle 5 W, da [21]

Il *From/To* viene inserito per individuare, per ogni attività o processo indagato, quali siano i flussi che caratterizzano gli input e gli output di processo, osservare quindi da quale area funzionale, o semplicemente da quale sistema informativo viene reperita l'informazione e a quale area funzionale o sistema informativo verrà destinata. L'*How* verrà utilizzato per illustrare le procedure previste per un'attività relativa a un processo o per l'attività svolta da un sistema informativo.
Le informazioni che dovranno essere raccolte tramite tale logica di workshop, verranno suddivise in:

- Informazioni che condurranno alla definizione dei requisiti funzionali di sistema
- Informazioni che condurranno alla definizione dei requisiti tecnologici di sistema
- Informazioni che condurranno alla definizione dei requisiti di qualità di sistema

La distinzione fra requisiti tecnologici e di qualità non sarebbe appropriata in quanto anche quelli tecnologici rientrano nella categoria dei requisiti di qualità. È un adattamento questo che aiuterà Engineering a captare in modo distinto informazioni circa i possibili sistemi attualmente in uso presso il cliente e come questi si interfaccino tra loro e con le linee presenti in plant. A tali informazioni potrebbero altresì essere associate anche informazioni che facciano emergere vincoli regolatori e

operativi che caratterizzano i processi del business esaminato, ad esempio rispondendo alla domanda *Why* circa il funzionamento di alcuni sistemi o processi.
Al termine di tale intervista, per ogni processo o aspetto esaminato, l'intervistatore dovrà chiedere all'intervistato di esplicitare eventuali problemi riscontrati in essi ed evidenziare qual è la necessità che per tale processo o aspetto emerge o il miglioramento che ci si aspetta di ottenere dal S.I.
Si potrebbe richiedere, come strumento di supporto a informazioni che già in fase di intervista siano risultate ambigue per l'analista, documenti, di cui il cliente è in possesso, che offrano chiarimenti e specificazioni circa i processi esaminati. Sarà opportuno registrare la documentazione ricevuta e riferirla al requisito o al processo per il quale potrà essere utilizzato come chiarimento.
Oltre a tenere traccia delle informazioni che sono stata reperite durante la fase di Quick onBoarding, è necessario tenere traccia anche delle sorgenti o fonti delle informazioni, in modo tale che qualora venissero fuori delle ambiguità durante l'analisi che verrà condotta a valle della Quick onBoarding, sarà possibile avere un referente che potrà essere interpellato per eventuali disambiguazioni.
In seguito al confronto con il cliente ed all'analisi SWOT effettuata, tramite l'utilizzo della *Wieger's matrix* (tool introdotto nel paragrafo 3.3.5) sarà possibile per A&C definire il peso di benefici, penalità, rischi e costi di cui il cliente dovrà tener conto in seguito all'eventuale implementazione di alcuni moduli del nuovo sistema informativo che si intende introdurre, proposto secondo le prime indicazioni e i primi requisiti emersi sulla base dei *needs&pains* rintracciati.

				Informazioni rilasciate dal cliente							
				WHO	WHAT	WHERE	WHEN	WHY	HOW	FROM-TO	Need&Pain
Fonte delle informazioni	Area Funzionale (Produzione, manutenione, qualità, invenotry)	Requisiti funzionali	Processi svolti all'interno dell'area funzionale	Chi è coinvolto	input e output dell'attività	Dove un'attività è svolta	Trigger o Alert dell'attività	Obiettivo o fine dell'attività	Procedure di svolgimento dell'attività	Flusso degli input e degli output dell'attività	Problematiche e necessità emerse dalle attività di processo
			Singola attività svolta nel processo dell'area								
			Tracciabilità delle attività o operazioni di processo								
			Programmazione delle attività di processo								
			Gestione delle attività di qualità del processo								
		Requisiti di tecnologici	Sistemi informativi impiegati nel processo in esame	Chi li sfrutta	Input e output gestiti	Dove operano	Trigger o alert che li attivino	Obiettivo dell'impiego	Procedure per il loro utilizzo	Flusso degli input e output gestiti	Problematiche e necessità emerse nel loro impiego
			Tecnologie HW impiegate nel processo in esame								
			Tecnologie SW impiegate nel processo in esame								
			Automatismi impiegati nel processo in esame								
		Requisiti di qualità	Standard utilizzati per le attività di processo	Chi riguardano	Cosa generano	Su cosa impattanto	Trigger di vincoli e KPI	Finalità vincoli e del calcolo dei KPI	Come sono applicati vincoli e elborati KPI	Flusso dei KPI valutati	Problematiche e necessità emerse da vicnoli e KPI
			Vincoli regolatori nel processo								
			Vincoli operativi								
			Performance e KPI monitorati								

Tabella 10. Tabella esplicativa delle informazioni dedotte dal Quick onBoarding

4.3.2.1. SWOT Analysis

Al termine del confronto con il cliente, durante il Quick onBoarding, A&C desidera avere uno strumento in grado di far individuare in modo immediato e con procedure semplici, per chiunque debba prendere parte all'attività di *Requirements Engineering*, quali sono i punti di forza del cliente e quali i punti di debolezza su cui si dovrà intervenire tramite l'introduzione del sistema informativo.
Lo strumento a cui si è pensato per effettuare questa valutazione, subito dopo aver intervistato il cliente, è l'analisi SWOT.
L'analisi SWOT, per tradizione, non è uno strumento che viene utilizzato per l'attività di analisi e raccolta dei requisiti. La sua applicazione è nota in ambito strategico al fine di effettuare valutazioni di mercato in seguito alla volontà di un'azienda di immettervi un nuovo prodotto o servizio.
In alcuni articoli come [22] però è emerso come l'analisi SWOT sia uno strumento ormai usato in molti settori, dall'industria alla pubblica amministrazione, dalla sanità a ciò che riguarda

l'Information Technlogy, per riuscire a comprendere quali sono i punti di forza e di debolezza di alcuni contesti e rintracciare minacce e opportunità che a quel contesto possono essere connesse. Tali minacce e tali opportunità potrebbero provenire dall'ambiente esterno, da competitor o dall'introduzione di nuove tecnologie che potrebbero modificare il settore in esame.
L'analisi SWOT è stata utilizzata, ad esempio, per valutare l'introduzione di nuove Information Technology nell'industria edile e civilistica, per facilitarne alcune attività di progettazione e pianificazione, come illustrato nell'articolo [23].
La facilità nell'apprenderne l'utilizzo e la finalità di tale strumento, hanno portato a pensare alla SWOT come a uno strumento utile per stimolare l'attenzione del *team di delivery* sul contesto in esame e a coglierne le peculiarità, siano esse positive o negative e, sulla base di esse, prevedere quali vantaggi e quali sfide potrebbero manifestarsi dall'eventuale introduzione di un nuovo sistema software a supporto della produzione.
Quelle che sono definite fonti interne, cioè *strenghts and weakness*, saranno rispettivamente i punti di forza individuati nei processi, nelle pratiche o negli attuali sistemi informativi del cliente, mentre le criticità saranno le problematiche che in essi si evidenziano. I punti di debolezza, soprattutto, saranno gli elementi dai quali gli analisti partiranno per pensare ad eventuali soluzioni da proporre al cliente.
Per quanto riguarda le opportunità e le minacce, generalmente definite come fonti esterne, queste potranno essere individuate nelle eventuali problematiche che potrebbero sorgere dal non implementare un sistema informativo, quello in esame offerto dal *Competence Center*, mentre le opportunità consisteranno nei benefici che il sistema del cliente potrà ricevere dall'eventuale implementazione di tale sistema.
Punti di forza e punti di debolezza danno una visuale quindi dell'AS IS del cliente mentre minacce e opportunità forniscono degli spunti sulle eventuali funzionalità del S.I. desiderato che l'ambiente di produzione e tutte le aree che lo supportano potranno adottare in conformità con i vincoli e le preferenze del cliente.
Individuare le minacce e le criticità servirà però da monito ad *Automation & Control* per identificare eventuali problematiche che durante l'iniziativa o in fase di sviluppo del progetto potrebbero emergere e compromettere l'esito del lavoro. La mancanza di tecnologie adeguate, la mancanza di responsabili competenti in grado di illustrare pratiche e processi delle linee e di tutti i reparti a supporto della produzione, la mancanza di *Enterprise resource planning system* (ERP) o di sistemi di controllo in linea, potrebbero essere campanelli d'allarme per comprendere se è possibile riuscire nell'impresa.
L'obiettivo principale sarà quindi riuscire a identificare i punti di forza e i punti di debolezza i quali delimiteranno il confine tra i processi in cui il sistema software dovrà intervenire e i processi sui quali o non è necessario che il sistema apporti modifiche o sui quali dei miglioramenti potranno essere apportati in seguito, tramite aggiornamenti futuri del sistema software rilasciato inizialmente.
Tale analisi SWOT potrebbe essere condotta su tre livelli:

- Organizzativo: vuol dire individuare quali punti di debolezza e punti di forza il contesto possiede da un punto di vista organizzativo e determinarne minacce e opportunità derivanti dall'implementazione o meno di un nuovo S.I. (es. superamento o meno dell'*effetto silos*, strumenti comunicativi efficaci o meno, procedure di *escalation* nelle attività di stabilimento efficientemente gestite o meno)

- Processuale: vuol dire individuare quali punti di debolezza e punti di forza il contesto possiede da un punto di vista procedurale o di processo e determinarne minacce e opportunità derivanti dall'implementazione o meno di un nuovo S.I. (es. attuale esistenza o meno della tracciabilità delle risorse, attuale esistenza o meno di *serial number* per i prodotti che attraversano la linea, applicazione o meno della logica *Kanban* ecc)
- Tecnologico: vuol dire individuare quali punti di debolezza e punti di forza il contesto possiede da un punto di vista tecnologico e determinarne minacce e opportunità derivanti dall'implementazione o meno di un nuovo S.I. (es. presenza in plant di strumenti automatizzati, utilizzo o meno di device a supporto della produzione, utilizzo di avanzate tecniche di printing, database in grado di raccogliere i dati del plant)

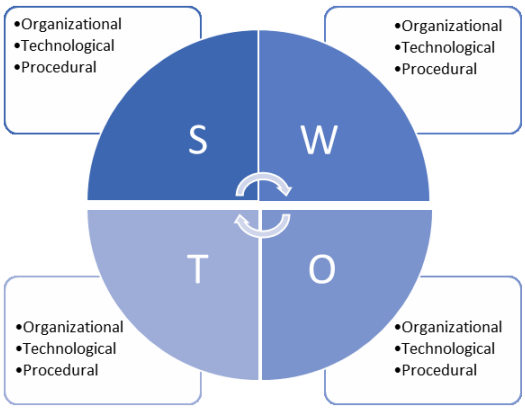


Figura 20. SWOT framework

L'analisi SWOT verrà dunque utilizzata verificando per ognuno degli aspetti valutati, tramite le 5W (*Who*, *Why*, *When*, *Where*, *Where*) più l'*How* e il *From/To*, quali sono i punti di forza e quali siano i punti di debolezza.
Al fine di riuscire a dare, già nella fase di Quick *onBoarding*, una rilevanza ai punti di forza e di debolezza, è stata creata una scala per definire quanto rilevante sia un punto di forza e quanto critica sia una debolezza nel sistema e nei processi del plant del cliente, allo stato attuale.
Tali scale, di tipo qualitativo, sono state così formulate:

Scala di rilevanza dei punti di forza	
Poco rilevante	Se il processo (che potrebbe anche essere relativo a un S.I.) o l'attività esaminata utilizzano buone tecnologie che ne rendono possibile la tracciabilità ma che non vengono adoperate al meglio e non sono ben integrate con altri Sistemi informativi attualmente in uso. Potrebbero quindi essere migliorate dal nuovo S.I.
Mediamente rilevante	Se il processo o l'attività esaminata fornice buone performance ma la loro gestione potrebbe migliorale ulteriormente mediante l'introduzione del nuovo S.I. o di alcuni dei suoi moduli
Altamente rilevante	Se il processo o l'attività esaminata fornisce buone performance ed usa ottime tecnologie da non poter ottenere ulteriori miglioramenti dall'implementazione di un nuovo S.I.

Tabella 11. Scala di rilevanza dei Punti di Forza

Scala di rilevanza dei punti di debolezza	
Poco rilevante	Se il processo, o l'attività, esaminato è tracciato e gestito da un Sistema Informativo che non è integrato agli altri sistemi informativi presenti nel plant o usati dall'organizzazione
Mediamente rilevante	Se il processo o l'attività esaminata sono tracciati ma non da tecnologie avanzate né da sistemi informativi attualmente in uso presso il cliente
Altamente rilevante	Se il processo o l'attività esaminata non sono tracciati o gestiti tramite strumenti tecnologici o più in generale da sistemi informativi (es. sono svolte tramite attività o procedure manuali)

Tabella 12. Scala di rilevanza dei Punti di Debolezza

Sulla base dei punti di forza e di debolezza individuati dal *team di delivery*, e sulla base delle valutazioni date da questi tramite l'utilizzo delle scale sopra elencate, sarà possibile individuare quali siano i processi o i sistemi informativi sui quali intervenire introducendo le funzionalità previste dal sistema richiesto dal cliente. In tal modo, sulla base delle proposte che il *team di delivery* fornirà al cliente, sarà possibile fare emergere, tramite le opinioni del cliente, quali potrebbero essere le difficoltà riscontrate dall'implementazione del prodotto fornito da A&C nelle pratiche di lavoro dell'azienda e nell'integrazione con altri sistemi che l'azienda possiede.
Quindi saranno rilevate le così dette opportunità e minacce che il contesto in esame potrebbe subire in seguito alla scelta di utilizzare tale sistema ma allo stesso tempo potrà essere dato un primo ordine di priorità di quali problematiche necessiteranno di un intervento più immediato o comunque risulteranno più critiche.
Tale strumento potrebbe rivelarsi utile al fine di riuscire a comprendere quali sono i reali rischi e le difficoltà che A&C potrebbe riscontrare nell'affrontare la definizione di alcuni aspetti del processo ed allo stesso tempo aiuterà gli analisti a far emergere i reali interessi del cliente circa moduli specifici del sistema software che verranno poi approfonditi nella fase successiva di Assessment.
L'utilizzo di un workshop guidato dalle domande presentate nella Tabella 10, finalizzate all'individuazione dei requisiti funzionali, requisiti di qualità e dei vincoli, insieme al supporto dato

dall'analisi SWOT permetterà al settore Industrial Manufacturing di A&C di stilare una prima lista dei requisiti dalla quale partire per poi essere approfonditi meglio nella successiva fase di Assessment. Per ognuno dei requisiti individuati dovranno essere segnalati gli stakeholder che hanno partecipato a tale definizione in modo da chiarire con loro eventuali incongruenze che verranno osservate successivamente dal *team di delivery*. Tali incongruenze potranno emergere in fase di preparazione del workshop per l'Assessment o, qualora questo non sia previsto, in fase di definizione dell'AS IS e quindi in seguito all'analisi che il *Quick on Boarding* avrà determinato.
Tramite quindi le informazioni ricevute in questa fase, A&C potrà individuare, a fianco ai requisiti e ai bisogni emersi dal confronto col cliente, quali saranno le soluzioni che il S.I. potrà implementare tenendo conto delle funzionalità che le suite dei partner offrono e possiedono.
Qualora, quindi, non fosse possibile condurre con il cliente una fase di Assessment, già la fase di Quick onBoarding potrebbe dare delle buone indicazioni sulle volontà del cliente e i requisiti che questo si attenderà di vedere soddisfatti nel nuovo sistema.
È ovvio però che nel caso di una fase di Quick onBoarding che non preveda una successiva fase di Assessment i rischi a cui andrà incontro il *Competence Center* saranno maggiori. Fondamentale in questo caso sarebbe che almeno il cliente riuscisse a fornire della documentazione che renda espliciti alcuni processi e vincoli aziendali al fine di indirizzare meglio l'analisi del *team di delivery*.

4.3.3. Strumenti per la fase di Assessment

La fase di Assessment, nel nostro caso, seguirà uno sviluppo simile a quello già previsto per la fase di Quick onBoarding in quanto continuerà a sfruttare la logica indicata da Zachman e dal KAOS Model per quanto riguarda la guida dell'indagine condotta durante la sessione di workshop o di osservazione che potrebbe caratterizzare tale fase.
Durante la fase di Assessment, sarà questa volta necessario che siano presenti tutti i responsabili delle aree funzionali e sarà fondamentale la disponibilità mostrata da alcuni dei capireparto dello stabilimento del cliente oltre che del responsabile del plant.
Qualora infatti l'Assessment verrà condotto tramite la tecnica osservazionale, sarà possibile capire il perché di alcune azioni, le pratiche e gli eventi che fanno scaturire alcune operazioni di macchine e operatori, di quali informazioni l'operatore o la linea necessita dai sistemi gestionali o dagli altri sistemi informativi di altri reparti dello stabilimento. Tutto ciò farebbe emergere più facilmente anche le criticità che caratterizzano le attività produttive.
Nella definizione delle domande che dovranno trovare risposta durante la fase di Assessment, entrerà in gioco la ISA-95, qui utilizzata come esempio, per meglio definire le informazioni che deriveranno dalle classificazioni da essa fornita.
Ovviamente la ISA-95 sarà utilizzata per sistemi MOM/MES, per l'implementazione di altri sistemi saranno utilizzati altri standard dai quali dedurre informazioni di dettaglio da richiedere al cliente.
La ISA-95 diventerà fondamentale per formulare delle domande più specifiche che consentiranno di raggiungere le informazioni necessarie per la formulazione di requisiti all'interno dei quali sarà possibile individuare quali saranno i dati che il sistema MOM/MES dovrà gestire, le interfacce che il sistema MOM/MES dovrà mostrare, i flussi che il sistema MOM/MES dovrà seguire, oltre che le regole interne all'azienda e l'integrazione con altri sistemi, anche di livelli superiori e inferiori della gerarchia dei sistemi informativi aziendali proposta dalla ISA-95, che il sistema MOM dovrà rispettare.
Per fare ciò è stata utilizzata la suddivisione delle informazioni da raccogliere in:

- Informazioni relative alla gestione delle attività di produzione
- Informazioni relative alla gestione delle attività di manutenzione
- Informazioni relative alla gestione dell'attività di qualità
- Informazioni relative alla gestione delle attività di inventory

A sua volta, ognuna delle gestioni individuate, è stata suddivisa in sottocategorie di informazioni sulle quali dover indagare, in collaborazione con il cliente, durante la fase di Assessment. Le categorie individuate saranno:

- *Production/maintenance/quality/inventory resource management*: vengono poste domande sulla registrazione delle risorse, sull'allocazione delle risorse nelle varie attività, sulle attività che deve essere svolta o deve essere subita da ogni risorsa, sulle modalità di richiesta delle risorse, sugli eventi che triggerano la necessità di una risorsa.
- *Detailed production/maintenance/ quality /inventory scheduling*: vengono poste domande sulla disponibilità delle risorse per la schedulazione delle attività, modalità di comunicazione delle variazioni, frequenza dell'attività di pianificazione, modalità di modifiche della pianificazione per eventuali imprevisti ed eventuali vincoli sulle attività da pianificare.
- *Production/maintenance/quality/inventory tracking:* vengono poste delle domande sulla tracciabilità delle attività, delle risorse, dei trigger delle attività, dei dati raccolti nei diversi ambiti, dei possibili KPI di tracciabilità calcolati
- *Production/maintenance/quality/inventory dispatching:* vengono poste domande relative alle pratiche adottate per *dispatchare* gli ordini di lavoro in tutte le aree funzionali individuate dalla ISA-95, informazioni contenute nell'ordine, pratiche derivanti dall'ordine, tipologie di comunicazione circa l'ordine e gestione delle modifiche all'ordine.
- *Product/maintenance/quality test/inventory/ definition management:* vengono poste delle domande circa i documenti utilizzati durante le esecuzioni delle attività negli ambiti suddetti, definizione e gestione delle istruzioni da utilizzare per l'esecuzione delle attività, definizione del linguaggio di segnalazioni di modifiche o allarmi, gestione dell'aggiornamento di tali documenti o istruzioni e modalità di comunicazione di questi tra i livelli di business interessati
- *Production/maintenance/quality/ inventory execution:* vengono poste domande su quali siano i segnali che abilitano o triggerano un'attività, segnalazioni circa lo stato delle attività eseguite, pratiche adottate per le attività da eseguire, indicazioni e segnalazioni sullo stato delle risorse e gestione dei flussi di tali informazioni, segnalazione e definizione della localizzazione e della disponibilità delle risorse oltre che informazioni circa l'avvenuta esecuzione di un'attività o l'impossibilità nell'effettuarla.
- *Production/maintenance/quality/inventory analysis:* vengono poste delle domande circa la gestione delle attività relative ad ognuno degli ambiti suddetti, circa le risorse utilizzate, circa le attività svolte da ognuna di esse, circa il flusso delle informazioni scambiate dalle risorse coinvolte, circa i processi e i flussi che caratterizzano la produzione.
- *Production/maintenance/quality/inventory data collection:* dati necessari per l'esecuzione delle attività, dati da fornire ai PLC o in generale allo strato inferiore nella gerarchia dei livelli informativi presenti nel plant, operazioni e linguaggi utilizzati per il trasferimento di tali dati, modalità visualizzazione dei dati raccolti.
- *Production performance analysis:* identificazione degli attori coinvolti nelle attività che riguardano la valutazione delle performance, test effettuati per la valutazione delle

performance calcolate per ogni attività, definizione dei target di perfomance e come questi vengono forniti al sistema MOM, modalità di aggiornamento dei parametri di performance e modalità di comunicazione dei questi ultimi tramite appositi canali o interfacce, destinazione dei dati necessari per la definizione dei parametri di performance

Ovviamente, per ognuna delle categorie di produzione, qualità, manutenzione e *inventory* e delle informazioni ricavate dalle questioni che sono state poste su di esse (secondo la logica delle 5W) bisognerà indicare e formulare i requisiti che ne deriveranno classificandoli in requisiti funzionali, requisiti di qualità e vincoli.

			Informazioni su cui indagare
Area funzionale: produzione	Gestione delle risorse di produzione	Requisiti funzionali	Gestione della capacità delle risorse
			Gestione delle richieste di risorse
			Verifica della disponibilità delle risorse
			Gestione delle stato delle risorse
			Gestione scambi di risorse con altre aree funzionali
		Requisiti tecnologici	Automatismi coinvolti nella gestionde delle risorse
			Sistemi informativi coinvolti nella gestione delle risorse
			Tecnologie HW utilizzati per la gestione delle risorse
		Requisiti di qualità	Vincoli o standard relativi alla gestione delle risorse
			KPI calcolati sulla gestione delle risorse

Tabella 13. Esempio di informazioni ricercate sulla gestione delle risorse sulla base della ISA-95

A partire da tale classificazione, sarà possibile individuare anche la tipologia di requisito come previsto da [10], classificandolo in requisito di:

- Input
- Output
- Affidabilità
- Accessibilità
- Performance
- Disponibilità
- Vicoli ambientali
- Sicurezza
- Ergonomicità
- Installazione
- Trasportabilità
- Standard e politiche tecniche
- Conversione

Tali attributi di requisito serviranno principalmente a classificare quelli che saranno riconosciuti come requisiti di qualità o, più genericamente requisiti non-funzionali.

Per ognuno delle informazioni ricavate dal cliente, il team di delivery potrà individuare e segnalare quale modulo del sistema MOM potrà essere in grado di gestire quell'attività, quel flusso o quel dato e proporre al cliente una possibile soluzione o funzionalità che potrebbe poi essere implementata.
Tali proposte verranno presentate agli stakeholder che avranno preso parte alla fase di Assessment, così da verificarne l'eventuale soddisfazione riguardo la proposta fatta e fare emergere gli eventuali dubbi o le eventuali critiche a riguardo, le quali verranno annotate accanto al requisito che era stato proposto.

4.3.3.1.La tecnica MOSCOW

Al fine di ottenere un primo ordine di priorità dei requisiti esposti e verificare se il cliente è intenzionato a modificare alcune pratiche attuali, con le nuove funzionalità MOM, o meno, uno strumento che potrà essere utilizzato sarà la tecnica MOSCOW.
La tecnica MOSCOW è riconosciuta come una tecnica di prioritizzazione tra le più semplici e immediate. Come spiegato in [24] la MOSCOW è un tipo di tecnica di assegnazione numerica descritta in [25] [26]. Quattro gruppi di priorità che sono *MUST have*, *SHOULD* have, *COULD* have e *WONT* have, sono state individuate nella MOSCOW. Per prioritizzare i requisiti, ogni requisito sarà allocato in uno dei gruppi sulla base delle loro priorità:

- *Must have,* vuol dire che i requisiti in questo gruppo devono essere implementati nel software prima che venga realizzato
- *Should have,* vuol dire che se i requisiti di questo gruppo sono implementati dopo sarà un bene per il prodotto/software
- *Could have,* vuol dire che i requisiti di questo gruppo esisteranno dopo sarà un bene per il progetto/software
- *Won't have,* vuol dire che i requisiti presenti in questo gruppo non potranno essere implementati nella corrente iterazione in quanto è un requisito di bassa priorità.

Seppure nel suddetto articolo [27], si preferisce un metodo di prioritizzazione quale l'Analytic hierarchy Process (AHP, tecnica di supporto alle decisioni multicriterio), in quanto ritenuto più efficace, è anche vero quanto specificato nell'articolo [28], dove viene spiegato, che la tecnica MOSCOW è considerata il miglior metodo in quanto è il più facile e veloce e anche il più *user confident*. Questa tecnica viene utilizzata soprattutto per la fase iniziale del progetto, durante la quale i requisiti non sono ancora ben specificati.
Tale tecnica effettivamente darà modo al *team di delivery* di A&C di visualizzare immediatamente quali sono le funzioni su cui puntare e sulle quali porre l'attenzione soprattutto sul documento di TO BE il quale fornirà al cliente una visione abbastanza completa di ciò che il sistema potrà fare effettivamente ed efficacemente nella sua realtà industriale.
Qualora i tempi lo consentano, già in questa fase come in quella precedente di Quick onBoarding potrebbe essere possibile individuare il beneficio relativo, la penalità relativa, il rischio relativo e il costo relativo di ogni requisito utente che la *Wigers matrix* impone di definire per poi effettuare il calcolo delle priorità di essi. Questa valutazione servirà ad A&C per effettuare una proposta al cliente, non solo tecnica ma anche budgetaria, quanto più precisa e oggettiva.

4.3.3.2.La matrice di Interazione

Conclusa la fase di Assessment, A&C si occuperà di analizzare i dati ottenuti per riuscire a formulare sia un documento di AS IS, sia un documento di TO BE. A supporto della stesura di tale

documentazione, è necessario riuscire ad ottenere, oltre che la prioritizzazione dei requisiti, anche una identificazione di quelle che possono essere state le incongruenze nelle informazioni raccolte e i conseguenti requisiti formulati durante lo svolgimento della sessione di Assessment.
Per poter individuare le possibili anomalie tra i requisiti utente emersi dal confronto con i responsabili delle diverse aree tecniche del plant e con l'esperto IT, potrebbe essere utilizzata una **matrice di interazione**.
Tale matrice potrà essere creata per ognuna delle aree tecniche (quindi per es. per l'area funzionale di manutenzione, per quella di produzione, per quella di inventory, e per quella di qualità) in modo tale da verificare se alcuni dei requisiti che sono stati definiti da attori diversi dello stesso ambito siano in conflitto tra di loro o se sono in sovrapposizione l'uno con l'altro. O ancora, tramite essa, si potrebbe verificare se responsabili di aree tecniche diverse che abbiano riferito e fornito informazioni circa processi o funzionalità di sistemi informativi che collegano le due aree funzionali a cui loro appartengono si siano espressi in modo differente e apportando notizie conflittuali sullo stesso argomento.
Al termine di questo confronto verificato per ciascuna area tecnica, la stessa matrice potrebbe essere utilizzata per confrontare e verificare tutti i requisiti che in fase di Assessment sono stati definiti.

	Requirement interaction: per ogni area tecnica					
	Requirement 1	Requirement 2	Requirement 3	Requirement 4	...	...
Requirement 1	0	0	1	1		
Requirement 2	0	0	0	0		
Requirement 3	1	0	0	1		
Requirement 4	1	0	1.00	0		
...						
...						
...						
Sum	2	0	1.001	1.001		

Tabella 13. Esempio di Matrice delle interazioni

4.3.4. Strumenti per la fase di Business Blue Print

La consegna dell'elaborato di TO BE fornirà al cliente indicazioni chiare circa i miglioramenti che il proprio business potrà subire dall'implementazione di un sistema informativo ma illustrerà anche le eventuali modifiche che dovranno essere apportate all'attuale stato dell'impianto, rendendolo consapevole di ciò che dovrà essere fatto, non solo da A&C, ma anche dall'azienda *customer* per rendere efficiente, innovativa e connessa la propria realtà.
Qualora quindi il cliente accettasse la proposta tecnica e budgetaria del *team di delivery*, si aprirà una nuova fase di analisi che richiederà ulteriori approfondimenti, più specifici e mirati a fornire tutti i dati necessari allo sviluppo delle funzionalità proposte, soprattutto dettagli sui dati specifici che dovranno essere scambiati per rendere funzionanti ed efficienti i moduli del sistema software una volta che il progetto sarà concluso.
Per affrontare la fase di *Business Blueprint* non è detto che siano però previsti nuovi e numerosi incontri di workshop con il cliente, per questo sono state previste e consigliate determinate tecniche e strumenti per le attività come il *Quick onBoarding* e l'Assessment, per fare in modo di arrivare alla fase di BBP senza la necessità di dover avere numerosi confronti, a volte inefficienti, con il cliente riducendo così la possibilità di spreco delle risorse e del budget di commessa.

Le fasi di *Pre-Sale*, per come sono state strutturate, dovrebbero condurre alla BBP con l'individuazione almeno:

- Degli attori che dovranno attivare le funzionalità del sistema software da progettare
- Dei dati che le funzionalità del sistema dovranno trasmettere ad altri sistemi informativi
- Della sequenza delle attività da svolgere per attivare una funzionalità del sistema
- Degli input e degli output che ogni funzione e modulo del sistema informativo dovrà ricevere e fornire
- Dei trigger che attiveranno determinate funzioni in determinati momenti o in concomitanza a certi eventi
- Dei sistemi e delle risorse con i quali il S.I. dovrà comunicare ed interagire per trasmettere i dati da esso elaborati o che gli verranno dati in input
- Dei requisiti su cui un determinato requisito potrà avere impatti

Potremmo quindi dire che la fase di Business Blue Print altro non è che una fase di *validazione* e precisazione di quelli che erano stati i requisiti emersi durante la fase di Assessment, specificando per ogni requisito delle informazioni che trasformeranno i requisiti cliente in requisiti di business. Tali informazioni aggiuntive e maggiormente tecniche saranno d'aiuto soprattutto agli sviluppatori durante la fase di sviluppo vera e propria del sistema.
È per questo che durante la fase di *Business Blueprint*, che vedrà la rielaborazione dettagliata e corretta dei requisiti emersi durante l'Assessment, diventa maggiormente importante la collaborazione degli esperti tecnici delle *suite* fornite dai partner di A&C, in modo tale da inserire nel documento di validazione solo funzionalità che siano, non solo compatibili con le richieste del cliente, ma compatibili con i moduli forniti dalle *suite* al fine di individuare eventuali customizzazioni che A&C, con il proprio staff, dovrà creare.
Al fine quindi di agevolare ulteriormente l'attività degli sviluppatori nello sviluppo del sistema e, prima ancora, di attenzionare quelli che sono i punti che immancabilmente dovranno essere chiariti dal cliente per la definizione del documento di *Business Blueprint*, sarà il caso di effettuare una nuova prioritizzazione dei requisiti. Questa avverrà sviluppando, in modo più approfondito rispetto alle fasi precedenti e in modo che conduca ad una sua versione definitiva, una matrice che tenga conto di 4 parametri, ovvero:

- Costo: inteso come impatto che il business del cliente potrà avere nell'introdurre la funzionalità connessa al requisito in esame
- Penalità: intesa come lo svantaggio che il business del cliente potrebbe avere dal non veder soddisfatto un requisito e quindi la funzionalità ad essa connessa
- Beneficio: inteso come beneficio che il business del cliente potrà ricevere dal soddisfacimento di un dato requisito
- Rischio: inteso come lo sforzo ma allo stesso come l'incertezza legata al soddisfacimento del requisito richiesto e allo sviluppo della funzionalità ad esso connessa (non solo per il cliente ma anche per il *team di delivery*)

Tale matrice è la *Weighers' priotization matrix,* già annunciata e proposta in [4] e definita in [29], viene utilizzata per quei requisiti che possono considerarsi singolari e non connessi ad altri requisiti. Anche per questo sarà il caso di definire a valle della fase di Assessment lo stato dei requisiti, nella classificazione data dalla [30], ovvero:

- *Inequivocabile*: Il requisito è dichiarato in modo tale da poter essere interpretato in un solo modo. Il requisito è dichiarato semplicemente ed è facile da capire.
- *Coerente*: Il requisito è privo di conflitti con altri requisiti.
- *Completo*: Il requisito dichiarato non necessita di ulteriore amplificazione perché è misurabile e sufficientemente descrive la capacità e le caratteristiche per soddisfare le esigenze degli stakeholder.
- *Singolare*: la dichiarazione dei requisiti include un solo requisito senza l'uso di congiunzioni.
- *Fattibile*: Il requisito è tecnicamente realizzabile, non richiede importanti progressi tecnologici e si adatta all'interno di vincoli di sistema (ad es. costo, programma, tecnico, legale, normativo) con rischio accettabile.
- *Tracciabile*: Il requisito è riconducibile verso l'alto a specifiche dichiarazioni documentate delle parti interessate di necessità, requisiti di livello superiore o altra fonte (ad esempio, uno studio commerciale o di progettazione). Il requisito è anche rintracciabile verso il basso ai requisiti specifici nelle specifiche dei requisiti di livello inferiore o altro artefatti di definizione del sistema. In altre parole, vengono identificate tutte le relazioni padre-figlio per il requisito traccia in modo tale che il requisito risalga alla sua fonte e implementazione.
- *Verificabile*: Il requisito ha i mezzi per dimostrare che il sistema soddisfa il requisito specificato. È possibile raccogliere prove che dimostrino che il sistema può soddisfare il requisito specificato. Verificabilità viene migliorato quando il requisito è misurabile.

In questo modo saranno immediatamente visibili i requisiti che avranno bisogno di maggiore attenzione da parte degli analisti e del cliente durante la fase di *Business Blueprint*. Lo stato del requisito dà una prima indicazione e classificazione degli eventuali gap irrisolti rispetto alcuni dei desiderata del cliente e dà un *alert* agli analisti circa quali azioni bisogna ancora compiere per raggiungere un miglioramento del requisito.

4.3.3.3.Wieger's prioritization matrix

Per quanto riguarda la matrice Wieger è da considerarsi uno strumento che serve ad ammonire e rendere consapevole il *team di delivery* dei rischi e degli impatti che alcuni dei requisiti potranno avere sul progetto, subito dopo la validazione di questi ultimi da parte del cliente.

I partecipanti tipici del processo di prioritizzazione includono:

- Il *project manager*, che guida il processo, arbitra i conflitti e verifica la correttezza di input dati dagli stakeholder coinvolti
- I *rappresentanti dello sviluppo*, ad esempio il team tecnico, che fornisce indicazioni sul costo e sul livello di rischio.

Gli step per la definizione della matrice sono, secondo [29]:

- Step 1: Determinare il peso associato ai 4 parametri: beneficio, penalità, costo e rischio.
- Step 2: Elencare i requisiti che bisognerà prioritizzare
- Step 3: Stimare i benefici di ogni requisito con attenzione alla soddisfazione del cliente o del raggiungimento degli obiettivi di business (è utilizzata una scala da 1 a 9)
- Step 4: stimare, per ogni requisito, la relativa penalità che potrebbe verificarsi, se il requisito non venisse realizzato nel sistema. La penalità relativa è anche misurata in una scala da 1 a 9.
- Step 5: Calcolare il valore di ogni requisito basato sul beneficio relativo e la relativa penalità e i pesi determinati nello step 1:

$$\boldsymbol{Value(R_i) = benefit(R_i) * WeightBenefit + penalty(R_i) * WeightPenalty}$$

- Step 6: stimare per ogni requisito il costo relativo per la realizzazione del requisito. Il costo relativo è registrato su una scala da 1 a 9. Conseguentemente, per ogni requisito, la proporzione del costo (%cost) rispetto ai costi totali è determinato.
- Step 7: Stimare i rischi relativi di ogni requisito. Il rischio relativo è registrato su una scala da 1 a 9. Conseguentemente, per ogni requisito, la proporzione del valore del rischio (risk%) rispetto al totale rischio calcolato, è determinato
- Step 8: Calcolare le priorità individuali dei requisiti basandosi sulle previsioni precedenti e i valori calcolati. La priorità di un requisito R_i è calcolata usando la seguente formula:

$$Priority(Ri) = \frac{\text{Value\%}(R_i)}{\text{Cost\%}(R_i) * \text{WeightCost} + \text{Risk\%}(R_i) * \text{Weight} * \text{Risk}}$$

- Step 9: ordinare i requisiti basandosi sul valore della priorità calcolata in ordine decrescente. I requisiti al livello più alto della lista mostrano una promettente relazione fra benefici/penalità e costi/rischi. Questi requisiti dovrebbero essere implementati per prima quindi.

Al fine di valutare i pesi dei parametri considerati e dell'importanza che ogni singolo parametro ha per ogni requisito, per l'utilizzo della *Wiegers' prioritization matrix* è generalmente utilizzata una scala di valutazione semi-qualitativa.La scala comprende dei valori che vanno da 1 a 9 ed è così definita:

SCALA				
basso	medio-basso	medio	medio-alto	alto
1÷ 2	3÷4	5÷6	7÷8	9

Tabella 14. Scala semi-qualitativa utilizzata per la Wiegers' Matrix

I valori della scala avranno una propria spiegazione per ogni parametro di cui è stato valutato il peso, la descrizione viene definita nelle tabelle sotto riportate.
Generalmente, come riportato in [29], viene data alla penalità e al costo lo stesso peso.
Nelle tabelle mostrate sotto verrà riportato un estratto della scala elaborata per A&C che definisce sotto quali condizioni dare un determinato peso al criterio e al requisito rispetto al dato criterio. Tali scale potranno subire riadattamenti e modifiche in base all'iniziativa considerata.

Scala peso criterio	Rischio	basso	Se il sistema richiesto verrà introdotto in un plant completamente nuovo
		medio-basso	Se il sistema richiesto verrà introdotto solo per alcune macchine/aree di un plant ed è compatibile con altri SI dell'impianto
		medio	Se il sistema richiesto verrà introdotto per un'intera linea/area dell'impianto, è compatibile con altri SI ma potrebbe riscontrare difficoltà di apprendimento da parte dell'user
		medio-alto	Se il sistema richiesto verrà introdotto per un'intera linea/area dell'impianto e potrebbe essere complicato integrarlo con altri SI presenti e potrebbe riscontrare difficoltà di apprendimento da parte dell'user
		alto	Se il sistema richiesto verrà introdotto nell'intero plant e potrebbe essere complicato integrarlo ai SI presenti oltre al fatto che si potrebbero riscontrare difficoltà di apprendimento da parte dell'user

Tabella 15. Descrizione scala per il peso da attribuire al criterio

Scala peso requisito	Rischio	basso	Se l'implementazione di questo requisito non impatta su altre attività o altri SI
		medio-basso	Se l'eventuale implementazione di questo requisito impatta su altre attività ma non su altri SI
		medio	Se l'eventuale implementazione di questo requisito impatta su altre attività e su altri SI
		medio-alto	Se l'implementazione di questo requisito impatta su atre attività, su SI e su pratiche del plant
		alto	Se l'implementazione di questo requisito impatta su pratiche , attività e prevede la modifica di SI o software esistenti

Tabella 16. Descrizione scala per il peso da attribuire al requisito in relazione al criterio valutato

Un esempio di Wiegers' matrix sarà:

Relative Weight	Weight benefit (2)	Weight penalty (1)			Weight cost (1)		Weight Risk (0,5)			
Requirements	Relative benefit	Relative penalty	Total	Value (%)	Relative cost	Cost (%)	Relative risk	Risk (%)	Priority	Rank
Requirement 1	5	3	13	16,8	2	13,3	1	9,1	0,941	1
Requirement 2	9	7	25	32,5	5	33,3	3	27,2	0,692	3
Requirement 3	5	7	17	22,1	3	20	2	18,2	0,759	2
Requirement 4	2	1	5	6,5	1	6,7	1	9,1	0,577	4
Requirement 5	4	9	17	22,1	4	26,7	4	36,4	0,489	5
Total	25	27	17	100	15	100	11	100		

Tabella 17. Esempio generico di applicazione della Wiegers' Matrix

Sarebbe bene adoperare tale tecnica di prioritizzazione non per quei requisiti che già nella fase di Assessment erano stati definiti come indispensabili (rientrati nella categoria MUST della Moscow analysis) ma per tutti quei requisiti ai quali era stato dato minor peso nelle precedenti fasi ma che potrebbero comunque migliorare e ottimizzare i processi del cliente.
Al termine quindi di questa fase di *Business Blueprint*, il cliente validerà tutti requisiti dichiarandone così la conformità alle proprie esigenze permettendo agli sviluppatori di ricevere una documentazione adeguata al fine di implementare correttamente le funzionalità e gli algoritmi che renderanno effettive tali richieste.

4.4. Documentazione per le fasi di Pre-Sale e di Business Blueprint

Al fine di mantenere traccia delle informazioni che sono state raccolte durante la fase di *Pre-Sale*, è necessario che sia utilizzata, viste le indicazioni suggerite dalla letteratura e dagli standard che trattano di raccolta dei requisiti e *Requirements Engineering* in generale, una buona documentazione a supporto della tracciabilità dei requisiti.
Per ognuna delle fasi fissate per il *Pre-Sale* e *Business Blueprint*, sono stati ipotizzati dei modelli di documentazioni semplici che siano compatibili con le tempistiche di consegna concordate con il cliente e che non comportino uno sforzo eccessivo per il *team di delivery*. Tali documenti sono stati

individuati con l'obiettivo di essere facilmente accessibili a tutti coloro i quali prenderanno parte all'iniziativa.

4.4.1. Documentazione per la fase di Proposal Identikit

Per quanto riguarda la fase di *Initiative Identikit*, essendo una fase preliminare che non vede ancora il confronto con parti tecniche sia lato Engineering che lato cliente, è possibile utilizzare anche una semplice tabella, o più genericamente template in formato *Excel* o Word, all'interno della quale siano inserite tutte le risposte che sono state date alle domande formulate durante il confronto avuto tra gli *initiative stakeholder* lato A&C e lato cliente, semplicemente quindi compilando la check-list che è stata già presentata nel paragrafo 4.3.1.
Già all'interno di tale tabella verrebbe a definirsi l'identikit circa il business del cliente, avendo a disposizione:

- Informazioni sul mercato del cliente
- Informazioni sugli attori promotori dell'iniziativa di acquisto del sistema informativo
- Informazioni circa le criticità dei processi che caratterizzano l'attuale stato del cliente
- Informazioni circa il contesto del cliente
- Informazioni circa l'obiettivo che spinge il cliente ad avviare tale progetto
- Informazioni di project management circa le scadenze e il budget previsto per la commessa

Questo tipo di documento sarà finalizzato non solo a guidare le successive fasi di *Pre-Sale* ma anche a dettagliare e categorizzare le informazioni che dovranno essere memorizzate e storicizzate circa le iniziative o i progetti condotte dal *Competence Center*. Le categorie di dati ricavabili e storicizzabili dal template saranno quindi:

- Mercato del cliente
- Problematiche riscontrate dal cliente
- Criticità del progetto
- Moduli del sistema informativo che sono stati richiesti dal cliente
- Tempistiche previste per le fasi di *Pre-Sale* (eventualmente aggiornate con quelle effettive al termine del *Pre-Sale*)
- Tipo di rilascio che è stato previsto, ed eventualmente effettuato, per tale iniziativa
- Tecnica di *elicitation* utilizzata per la raccolta dei requisiti presso il cliente, se tramite workshop o osservazione sul campo
- Brand della suite che è stata richiesta o implementata

Tutto ciò sarà utile anche al fine di fare una valutazione a posteriori del metodo di raccolta dei requisiti e della sua efficacia rispetto agli obiettivi e alle tempistiche che con il cliente erano stati prefissati e agli effetti che questo metodo ha sortito sulla soddisfazione di quest'ultimo.
Inoltre, tale documento potrà essere utilizzato per effettuare valutazioni sul rendimento delle iniziative portate avanti dalla sezione di *Automazione e Controlli* ed in particolare della sezione *Industrial manufacturing* e catalogare progetti secondo i mercati e le criticità che più frequentemente si manifestano nei sistemi di produzione delle aziende cliente che vi appartengono.

4.4.2. Documentazione per la fase di Quick onBoarding e Assessment

La fase di Quick onBoarding entra più nel merito dell'individuazione e descrizione dei processi e degli utenti o, più in generale, delle risorse che sono coinvolte nel business e nei sistemi intorno alla produzione del cliente.

L'individuazione degli attori e delle diverse attività delle pratiche di produzione, manutenzione, qualità e inventory consentiranno agli analisti di formulare dei documenti che diano una visione dei flussi che caratterizzano le attività di stabilimento.

Essendo una raccolta dei requisiti finalizzata allo sviluppo di sistemi software a supporto della produzione, quale è ad esempio il sistema MOM, sembra evidente che documenti tendenzialmente utilizzati per l'analisi e la gestione di sistemi produttivi possano essere utili in fase di *Pre-Sale* per comprendere meglio il contesto del cliente.

Esempi infatti di documentazione prodotta potrebbero essere:

- *Mappa delle operazioni/Grafo delle funzioni di produzione*: su ogni componente o elemento che sarà coinvolto, nello specifico nel processo produttivo, potranno essere individuate quali operazioni su di esso dovranno essere eseguite. A partire da tali informazioni sarà possibile anche individuare quali saranno le attività o i dati che il sistema, ad esempio MOM, dovrà memorizzare e gestire (relativi a tali componenti e alle operazioni eseguite su di essi), per quali moduli del sistema MOM potrebbero essere utilizzati e i conseguenti output che da questo verranno rilasciati [32].
- *Matrice di corrispondenza Operazione Elementare-risorsa*: per definire le operazioni elementari che devono essere svolte da ogni risorsa coinvolta nel processo esaminato [31].
- *Grafo delle risorse*: che mostri per ogni risorsa quali sono gli input che arriveranno alla risorsa [32] (sia essa una macchina o un centro di lavorazione), sia in senso fisico che, adattandolo al nostro caso, in termini informativi (dati o segnali) laddove previsto.
- *Struttura dell'albero di prodotto*: questo grafo assumerà ovviamente delle connotazioni differenti sulla base del tipo di industria a cui ci si sta riferendo (pharma, automotive, alimentare, manufatturiera ecc) e fornirà informazioni circa la composizione del prodotto sviluppato all'interno del plant, quasi fosse una BOM (*Bill of Material*). Tale documento aiuterà a gestire i moduli di tracciabilità, di scheduling e di manutenzione, in quanto darà informazioni utili per la pianificazione della produzione, per la gestione del magazzino e per le eventuali valutazioni dei KPI di qualità [33].
- *Grafo del ciclo di lavorazione (Gdcl)*: tale rappresentazione [32] sarà utile al fine di riuscire ad individuare le precedenze all'interno delle attività e delle operazioni che nei processi industriali dovranno essere svolte per prima rispetto ad altre. L'identificazione di tali sequenze diventerà fondamentale per i moduli di *tracking e traceability*, oltre che per i moduli di *scheduling*, *order management* and *transport management*.
- *Matrice RACI*: l'idea di utilizzare e stilare una Matrice RACI potrebbe essere utile al fine di riuscire a fare emergere informazioni importanti relative ai dati di tracciabilità del personale in *plant* che potrebbero essere richiesti nel sistema informativo. Definire infatti chi sono le persone che potrebbero essere interpellati all'interno di un processo, individuandone così il *responsabile* del processo, chi *svolge* effettivamente l'attività del processo, chi viene *consultato* durante lo svolgimento di essa, chi o cosa è *informato* dell'attività di processo,[34] obbligano a ricevere dal cliente le informazioni utili a individuare possibili attività di escalation ed allo stesso tempo individuare gli strumenti (ad esempio HMI, smartwatch, tablet

ecc) tramite i quali attivare tali escalation. Questo tipo di documento in un SI a supporto della produzione industriale, dove l'integrazione tra i flussi e i processi deve essere ben chiara e definita, diventa fondamentale.

La documentazione relativa ai grafi delle risorse e relativa alla rappresentazione del ciclo di lavorazione potrebbe essere fornita direttamente dal cliente qualora fosse disposto a renderla accessibile.
Già nella fase di *Quick onBoarding* si potrebbe pensare di utilizzare, come altro metodo di documentazione, il ***diagramma delle attività*** descritto dall'**UML** (anticipati nel paragrafo 3.3.2.) attraverso il quale riuscire a definire, non solo i processi e le pratiche regolari che caratterizzano le attività del cliente, ma indurre anche il cliente e lo stesso *team di delivery* a indagare su quali potrebbero essere gli scenari alternativi che potrebbero verificarsi qualora le variabili in gioco dovessero cambiare o dovessero verificarsi degli imprevisti durante lo svolgimento delle attività del processo di produzione e l'utilizzo delle funzionalità del sistema informativo da implementare.
Queste stesse tipologie di documenti potranno essere utilizzate in fase di *Assessement*, aggiornandoli delle informazioni di dettaglio ricavate dalla classificazione data, per ogni area funzionale, ad esempio dalla ISA-95 approfondendo, per ognuna di esse, gli elementi, le attività e i dati che le contraddistinguono e che permetteranno di definire in modo chiaro i requisiti del MOM o di qualsiasi altro sistema informativo esaminato.
Dato i simboli e gli strumenti forniti dal UML, per ogni requisito che dovrà essere implementato, potranno essere segnalate le sequenze delle operazioni, individuando eventuali *trigger* di processo ed eventuali tempi di attesa o invii di segnali da o verso altri sistemi informativi, già in uso nel *plant.*
L'uso infatti dei diagrammi delle attività sarà utile non solo per la definizione, a valle della fase di Assessment, del AS IS del cliente ma anche per fornire una illustrazione della proposta di TO BE modificando l'AS IS secondo quelle che sono state le necessità e le criticità emerse dal cliente e i requisiti, e quindi le funzionalità di sistema, che le risolveranno.

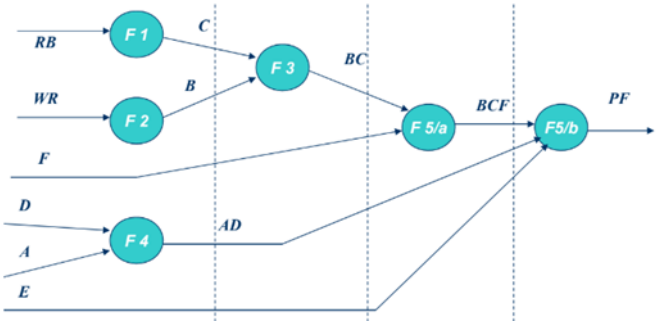


Figura 21. Esempio Grafo delle funzioni, da [32]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
R1	1	1	1						
R2				1	1				
R3						1	1		
R4								1	1

Figura 22. Esempio matrice OE-Risorse, da [31]

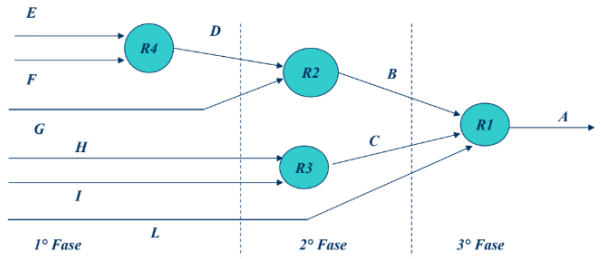


Figura 23. Esempio di Grafo delle risorse, da [32]

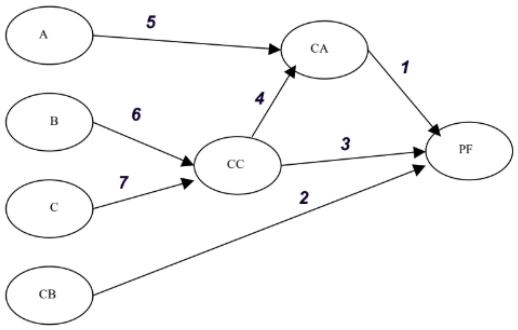


Figura 24. Esempio GdCL, da [32]

4.4.3. Documentazione per la fase di Business Blue Print

Per la fase di *Business Blueprint*, la documentazione che sembra più adatta per la rappresentazione dei requisiti e di più facile interpretazione al fine di ottenere una validazione di questi da parte del cliente è lo **Use Case**.

Dopo avere verificato che il requisito rispetti i criteri che avevamo definito nello standard ISO/IEC/IEEE 29148, è necessario che lo scenario futuro del sistema informativo che verrà implementato successivamente abbia una descrizione dettagliata in grado di fornire al team di sviluppo tutte le indicazioni necessarie a sviluppare le funzionalità del software e a customizzarle secondo le esigenze del cliente.

Utilizzare lo Use Case, come strumento di documentazione, darà la possibilità di fare emergere eventuali incomprensioni da parte dell'analista circa i processi e le modalità in cui il sistema informativo dovrà gestirli, secondo le esigenze, i vincoli e le abitudini dell'utente finale.

All'interno dello Use Case, come descritto in [4], verranno descritti: *l'identificativo del requisito descritto; il nome del requisito; l'autore del requisito; la versione del requisito; storia delle modifiche subite dallo Use Case; priorità dei requisiti; criticità dei requisiti; stakeholder responsabile dello Use Case; priorità del requisito; livello dello use case; obiettivi; attori primari; altri attori; precondizioni; post condizioni; risultati; scenario principale; scenario alternativo; scenario eccezionale; relazioni con altri Use Case; informazioni supplementari*.

Tramite la specifica di tali informazioni e la descrizione degli scenari che possono condurre al soddisfacimento di un requisito, non solo sarà possibile fornire degli input utili agli sviluppatori che dovranno definire l'algoritmo che renderà operative le funzionalità richieste per il sistema ma allo stesso tempo è un ultimo strumento per verificare, ed eventualmente rinegoziare, alcuni punti critici per i quali è stato complicato trovare una soluzione accettata da tutti. Questo ultimo documento soddisferà infatti l'esigenza di mantenere *una tracciabilità*, *una definizione delle priorità* (grazie alla Wiegers matrix), una *identificazione delle fonti* dei requisiti e di *verificare che gli obiettivi per cui il progetto è nato siano stati soddisfatti.*

Dall'identificazione dell'entità coinvolte e dal loro coinvolgimento in scambi informativi, quindi dalle risposte ritracciate agli *Who* e ai *From/To* oltre che dai *When*, sarà possibile definire diagrammi delle classi e diagrammi delle attività. I secondi probabilmente illustrabili anche in assenza di informazioni dettagliate in quanto in grado di dare comunque una visione delle attività, anche se di alto livello, che il sistema dovrà svolgere e delle interazioni che lo vedranno coinvolto. È per questo che gli *activity diagram* potranno essere definiti già nella fase di *Quick onBoarding* e Assessment. Il

diagramma delle classi ha bisogno invece di definire tutti gli attributi che caratterizzeranno tutte le entità coinvolte nel sistema. Ottenere tali specifiche in fase di *Business Blueprint* sarebbe un traguardo ottimo per garantire il successo dell'intero progetto.
La scelta della documentazione per la *Business Blueprint* ricade quindi, come nuovo template rispetto alle precedenti fasi, principalmente sullo Use Case, uno strumento semplice ma ben strutturato che possa ben descrivere lo scenario e le funzioni future che il plant del cliente potrà vantare di avere. Qualora si riuscisse a definire anche i diagrammi delle classi sarebbe un ulteriore miglioramento nel processo documentativo al fine di agevolare il lavoro degli sviluppatori.

4.5. Strumenti di comunicazione

Lungo il *Pre-Sale* e la fase di *Business Blueprint*, grazie anche alla semplicità del tipo di documentazione che dovrà essere prodotta durante ognuna delle fasi dell'approccio, sarà possibile utilizzare degli strumenti di comunicazione quali Skype per poter rendere visibile e condivisibile la documentazione utilizzata.
Il fatto di avere degli strumenti che diano delle indicazioni chiare su quali obiettivi raggiungere durante il confronto con il cliente, faciliterà infatti la comunicazione anche quando non sarà possibile avere un incontro face to face con il cliente, né presso la sede del *Competence Center* né presso la sede del cliente.
Tutta la documentazione che dovrà essere prodotta e condivisa con il cliente sarà ricavabile da semplici fogli Excel (o della piattaforma Microsoft) che hanno lo scopo di tentare di sostituire sistemi software più avanzati, come ad esempio DOORS o Caliber, cercando di seguire la logica e le informazioni che questi sistemi riescono a registrare.
Anche il documento di *Business Blueprint* finale sarà uno strumento che, qualora non fosse possibile condurre una fase di negoziazione che veda partecipare gli stakeholder personalmente, presso una stessa sede, potrà essere validato da remoto in quanto le informazioni che saranno riportate al suo interno seguiranno una strutturazione chiara e dettagliata, soprattutto nella descrizione degli scenari, tale da ridurre al minimo le possibili incomprensioni per il cliente.
Sulla base dei *Who* ai quali si risponderà durante la fase sia di Quick onBoarding che di Assessment, laddove prevista, sarà possibile individuare le risorse chiave del processo che il sistema informativo dovrà gestire.
A valle di ciò potrebbe essere formulato un Lessico che fornisca una descrizione di ogni risorsa (umana e non) coinvolta nelle pratiche e nei processi del sistema, sia attuale che futuro del cliente, che potrà rendere immediata la comprensione del contesto esaminato qualora gli stakeholder del progetto dovessero cambiare o se ne dovessero aggiungere di nuovi in fasi successive al *Quick onBoarding.*
Utilizzare inoltre come linguaggio quello naturale è la scelta più consigliata in questa fase che potrebbe condurre al Kick-off di progetto in quanto saranno coinvolti soprattutto stakeholder che non hanno competenze informatiche tali da poter comprendere fino in fondo le logiche e i tecnicismi che solo il responsabile IT del cliente potrebbe eventualmente comprendere. Anche per questo utilizzare i diagrammi UML come strumenti di documentazione risulta essere la scelta più ovvia e conveniente. Sono tutti documenti che possono essere ben compresi anche stando aldilà di un monitor, connessi a chilometri di distanza in videoconferenza, in call o semplicemente attraverso una messaggistica istantanea.

5. Case Study: Minima applicazione dell'approccio metodologico

Durante l'attività di Tirocinio presso *Automation & Control*, è stato possibile prendere parte ad uno dei progetti più importanti che il *Competence Center* abbia in cantiere.
Il cliente a cui è associato il progetto è una azienda internazionale leader nella produzione di utensili per uso domestico ed industriale che vorrebbe ottimizzare e monitorare le attività del proprio business a livello manufacturing, utilizzando un sistema informativo uguale per tutti gli stabilimenti, così da uniformarli.
L'iniziativa, per la quale A&C è stata contattata, riguarda il rilascio di un *Manufacturing Operations Management* presso uno stabilimento pilota del cliente, il cui esito determinerà la decisione da parte di quest'ultimo di installare il sistema anche in altri impianti collocati in altri paesi.
Il cliente ha mostrato esigenze nel:

- Tracciare le risorse presenti sulla linea e il materiale in ingresso e in uscita da essa
- Integrare lo shopfloor con gli altri sistemi del plant
- Avere un sistema che monitorasse le performance dei macchinari (calcolo OEE, Overall Equipment Effectiveness)
- Avere un sistema di schedulazione e sequenziamento degli ordini di produzione per ottimizzare la disponibilità delle risorse di plant (macchinari, materiali ecc) e garantire i tempi di consegna del prodotto finito al cliente

Per soddisfare il primo punto è necessario definire ed identificare i materiali presenti sia sulla linea di produzione sia i materiali che dalla linea di produzione si sposteranno verso il magazzino e viceversa, definire il materiale che potrebbe provenire dalle aree di manutenzione (o re-work) e giungere alle aree di produzione, e viceversa, oltre che definire il materiale che dalla linea o dalle aree di lavorazione giungono al magazzino prodotti finiti.
Già questo primo obiettivo o interesse, che il cliente ha palesato, apre la discussione su requisiti, e quindi funzionalità, che potrebbero essere connessi a più moduli del sistema MOM, quindi porta con sé la necessità di comprendere tutti i flussi riguardanti i componenti, i prodotti e le risorse da tracciare e di conseguenza i dati ad essi associati.
Avere requisiti circa l'integrazione con lo *shopfloor* vorrà dire ottenere informazioni riguardo i sistemi informativi che attualmente sono collegati al campo, ottenere una descrizione del loro funzionamento e identificare i dati che questi sono in grado di scambiare ed elaborare, oltre che comprendere come tali dati potranno essere sfruttati sia a livello Enterprise sia dal MOM per ottimizzare i processi del plant.
Avere un sistema che monitori le performance dell'impianto vorrà dire riuscire a definire secondo quali criteri il sistema MOM dovrà rielaborare i dati acquisiti dal campo per riuscire a rilasciare valutazioni sui processi, come il calcolo dell'OEE.
Avere una visione real-time delle attività e delle performance della linea significherà definire chi saranno gli utenti o i responsabili che dovranno avere informazioni circa lo stato della produzione e dell'impianto in tutte le sue attività, definire la tempestività di notifica di tale stato e degli strumenti adibiti alla sua visualizzazione, oltre che sviluppare una definizione delle *escalation* previste in caso di mancata notifica o in caso di ricezione di una notifica che richieda una pratica diversa da quella standard, motivo per cui dovrà essere gestita da figure più specializzate.
Desiderare un sistema che permetta un'ottimizzazione della pianificazione degli ordini da produrre vorrà dire riuscire a comprendere attraverso quale flusso le informazioni circa le date previste di

consegna e le quantità da produrre per ogni ordine dovranno giungere al sistema MOM, definire con quale frequenza queste informazioni giungeranno e con quale frequenza dovrà essere effettuata un *finite scheduling* oltre che definire in che modo il MOM dovrà comportarsi in situazioni non standard o in mancanza di alcune informazioni provenienti da altri sistemi.
Associato sempre a tale desiderio, fondamentale sarà capire in che modo le informazioni sulla disponibilità di materiale e risorse nel *plant* verranno ricevute dallo schedulatore e quali possibilità di modifica sono previste per la schedulazione.
Sono tutte informazioni, queste, che richiedono che il *Pre-Sale* e la definizione della *Business Blueprint* abbiano delle regole e delle fasi definite, da rispettare, e che quindi esista un metodo, come quello ipotizzato e descritto nel capitolo precedente, che possa aiutare a documentarle e ad impedirne la volatilità nel tempo e fra gli stakeholder che in queste fasi saranno coinvolti.

5.1. MOM System: Manufacturing Operations Management

Per riuscire a cogliere la complessità del progetto al quale, seppure per breve periodo, ho preso parte, è necessario comprendere anche la complessità del sistema informativo che è stato richiesto dal cliente e per il quale è stata avviata l'iniziativa.
Il sistema desiderato, come già anticipato, è il sistema MOM. Il sistema MOM nasce da un'estensione del sistema MES, entrambi appartenenti al 3 livello nella scala gerarchica dei sistemi informativi che caratterizzano e supportano le organizzazioni industriali.
Il *Manufacturing Operations Management* è l'insieme di più sistemi che contribuiscono insieme a rendere più efficienti i processi end-to-end all'interno delle organizzazioni industriali, cercando di ottimizzare e digitalizzare le attività che le caratterizzano.
Questo tipo di sistema rispetta i paradigmi dell'Industry 4.0 che mira ad un progresso economico e tecnologico basato sullo scambio di dati e di informazioni le cui rielaborazioni e quindi analisi potranno condurre ad un miglioramento e un'ottimizzazione real-time dei processi e ad una riduzione dei costi e del time-to-market di un'azienda.
Per definire e lo scambio di dati generato dalla connessione uomo, macchine e sistemi è necessario effettuare una corretta analisi dei flussi informativi che caratterizzano un'organizzazione ad ogni suo livello gerarchico.
Il sistema MOM si compone di più moduli che insieme operano per la gestione della produzione, per il monitoraggio della qualità e della conformità del prodotto, quindi della manutenzione, oltre che per la gestione dell'*inventory* (gestione delle scorte e del materiale necessario alla produzione). Tutte queste attività saranno ovviamente supportate dall'impiego di server, sistemi cloud, sistemi di controllo già presenti nella linea e infine interfacce uomo-macchina che consentiranno una più rapida e corretta interazione dell'utente con il sistema informativo installato.
Rispetto al precedente sistema MES, potremmo definire il MOM come una sua estensione includente anche un sistema di gestione e monitoraggio della qualità e un sistema di schedulazione degli ordini che determinano la quantità da produrre sulla linea.

Di seguito è fornita una descrizione più dettagliata dei moduli che possono costituire i sistemi MOM e che A&C customizza secondo i requisiti espressi dal cliente:

- Modulo di *Shoop floor integration*: tale modulo sfrutta protocolli che permettono di far interfacciare i sistemi di controllo della produzione, gli HMI, i server, i client e che permettono la comunicazione fra i vari utenti che operano nell'organizzazione. Si occupa di guidare gli

eventi dello Shop floor, di far comunicare lo shop floor con i livelli superiori, permette la visualizzazione di notifiche di eventi castumizzabili e configurabili. Il beneficio che si ha da tale modulo è la possibilità di abilitare l'integrazione con sistemi obsoleti e device non standard e fornire dati ai diversi livelli di comunicazione fra le applicazioni.

- Modulo di *Tracking and traceability*: Tale modulo permette di tracciare i processi di lavoro, tracciare codici serializzati e lotti, tracciare le attrezzature utilizzate e le operazioni svolte del personale, memorizzare la genealogia forward e backward (monitoraggio dei materiali attraverso i processi e della loro separazione in lotti sia a ritroso che in avanti lungo le attività di produzione nelle quali vengono utilizzati), tracciare i materiali nei containers, nei pacchi e ottenere dei report circa la traccaibilità backward e forward. Per cui i benefici che si ottengono saranno eliminare errori relativi all'uso scorretto dei materiali indicati nella BOM (Bill of Material), migliorare l'accuratezza dello stock tramite aggiornamento del sistema ERP attraverso aggiornamenti circa materiale usato realmente, informazioni su quando è stato usato, per assicurare gli standard di qualità del prodotto e dare informazioni real-time e quindi migliorare l'accuratezza dei dati.

- Modulo di *Label printing*: Permette la progettazione di etichette in modalità WYSIWYG, la selezione del corretto layout di stampa, la generazione automatica di numeri seriali, la stampa automatica di etichette, l'invio di etichette alla stampante corretta, la ristampa di etichette che era avvenuta in modo scorretto, la stampa di altre etichette per informazioni di prodotto o notizie di sicurezza. Quindi i benefici che si ricavano da tale modulo saranno relativi alla riduzione del tempo di progettazione dell'etichetta, una migliore accuratezza nella stampa, la riduzione degli sprechi e degli errori, la stampa di etichette solo quando necessario.
- Modulo di *Energy management*: Questo modulo si occupa di prevedere, schedulare e supportare l'acquisto di energia, bilanciare l'utilizzo di energia e dei materiali tramite calcoli di KPI adeguati, prevede sistemi di segnalazione energetica, gestione di segnali e guasti, gestisce e controlla il carico di consumo e fornisce interfacce con misuratori e dispositivi di misurazione. Per cui i benefici ricavati da tale modulo saranno una riduzione dei costi di fornitura dell'energia, il soddisfacimento degli ordini legali per la riduzione di CO2, il rilevamento dei potenziali di ottimizzazione dell'impianto, la prevenzione degli errori, la disponibilità di dispositivi di misurazione facilmente accessibili e un rapido processo decisionale.
- Modulo di calcolo dell'*OEE:* Il modulo relativo al calcolo dell'OEE prevede il rilevamento real-time dei dati, la collezione dei dati di performance della produzione, la collezione dei dati di fermo, il calcolo di tutti i KPI secondo gli standard del cliente, il monitoraggio dell'area di produzione attraverso input manuali e automatici, il confronto con i target di produzione, l'integrazione con sistemi ANDON, un'interfaccia utente-web per facilitare l'accesso all'interno della rete. I benefici ottenuti da tale modulo saranno la visualizzazione delle performance in modo semplice, il supporto e l'assistenza in seguito a problemi di performance ad ogni livello della produzione, una maggiore consapevolezza degli operatori circa l'efficienza dell'impianto e dei miglioramenti che bisogna attivare immediatamente, una riduzione dei tempi di fermo macchina e dei costi di manutenzione e una durata maggiore del ciclo di vita delle attrezzature.

- Modulo di *Quality:* Il modulo di qualità si occupa di supportare le attività di test di qualità in-line e off-line, gestire i piani di plan, do, check e act e prevede l'acquisizione dei dati di qualità in real-time. I benefici che ne derivano sono la gestione di piani di controllo in una soluzione MES integrata, la cattura in real-time dei dati provenienti dallo shopfloor, segnalazione in real-time delle modifiche subite dai processi, report e analisi dei dati consistenti e abbassamento dei costi della qualità effettuando un'acquisizione e analisi dei dati automatica.
- Modulo di *Maintenance*: Il modulo di Maintenance prevede l'integrazione con i dati in real time, fornisce algoritmi standard, supporta la personalizzazione di algoritmi standard e la creazione di algoritmi ad hoc. I benefici ricavati da tale modulo saranno una massimizzazione dell'accessibilità del plant/servizi, incremento della sicurezza e previsione di possibili problemi, incremento dell'efficienza della manutenzione identificando i compiti precisi di riparazione necessari a correggere le inefficienze, manutenzione schedulabile e lavoro organizzato.
- Modulo di *Smart devices*: Tale modulo fornisce supporto a device come smartphone, andon, tablet, smartwatch rendendo possibile tramite tablet e smatphone la gestione delle funzioni MOM. Gli smartwatch sono in grado di gestire solleciti di sicurezza sul lavoro, visualizzazioni di sequenze di produzione, avvertimenti su difetti e allarmi, chiamate al team leader o chiamate di materiali. I benefici che ne derivano saranno esperienze utente a mani libere, visualizzazione immediata sul controllo nel plant, aiuto all'operatore nello svolgere le attività, accesso immediato alle istruzioni di cui necessitano per eseguire i compiti.
- Modulo di *Transport management:* Il modulo di Transport Management consente il trasferimento di esecuzioni e di ordini di processo, la gestione JIS (Just in Sequence), rifornimento KANBAN dei buffer, gestione delle attività dei carrelli elevatori, integrazione con il magazzino materie prime e prodotti finiti, integrazione con i dati di produzione real time, supporto dei processi di ricezione JIT/JIS dei processi del fornitore, gestione del deposito/prelievo del materiale. I benefici che se ne ricaveranno saranno l'automazione dei movimenti, verifica dei movimenti manuali svolti dall'operatore, riduzione di articoli sbagliati nei buffer vicino la linea, miglioramento dell'efficienza della logistica.
- Modulo di *Order management & sequencing*: I moduli di Order M&S gestiscono i processi relativi all'esecuzione degli ordini, consentono la modifica della sequenza dell'ordine in base alla modifica dello stato dell'ordine, permettono la modifica del work in progress, acquisiscono real-time i dati di produzione, supportano i processi di produzione JIT/JIS. I benefici che ne derivano saranno il controllo della produzione, miglioramento nell'efficienza del workflow di produzione, la riduzione di documentazione, il controllo dei materiali utilizzati e la sincronizzazione della produzione in ogni area dell'impianto.

- Modulo di *Detailed scheduling*: Il modulo di Detailed scheduling utilizza come input gli ordini pianificati, la disponibilità delle risorse e delle attrezzature, la bill of process (BOP) per generare la sequenza dei compiti, genera la richiesta di materiali sulla base delle necessità della linea. I benefici che derivano da tale modulo saranno la riduzione dei tempi di setup, dei tempi di pianificazione, del ciclo di produzione; un incremento della produttività, un decremento dello stock/inventario di materiale; riduzione dei WIP, degli arretrati; migliore visibilità di eventi inattesi e maggiore abilità nel gestirli, migliori performance di consegna e

maggiore soddisfazione del cliente; riduzione dei costi di straordinario e tempi di implementazione più efficaci.

- Modulo di *EWI (Electronic work instruction):* Il modulo di Electronic Work Instruction consente la visualizzazione di documenti di istruzioni sotto diversi formati (pdf, doc, immagini, video) su più device (pc, tablet, smartphone) oltre che la visualizzazione direttamente dalle stazioni, lungo la fase di processo, tramite l'accesso al profilo dell'operatore. I benefici che derivano dall'implementazione di tale modulo saranno una riduzione dello sforzo di training, degli errori di produzione e degli sprechi di carta; facilitazione nelle comunicazioni di modifiche regolatorie; riduzione dei costi associati all'utilizzo di carta.
- Modulo di *Order-Master Data*: Il modulo di order-master data permetterà la sincronizzazione dei Master Data provenienti da molteplici sistemi, la ricezione e condivisione di dati relativi a master data (BOM, prodotti, componenti, parametri), ricezione e condivisione di informazioni relative ai processi, di informazioni relative agli asset, di dati relativi ad utenti, fornitori, gruppi utenti, ruolo degli utenti e di dati relativi alla gestione dei buffer nel caso di interruzione del funzionamento del sistema ERP. I benefici saranno ridurre la gestione di master data su più sistemi e quindi creare un unico master data repository, fornire la standardizzazione dei dati di gestione e migliorare l'integrazione dei dati con sistemi esterni.
- Modulo di *IOT integration:* Il modulo di IOT Integration permette la connessione a sistemi Enterprise, connettività bidirezionale tra tecnologie operative di sistema come (MOM, SCADA, MES ecc), la connettività semplice e sicura ai sensori e ai sistemi IoT, connettività a prodotti smart e l'utilizzo di API per lo sviluppo di applicazioni su misura. I benefici che ne derivano saranno la collezione, l' integrazione e l'analisi di dati da IT, OT e sistemi IoT lungo tutti i servizi di produzione, l'integrazione della produzione e l'acquisizione dei dati di performance dal campo provenienti da un gemello onnicomprensivo e olistico; infine miglioramento dell'esperienza del cliente.
- Modulo di *Manufacturing Inteligence:* Il modulo di Manufacturing Inteligence definisce modelli di dati multidimensionali, permettendo richieste analitiche complesse con tempi rapidi di esecuzione, KPI di produzione e prestabilite analisi delle dimensioni, analisi multidimesionale dei più rilevanti indicatori MOM per la produzione, per la qualità e manutenzione, per indicatori di energia, efficienza e tracciabilità. I benefici che ne derivano saranno visibilità globale delle metriche di performance in tempo reale, integrazione con l'esecuzione della produzione così da permettere agli utenti di prendere decisioni immediate, incremento della profittabilità rilevando nuove opportunità per migliorare le operazioni.
- Modulo di *Plant Simulation*: Il modulo di plant simulation permette la simulazione di sistemi di produzione complessi e di strategie di controllo; la visualizzazione di output grafici per l'analisi dei throughput, la rilevazione automatica dei colli di bottiglia, Gantt chart, la visualizzazione 3D online, possiede rete neurale integrata e fornisce la possibilità di esperimenti manuali; permette l'ottimizzazione dei sistemi automatizzati attraverso algoritmi genetici, di sistemi per ridurre l'suo di energia; consente il mapping del flusso del valore e la sua simulazione. I benefici che ne derivano saranno il miglioramento della produttività dei servizi esistenti, la riduzione degli investimenti nel pianificare nuovi servizi, il taglio dei tempi di inventory e throughput, l' ottimizzazione delle dimensioni del sistema, inclusa la dimensione del buffer, la riduzione del rischio di investimento attraverso proof of concept

preliminari, la massimizzazione dell'uso delle risorse, il miglioramento della progettazione della linea di produzione e dello schedule e permettere il collaudo virtuale di nuovi progetti.

Definiti quindi i moduli di un generico sistema MOM e considerate le esigenze espresse dal cliente all'avviarsi dell'iniziativa, possiamo renderci conto della complessità nel riuscire a definire i requisiti e tutte le informazioni necessarie al fine di creare un sistema che sia conforme alle necessità del cliente.

Riuscire a tener fede alle 4 richieste del cliente vorrà infatti dire riuscire ad ottenere indicazioni che permettano di implementare le caratteristiche descritte per i moduli di: *Shopfloor integration, Tracking and traceability, OEE calculation, Quality, Order Management Sequencing, Detailed Sequencing, EWI, Order and master data*.

5.2. Case Study background

La partecipazione al progetto ha avuto luogo durante una fase già avanzata della raccolta e della definizione dei requisiti, quella che nell'approccio, e tuttora nell'azienda, viene chiamata di *Business Blueprint*.

Per comprendere come sia stata affrontata la *Business Blueprint* è bene dare una descrizione del background che ha condotto a tale fase.

Il progetto, già dalla proposta dell'iniziativa e poi nelle fasi di *Pre-Sale*, ha dovuto affrontare alcune criticità. Fra queste:

- La mancata definizione di tutti i customer stakeholder che sarebbero stati fondamentali per la raccolta dei requisiti (ad es. responsabili di qualità, responsabile IT e responsabili delle diverse aree funzionali del *plant* nel quale sarebbe avvenuto il rilascio).
- Il cliente non aveva conoscenza del layout e delle macchine di processo che avrebbero caratterizzato il *plant* in cui sarebbe avvenuto il rilascio del MOM
- Durante l'attività di *Pre-Sale*, poche informazioni sono state raccolte circa il flusso informativo che avrebbe caratterizzato la comunicazione tra il sistema MOM e i sistemi direttamente connessi alla linea (es. SCADA, PLC ecc), data la criticità definita nel punto precedente

L'individuazione parziale, in fase di *Initiative Identikit*, degli stakeholder con i quali sarebbe stato necessario confrontarsi per acquisire informazioni circa l'implementazione di determinati moduli del sistema MOM (es. Quality, OEE calculation) ha reso più complicata la definizione dei requisiti cliente durante la fase di Pre-sale e BBP e il *decision making*.

Utilizzare in fase di *Pre-Sale* uno strumento come la SWOT analysis avrebbe permesso non solo di definire punti di forza e di debolezza attuali del cliente, così da guidare in modo più strutturate le indagini sui requisiti nelle fasi successive di raccolta, ma avrebbe anche imposto al *team di delivery* di valutare le criticità del progetto (ad esempio la mancata definizione della linea con la quale il MOM si sarebbe dovuto interfacciare) e di considerare i rischi e gli impatti che avrebbero potuto gravare sull'esito dell'iniziativa.

L'iniziativa, promossa dal centro di innovazione del cliente intenzionato ad uniformare gli impianti dell'organizzazione attraverso un sistema MOM con funzionalità e logiche per gestirne la produzione, sarebbe stata finalizzata ad un rilascio in un *plant* italiano della multinazionale. Riuscire quindi a prendere degli accordi su requisiti che avrebbero caratterizzato il sistema MOM nella sede italiana

ma che potessero essere compatibili con gli altri stabilimenti sparsi nel mondo e con le direttive del PM designato, ha reso più critica la fase di *Business Blueprint*.
La volontà del PM di adottare un sistema MOM che uniformasse tutti i *plant* dell'azienda si è scontrata con le esigenze specifiche di gestione della produzione nello stabilimento italiano, soprattutto in fase di BBP.
Dalle difficoltà riscontrate si evince quanto sia necessaria la fase di *Initiative Identikit* e la completa definizione di tutte le voci indicate nel template per essa ipotizzato le cui informazioni serviranno da guida alla successiva fase di *Quick onBoarding* durante la quale sarà possibile effettuare una valutazione delle minacce e delle opportunità dell'iniziativa tramite l'utilizzo della SWOT.
Nonostante le difficoltà, si era riusciti a giungere alla fase di *Business Blueprint* con una conoscenza abbastanza buona circa i dati che i sistemi informativi esistenti gestivano, soprattutto i sistemi ERP e quello di manutenzione, invece non erano stati definiti esattamente i flussi e i trigger che avrebbero attivato lo scambio di tali informazioni col sistema MOM.
Probabilmente quindi un'indagine condotta, durante la fase di *Pre-sale* tramite la logica delle 5W ipotizzata dal metodo, avrebbe fornito maggiori chiarimenti circa i *From-To*, i *When* e i *Why*.
Per cui se si fosse seguita la logica formulata per la fase di *Quick onBoarding* e quella formulata per la fase di *Assessment*, sarebbe stato possibile chiarire meglio:

- *Quando* tali dati o segnali elaborati da altri sistemi informativi sarebbero stati trasmessi e in seguito a quali trigger o eventi al sistema MOM
- *Come* tali dati o segnali sarebbero stati forniti, magari indicando il linguaggio che viene utilizzato all'interno degli stabilimenti, seppure già questa potrebbe essere una informazione che varia al variare del plant, ma sarebbe stato utile fare emergere tali differenze al fine di evidenziare eventuali distinguo in fase di elaborazione e stesura della BBP
- *Perché* sarebbero stati trasferiti o memorizzati alcuni dati, a cosa sarebbero stati finalizzati e quali vincoli organizzativi o procedurali imponessero tali flussi
- *Da chi o cosa/A chi o cosa* tali dati sarebbero stati trasferiti.

Per quanto riguarda la definizione del comportamento e delle operazioni svolte dalla linea, durante il *Pre-Sale* non è stato possibile reperire informazioni relative al modulo di *Shop floor Integration*. Tale modulo avrebbe dovuto supportare la gestione dei dati di una linea di cui all'epoca del *Quick onBoarding* la progettazione era ancora in fase di avvio. Si era a conoscenza di pochissime informazioni circa la tipologia di macchinari, quindi del tipo di sensori e sistemi di controllo che li avrebbero supportati oltre che del tipo di dati che sarebbero stati in grado, tali macchine, di registrare.
Il fatto di non avere una linea la cui progettazione fosse definita ha reso più complicato intercettare eventuali criticità di processo per riuscire a intercettare i miglioramenti e le funzioni che il sistema MOM avrebbe dovuto immancabilmente apportare.
La mancata definizione dei macchinari che avrebbero caratterizzato la linea ha reso più difficile prevedere i dati che i sistemi informativi del livello 2 avrebbe potuto fornire al sistema MOM.
Il fatto di non avere chiare le dinamiche relative alla linea in cui si sarebbe dovuto implementare il sistema non ha fatto altro che ritardare l'acquisizione di alcune informazioni e di proporre delle funzionalità del MOM sulla base di indicazioni poco approfondite.
Una comprensione non chiara del modo in cui gli ordini fossero gestiti e pianificati per la produzione in linea e una mancata gestione dei conflitti che caratterizzavano le dichiarazioni emesse dal PM e

dal responsabile del plant italiano ha prodotto dei requisiti ambigui che hanno condotto ad una proposta del modulo di schedulazione non del tutto completa nel documento di TO BE.
Emerge quindi che l'utilizzo di strumenti come la SWOT, definire un ordine di prioritizzazione dei requisiti e sfruttare strumenti di identificazione dei conflitti avrebbe potuto rendere più efficace l'attività di *Pre-Sale* e aiutare il *team di delivery* nella sua conduzione.
D'altro canto, seppure il *team di delivery* del *Competence Center* non disponesse di un approccio standard e più strutturato, e quindi di strumenti più efficaci e mirati a cogliere *needs* e *pains* del cliente, è vero anche che il cliente non sempre si sia mostrato collaborativo nel soddisfare le esigenze palesate dal fornitore per far sì che l'iniziativa potesse avere un buon esito.
Di conseguenza si è giunti ad una proposta tecnica ed economica comunque accettata dal cliente, avendo una conoscenza sommaria delle volontà del cliente e quindi una documentazione non precisa che permettesse di distinguere i requisiti funzionali, i requisiti di qualità e i vincoli del sistema, soprattutto per alcuni moduli del sistema MOM.
Il raggiungimento della fase di BBP è stato possibile quindi grazie all'esperienza raccolta dal team di delivery nel mercato in questione e alla sua competenza riguardo sistemi MOM. Questi due fattori hanno permesso al team di individuare le funzionalità, che per ogni modulo, avrebbero potuto fare il caso del cliente.
Inoltre, la mancata formulazione di una documentazione più standard ed efficace, che sarebbe prevista dal metodo, come la definizione di matrici RACI, di un albero di prodotto, di diagrammi delle attività UML e di un diagramma dei processi, ha reso la fase di BBP più lunga del previsto e la comprensione del progetto più complicate per chi è stato coinvolto solo successivamente in esso.

5.3. Elaborazione della Business Blueprint

Illustrate le fasi che hanno preceduto l'accettazione, nonostante le difficoltà, della proposta di TO BE da parte del cliente, viene descritta di seguito la successiva fase di *Business Blueprint*.
È in questa fase che ho avuto modo di prendere parte all'iniziativa, ormai divenuta un vero e proprio progetto.
Date le mancanze e le ambiguità che avevano caratterizzato la fase precedente si è cercato, con gli strumenti che sono stati ipotizzati dall'approccio, di condurre dei confronti più strutturati con il cliente al fine di giungere ad un documento di BBP che fosse il più dettagliato possibile e che aiutasse la validazione dei requisiti da parte del cliente, compatibilmente con i limiti di tempo imposti dalla data fissata di *Kick-off* per lo sviluppo del sistema informativo.
La prima attività adottata dal metodo in questa fase è stata la prioritizzazione dei requisiti che sarebbe dovuta avvenire tramite la matrice Wieger, sia all'inizio della fase di BBP che alla fine, sulla base della valutazione dei criteri di costo, penalità, beneficio e rischio. A causa delle tempistiche molto ristrette e alla mancata valutazione dei suddetti criteri che sarebbe dovuta avvenire nelle fasi precedenti, non è stato possibile riuscire a definire un ordine così dettagliato che avrebbe potuto fornire un supporto anche ai developer nella successiva fase di progettazione.
Per cui l'unica classificazione che è stata effettuata, si è basata su una classificazione di altissimo livello al fine di identificare i requisiti che si sarebbero dovuti definire il più in fretta possibile visto la loro mancata o incompleta definizione nella fase di *Pre-Sale* o data la numerosità di ambiguità che da quella fase erano state ereditate. Per effettuare tale classificazione si è tenuto conto di quale fosse lo stato dei requisiti fino ad allora, valutandone l'inequivocabilità, la coerenza, la completezza, la singolarità e la fattibilità (secondo la definizione che ne dà la ISO/IEC/IEEE 29148).

Sulla base dei requisiti fino ad allora raccolti per i vari moduli MOM si è valutato quali fossero i moduli con requisiti non del tutto consistenti così da giungere a tale classificazione e procedere secondo l'ordine di priorità mostrato nella tabella sotto.

	Inequivocabile	Coerente	Completo	Singolare	Fattibile	Priority
MASTER DATA MANAGEMENT	x		x	x	x	5°
FINE SCHEDULING					x	2°
EWI	x				x	3°
ORDER MANAGEMENT	x	x		x	x	5°
QUALITY MANAGEMENT	x	x			x	4°
TRACEABILITY	x	x			x	4°
REWORK MANAGEMENT	x	x			x	4°
LABELLING	x	x	x	x	x	6°
SHOPFLOOR INTEGRATION						1°
USER AND GROUP MANAGEMENT	x	x	x	x	x	6°

Tabella 18. Prioritizzazione dei requisiti dei moduli MOM

Dalla tabella si evinceva quindi l'urgenza nel reperire informazioni circa i moduli di *Scheduling* e *Shop Floor Integration*.

I confronti previsti per l'attività di *Business BluePrint* sarebbero stati sessioni settimanali molto brevi durante le quali sarebbe stato necessario colmare i gap ereditati dalla precedente fase di *Pre-Sale*. Durante tali sessioni, infatti, non sempre partecipavano tutti gli stakeholder esperti di alcuni dei processi di stabilimento e spesso emergevano conflittualità tra i desiderata del Project Manager, interessato ad uno sviluppo del prodotto più standard e finalizzato ad uniformare le procedure di tutti gli stabilimenti, e i desiderata di alcuni dei responsabili delle aree funzionali del plant dove sarebbe stato effettuato il primo rilascio, interessati questi ultimi ad adattare il sistema secondo le esigenze del proprio stabilimento e le pratiche attualmente lì in uso.
Nel frattempo, le caratteristiche della nuova linea di produzione, in fase di *Business Blueprint*, hanno cominciato a rendersi maggiormente chiare e a favorire la comprensione di alcune funzionalità e di alcuni flussi che avrebbero dovuto caratterizzarla.
A questo punto si è pensato di adottare altre tecniche sempre previste dall'approccio, cercando di ottimizzare le partiche per riuscire a reperire i giusti requisiti del sistema software.
Per risolvere le incertezze relative alla linea e quindi all'integrazione dello *Shop-floor* con il sistema MOM, si è condotta una indagine seguendo la logica delle 5W.

Integrazione dello Shop Floor con il sistema MOM	What	Attività/operazioni previste	Assemblaggio automatizzato	Rework	Packaging	Assemblaggio manuale	Kitting	Test	Magazzino	Pallettizing
	Who	Attori coinvolti	Robot e braccia meccaniche	Operatore di Rework	Operatore area assemblaggio manuale	Operatore area assemblaggio manuale	1.Operatore area di Kitting	Macchina per test automatico	Magazzino automatico	Pallet
	What	Quali dati necessita di scambiare il sistema MOM	1.Kit ID 2.MH serial number 3.TH serial number 4.Process Data 5.Counters	1. MH serial number 2.Defective code 3.EWI related to defectiveness code	1.EWI 2.MH serial number 3. Flag per unità pronta per essere presa dalla cella automatica	1.Kit ID 2. MH serial number 3. TH serial number 4.Working data 5. flag per l'unità pronta per essere prelevata dalla tavola di assemblaggio	1.KIT ID 2. Serial number dei componenti 3.Lotto di appartenenza dei componenti	1. Flag per segnalare unità in entrata per essere testata 2. Test result 3.MH serial number	1.Lista dei componenti 2. ID per ogni componente 3. Livello di materiale	1.Pallet completed
	From-To	Da quale flusso è caratterizzata tale attività	1;2;3; AC-->MOM 4;5 PLC-->MOM	1;2; AC-->MOM 1;2;3.MOM-->Rework	1;2; MOM -->Packaging 3 Packging-->MOM	1;2MOM-->AC 4;5; Shopfloor-->MOM	1.Kitting scanner-->MOM 2;3.MOM-->Kitting	1;2;3 A.T.-->MOM	1;2; WH-->MOM 3 MOM-->WH	1; SF-->MOM
	When	Quando è attivata tale attività	Dopo l'attività di kitting alla consegna del KIT tramite AGV	In seguito a uno difetto riscontrato durante l'assemblaggio nella cella automatica	Dopo che è stato effettuato il test automatico sul prodotto	Dopo l'assemblaggio automatizzato	Dopo il rifornimento dal WH	Dopo che è stato effettuato l'assemblaggio manuale		Dopo che è stata effettuata la stampa sulla scatola
	How	Come tale attività e i flussi ad essa connessa sono gestiti	i pezzi sono assemblati automaticamente dalla macchina Eventuali scarti saranno inviati all'area di re-work che ne verificherà la possibilità di riparazione altrimenti ne dichiara lo scarto	L'area di re-work riceve i pezzi difettosi dalla cella automatica. L'Operatore richiede le istruzioni al MOM per quel dato guasto a quel dato componente e si verifica la possibilità di riparazione	il prodotto testato viene riposto nella apposita scatola sulla quale viene stampato il Qrcode corrispondente	Un operatore, dopo aver segnalato il completamento dell'assemblaggio precedente, effettua l'assemblaggio del semiassemblato successvo e richiede al sistema MOM le EWI necessarie per effettuare l'assemblaggio	L'operatore nell'area di Kitting richiede il serial number per il kit che ha preparato per la cella automatica, pronto alla lavorazione	Dopo l'assemblaggio manuale, il prodotto rientra nella cella automatica dove viene effettuato un test automatico. Se il test fallisce il prodotto è rimandato all'area di re-work	Qualora il livello di componenti nell'area di Kitting non fosse sufficiente, viene inviata una richiesta di rifornimento al magazzino tramite il sistema MOM che verifica che non si sia sotto soglia limite	Completato il numero massimo di prodotti che un pallet potrà contenere, questo verrà segnalato al sistema MOM e il pallet inviato al magazzino prodotti finiti
	Why	Perché tale attività necesita di tali pratiche o di tali informazioni	Per tenere traccia dei componenti di ordini in lavorazione e dei possibili guasti o scraps	Per verificare n° rework e quindi le performance della produzione	Per avere un monitoraggio real-time della produzione e ridurre la possibilità di errori commessi dagli operatori	Per avere un monitoraggio real-time della produzione e ridurre la possibilità di errori commessi dagli operatori	Per avere una tracciabilità dei componenti e dei KIT che costituiranno il prodotto, oltre che per gestire automaticamente le chiamate in magazzino	Monitorare la qualità della produzione	Consente la tracciabilita dei componenti e dei lotti di provenienza, oltre che un aggiormento real-time del livello di magazzino	Valutare la produttività dello stabilimento

Tabella 19. Applicazione logica delle 5W

La tabella sopra riportata mostra solo un estratto delle informazioni che sono state ricavate durante il confronto con il cliente al fine di riuscire ad approfondire ogni aspetto relativo all'integrazione con lo *ShopFloor*.

Da tali informazioni si potrebbe anche definire una prima classificazione dei requisiti tra Funzionali e non e l'identificazione di alcuni vincoli (ad esempio nel flusso delle attività, nella precedenza di alcune operazioni oltre al perché dell'esecuzione di alcune di esse) o riguardo l'identificazione delle informazioni o dei dati che sarebbero stati gestiti da altri sistemi informativi.

Tramite la matrice RACI è stato possibile documentare e definire in dettaglio alcuni vincoli procedurali relative ad alcune pratiche di gestione nello stabilimento, come ad esempio le pratiche relative alla gestione dei fallimenti dei test e definire quindi gli attori che devono essere interpellati ogni qualvolta avvengano dei *test failure*. La documentazione di questo tipo di specificazioni è utile per definire alcune funzionalità e operazioni che il sistema MOM dovrà prevedere per i moduli di *ShopFloor Integration* ma anche per quello di *Qaulity*. Di seguito viene riportata la matrice RACI elaborata per tale requisito:

RACI	1° Test failure	2° Test failure	3°Test failure	4° Test failure
Team leader	R	R		
Quality Leader	C/I	C/I	R	C
Quality Manager	A	A	A	R/A
Operation Manager	I	I	I	I

Tabella 20. Matrice RACI per la funzionalità MOM di Test failure escalation

Da tale tabella si evince quale soggetto dovrà essere responsabile (R), informato (I), consultato (C) per collaborare o tenuto a rispondere del risultato (A) in caso di ripetuti fallimenti dei test.
Inoltre, data la complessità e l'irrisolutezza delle problematiche relative alla gestione degli ordini sulla linea e quindi all'attività di schedulazione degli ordini pianificati, la quale vedeva il Project manager in contrasto con i responsabili del Plant nel quale il sistema MOM si sarebbe dovuto implementare, si è cercato di impostare una matrice delle interazioni sulla base delle dichiarazioni rilasciate a tal proposito fino a quel momento, ottenendo tale matrice:

	Requsiti utente	UR_FS1	UR_FS2	UR_FS3	UR_FS4	UR_FS5	UR_FS6
Project Manager	UR_FS1: Lo schedulatore riceverà ordini settimanali	0	0	0	1	0	0
Project Manager	UR_FS2: Lo schedulatore fornirà informazioni sulla data di consegna e il materiale che	0	0	0	0	0	1.00
Project Manager	UR_FS3: Le informazioni relative alla disponibilità delle risorse potranno essere fornite allo schedulatore	0	0	0	0	1	0
Responsabile del plant	UR_FS4: Lo schedulatore dovrà schedulare ordini	1	0	0	0	0	0
Responsabile del plant	UR_FS5: Il sistema MOM riceverà i dati relativi alla disponibilità delle risorse e il caldenadrio del plant attraverso un inserimento	0	0	1	0	0	0
Responsabile del plant	UR_FS6: Lo scheduler darà in output la distribuzione giornaliera degli ordini e la	0	1.00	0	0	0	0
		1	0,001	1	1	1	0,001

Tabella 21. Matrice di interazione dei requisiti per il modulo di Finite Scheduling

Dalla matrice di interazione è emersa la volontà di ricevere dal sistema ERP due tipologie di ordini, giornalieri per il plant italiano e settimanale per gli altri plant, in seguito ad una diversa gestione della *supply* nello stabilimento in cui dovrebbe avvenire il rilascio.
Incerta risultava la necessità di dover inviare al sistema ERP, dopo l'avvenuta schedulazione, un aggiornamento relativo al materiale realmente consumato sulla linea o meno.
Inoltre, i canali attraverso i quali le informazioni di disponibilità in linea delle risorse, dei macchinari e degli operatori sarebbero giunti allo schedulatore rimanevano non ben specificati. Non era chiaro se bisognasse prevedere l'integrazione con un S.I. che in un futuro prossimo avrebbe gestito tali informazioni le quali però, momentaneamente, sarebbero state fornite allo schedulatore tramite un inserimento dei dati effettuato da un operatore attraverso un HMI.
I gap emersi circa la ricezione degli ordini dal sistema ERP ha portato il team di delivery a proporre

- una soluzione customizzata per il plant italiano dove sarà prevista un S.I. intermedio in grado di *splittare* in giornalieri gli ordini pianificati previsti dall'ERP.
- Una soluzione più standard, da implementare per gli altri stabilimenti, che prevederà che lo schedulatore riceva dall'ERP ordini settimanali che potranno essere schedulati sulla base di logiche di set-up delle macchine, priorità degli ordini ecc

Tale proposta è emersa dal diverso utilizzo che i diversi plant hanno del sistema ERP circa la gestione degli ordini soprattutto a causa delle differenti modalità di rifornimento dei magazzini che ad esempio nel plant italiano avviene attraverso una fornitura JIT.
Per quanto riguarda l'ambiguità circa le informazioni di disponibilità delle risorse, è stato chiarito con il cliente che queste sarebbero state aggiornate nello schedulatore da un operatore incaricato e

che al momento non si sarebbe dovuta prevedere la configurazione di un eventuale integrazione dello schedulatore con altri SI che in futuro avrebbero sostituito l'operatore.
Infine, l'obiettivo della fase di Business Blueprint sarebbe stato quello di validare i requisiti richiesti dal cliente formulando un documento di BBP che contenesse al suo interno tutte le specifiche in relazione ai flussi delle informazioni, ai mezzi attraverso i quali tali informazioni sarebbero dovute giungere al sistema MOM e a chi o cosa il sistema MOM avrebbe dovuto inviare a sua volta tali informazione oltre che specifiche sugli attori o sulle risorse che avrebbero contribuito o preso parte a tali processi.
Gli standard aziendali suggeriscono già l'utilizzo dello Use Case come documento di BBP. Nonostante ciò non sempre viene sfruttato come formato per descrivere i requisiti di business o perlomeno non sempre tutte le voci vengono riempite in modo esaustivo.
A valle di tale fase di BBP, Si è cercato allora di formulare uno Use Case più fedele possibile alla descrizione data di esso in letteratura [4] la quale prevede di specificare le seguenti voci:

- Identificativo: identificativo dello Use case che corrisponderà al requisito definito
- Nome: nome unico per lo Use case
- Autore: nome dell'autore che ha lavorato allo Use case
- Versione: versione corrente dello Use case
- Storia delle change: lista delle modifiche che sono state applicate allo Use Case, incluse le date di modifica, il numero della versione, l'autore e, se necessario, la ragione e il soggetto della modifica
- Priorità: importanza del caso d'uso in accordo con le tecniche di prioritizzazione
- Criticità: criticità del caso d'uso per la riuscita del sistema
- Fonte: denominazione della fonte da cui deriva il caso d'uso (documentazione, stakeholder, sistema)
- Stakeholder responsabile: stakeholder responsabile per lo Use case
- Use case level: livello di dettaglio dello use case (overview/user level/ function group level)
- Goal: obiettivi che dovranno essere soddisfatti dall'esecuzione dello Use case
- Attore principale: identificazione di colui che beneficerà dell'esecuzione dello Use Case
- Altri attori: determinazione di tutti gli attori che prenderanno parte nello Use Case
- Precondizioni: una lista di prerequisiti necessari che necessitano di essere soddisfatte prima che il caso d'uso possa essere soddisfatto
- Postcondizioni: una lista di condizioni valide dopo l'esecuzione del caso d'uso
- Risultati: descrizione degli output che sono creati durante l'esecuzione del caso d'uso
- Main scenario: descrizione dello scenario principale del caso d'uso
- Scenario alternativo: descrizione dello scenario alternativo del caso d'uso
- Eccezione nello scenario: descrizione degli scenari di eccezione del caso d'uso
- Qualità: riferimenti a requisiti di qualità
- Relazioni con altri casi d'uso: breve descrizione della relazione del caso d'uso con altri casi d'uso
- Informazioni supplementari: informazioni addizionali per questo caso d'uso

Date le condizioni che hanno caratterizzato sia il Pre-Sale e la fase di BBP e dati i vincoli di tempo, il documento finale di Business Blueprint ha intercettato solo alcune delle voci in elenco, tra queste:

- Un identificativo dello use case, che nel nostro caso coincide con il requisito
- Il nome dello use case coincidente con il requisito
- Versione dello use case
- Criticità del caso d'uso, laddove si sia stato in grado di intercettarle
- Goal dello use case, cosa si vuole ottenere esaminando tale requisito
- Gli attori principali
- Pre-condizioni
- Post- condizioni
- Scenario principale
- Risultato dello scenario o Output
- Informazioni addizionali, riguardanti il flusso dell'informazione e lo stato di definizione del caso d'uso
- Fonte del requisito

Goal	Test failure alerts and escalation plan
ID	QM_EM03
Sources	Production Manager
Version	3.0
Scenario/Description	The possibilities of communication are: • HMI alerts • Smartwatch alerts • Andon alerts • Email communication After the execution of quality test plan, if test fails for: • 1 or 2 times, the MOM system sends a visual alert on the team leader's HMI or smartwatch. • 3 times, the MOM System sends an email to the Quality Leader • 4 times, the MOM System sends an email to Quality Manager and Operation Manager
Pre-Conditions	User enabled to receive the notification are correctly configured on the MOM System and the test result are manually or automatically declared.
Post-Conditions	MOM System sends, on the base of the number of failures, the notification to the Team Leader/Quality Leader, Quality Manager and Operation Manager.
Input	Test failure declaration.
Output	Notification to User configured.
Critical Points/Failure Mode	
Constraints	
System and actor interested	MOM System Team leader/ Quality Leader/ Quality Manager/Operation Manager
Information flow	MOM System → HMI alerts/ Smartwatch alerts/Andon alerts/Email communication

Tabella 21. esempio di Use case del documento di BBP

Come si evince dall'ultimo elenco e da un estratto del documento finale di Business Blue Print (relativo all'attività di escalation test plan), rispetto a quelle che sarebbero state le informazioni previste da uno schema teorico di use case, sono state solo più della metà quelle che si è stati in grado di indagare e di compilare.
Uno strumento e una documentazione come quella dello use case, se formulato in modo da rispondere alle voci che la letteratura impone, avrebbe fornito un grosso strumento non solo per la comprensione più immediata da parte del cliente circa le reali funzionalità che il sistema MOM avrà e fornirà al suo *plant*, ma sarebbe stato anche uno strumento utile per gli sviluppatori che avrebbero avuto chiari vincoli, sequenze e flussi delle operazione favorendo uno sviluppo più rapido del sistema, abbassando le probabilità di errori e di re-work, accelerando i tempi di consegna e aumentando così la soddisfazione del cliente.

5.4. Case study take-away

Quindi l'osservazione di tale caso di studi fa comprendere quanto sia importante la collaborazione di tutti i soggetti coinvolti nell'iniziativa e di quanto sia necessaria sin dalla fase di *Initiative identikit* la loro individuazione e le informazioni che ognuno di loro dovrà essere in grado di fornire.
Seguire delle pratiche e delle logiche standard sin dalla fase di *Pre-Sale* potrebbe aiutare a svolgere in modo più semplice, senza deviare dall'obiettivo, le attività di *Requirements Engineering* previste, ovvero:

- *Elicitation*
- *Documentation*
- *Negotiation*
- *Management*

individuando e gestendo in modo più semplice i confronti con il cliente e l'individuazione dei loro *needs&pains*.
È ovvio che alcune criticità, come è avvenuto in questo caso, spesso sono da imputarsi alle mancanze del cliente che non sempre pone i consulenti nelle migliori condizioni di operatività.
Ad ogni modo, nonostante alcune lacune ereditate dalle fasi precedenti, si è stati in grado di condurre un'attività di BBP che ha comunque condotto alla condivisione e validazione dei requisiti di sistema da parte del cliente e ha fornito una documentazione abbastanza completa applicando:

- Logica delle W per l'attività di *elicitation*
- *Interaction Matrix* per l'attività di *negotiation*
- Aggiornamento dello stato dei requisiti e prioritizzazione di questi a favore di una migliore gestione di questi

ed elaborando:

- RACI matrix
- Use case

In questo modo è stato possibile rispettare le scadenze dell'iniziativa e si è constatata un'attuabilità, seppur minima e talvolta riadattata, dell'approccio ideato facendo prevedere una sua applicabilità a sostegno di una progressiva standardizzazione e ottimizzazione delle pratiche di raccolta dei requisiti presso il *Competence Center*. Ovviamente miglioramenti e approfondimenti di tutti gli aspetti esaminati saranno necessari e potrebbero essere spunto per nuovi studi futuri.

6. Conclusioni

Il lavoro di Tesi condotto ha portato alla formulazione di un approccio metodologico che guidi il *Competence Center* di Automazioni e Controlli di Engineering INGEGNERIA INFORMATICA durante le fasi di *Pre-Sale* e di *Business Blueprint.*

L'elaborazione di tale metodo è avvenuta attraverso lo studio degli standard in uso, delle tecniche proposte dai manuali di *Requirements Engineering* e dal confronto dei software attualmente in commercio per la gestione e la definizione dei requisiti.

L'approccio individua quattro momenti. Per ognuno di essi sono stati individuati degli strumenti che supporteranno e miglioreranno le attività di *Requirements Engineering* svolte dagli analisti coinvolti nell'iniziativa.

Le fasi sono:

- *Initiative identikit*
- *Quick onBoarding*
- *Assessment*
- *Business Blueprint*

Ognuna di tali fasi sfrutterà una logica che permetterà di facilitare l'attività di *elicitation*, di analisi, di negoziazione e di validazione, il tutto sfruttando una documentazione semplice ma esplicativa del contesto che si sta esaminando e delle esigenze che, dal confronto con il cliente, emergeranno.

Non è detto che tutte le fasi del processo siano rese possibili, lo svolgersi di ognuna di esse è determinato dal budget che il cliente è disposto ad investire per permettere al *team di delivery* di A&C di indagare, più o meno approfonditamente, durante la fase di *Pre-Sale* ed eventualmente durante la fase di BBP se questa avrà luogo.

Ad ogni modo, qualora uno di questi step venisse bypassato, ognuna delle fasi permetterà comunque di svolgere tutte le attività di *Requirements Engineering*, soprattutto nel Quick onBoarding e nell'Assessment, seppure con livelli di approfondimento diversi.

Esaminando le diverse fasi possiamo dire che quella di *Initiative Identikit* avrà un ruolo chiave in quanto permetterà un passaggio di consegne e di informazioni tra *l'Initiative stakeholder* e il responsabile di mercato che seguirà l'iniziativa. Le informazioni ottenute dall'*Initiative identikit* saranno informazioni fondamentali che definiranno:

- L'obiettivo dell'iniziativa
- Il contesto dell'iniziativa
- Gli attori coinvolti o che saranno coinvolti nell'iniziativa
- Il budget previsto
- Le deadline dell'iniziativa
- Criticità e vincoli dell'iniziativa
- Criticità e motivazioni per cui nasce l'iniziativa

Queste informazioni se non vengono ricercate dall'*Initiative stakeholder* comporteranno delle complicazioni nel preparare e guidare le successive attività di *Pre-Sale*.

Sulla base di tali informazioni sarà infatti possibile comprendere quali *topic* sviluppare durante le fasi individuate e quantificare il tempo e i costi necessari per condurle.

Il documento che si ricava dall'*Initiative Identikit* sarà un semplice template (formulabile anche tramite un semplice tool quale Excel) che permetterà di creare un "documento di Identità" del

progetto, favorendo così una storicizzazione delle caratteristiche e degli eventuali esiti prodotti da un'iniziativa.
A valle dell'*Initiative Identikit*, se prevista, verrà svolta la fase di Quick onBoarding. Durante tale fase sarà coinvolto il cosiddetto *team di delivery*, per il quale è auspicabile la presenza di un analista che abbia competenze specifiche del sistema richiesto dal cliente.
Nella fase di *Quick onBoarding*, attraverso le 5W, sarà possibile giungere ad una vasta conoscenza del contesto e delle sue criticità, oltre che definire, tramite una *SWOT analysis* i punti di forza e i punti di debolezza del sistema attuale del cliente e successivamente riuscire a formulare delle proposte che diventeranno *customer opportunities* e allo stesso tempo riuscire ad individuare le possibili criticità che potrebbero riscontrarsi con l'introduzione del nuovo sistema fornito dal *Competence Center*.
In questo modo, tramite delle scale che giudichino i punti di debolezza e di forza del contesto del cliente, sarà possibile valutare con lui eventuali proposte di miglioramento e l'importanza che queste avranno nell' ottimizzare i processi produttivi e i sistemi informativi attuali, e nel renderli connessi secondo i paradigmi dell'Industry 4.0.
Una prima prioritizzazione dei requisiti sarà così possibile.
Effettuata tale analisi l'obiettivo sarà: individuare gli attori coinvolti nel sistema, i processi del sistema, gli input e gli output del sistema ed elaborare dei documenti come diagrammi di flusso, matrice RACI, albero di prodotto e, se le informazioni lo consentiranno, i diagrammi dell'attività UML.
Anche in questo caso, in seguito all' attività di Quick onBoarding, se non è stato previsto un *Assessment* o se le informazioni sono talmente chiare da non necessitare di un'ulteriore analisi, si potrà allora procedere con l'effettuare una proposta tecnica e budgetaria.
La fase di Assessment verrà condotta solo se già preventivata durante l'attività di *Initiative Identikit* o qualora durante l'attività di *Quick onBoarding* ci si rendesse conto che gli input dati dal cliente non siano stati chiari e a seguito di ciò quest'ultimo si mostrasse disponibile ad una nuova attività di *elicitation*.
L'Assessment avrà quindi in ingresso i dati ricavati dall'*Initiative Identikit* e dal *Quick onBoarding*.
Nella preparazione all' Assessment verrà definito chi parteciperà alla sessione, quali tempistiche questa prevederà e su quali argomenti questa sarà incentrata.
La sessione sfrutterà il workshop come tecnica principale di *elicitation* (in alternativa o a supporto l'osservazione potrebbe essere una buona tecnica ma potrebbe richiedere molto più tempo) durante il quale la logica delle 5W seguirà le indicazioni date dalla ISA-95 (nel caso l'iniziativa l'implementazione di un sistema MES-MOM) o di altre guide o standard per ogni area funzionale in esse descritte, al fine di raccogliere informazioni più dettagliate.
In questo modo sarà possibile scendere ad un livello di dettaglio maggiore nella raccolta dei requisiti e nella comprensione dei moduli che dovranno essere inseriti all'interno della piattaforma software che si vorrà implementare.
Sarà durante l'Assessment che verrà effettuata un'analisi MOSCOW la quale permetterà di definire quali dovranno essere i requisiti e quindi le funzionalità che il sistema in esame dovrà possedere obbligatoriamente, quali le funzionalità che dovrebbero essere sviluppate, quali quelle che in futuro potrebbero caratterizzare il sistema e quali quelle che devono essere escluse da esso.
Anche la *matrice di interazione* sarà di supporto all'Assessment, favorendo l'individuazione di eventuali incongruenze emerse dalla negoziazione dei requisiti. La negoziazione vedrà infatti la

partecipazione di Stakeholder diversi i quali si sono confrontati su problematiche che le aree funzionali di cui ognuno di loro è competente hanno in comune.
Possiamo quindi dire che un'ulteriore attività di *Elicitation*, un'analisi più approfondita, e una negoziazione più chiara sono state condotte anche in questo momento di *Pre-Sale*, arricchendo la documentazione che era stata già elaborata in fase di *Quick onBoarding* o, qualora così non fosse stato, portando alla stesura della documentazione di supporto.
Giungere alla fase di BBP vorrebbe dire che *Automation&Control* è stata in grado di convincere il cliente con la propria proposta di TO BE, per cui sarà necessaria un'ulteriore analisi dalla quale ottenere tutte le informazioni utili ai developer per procedere con la progettazione.
Lavorare di precisione in questa fase sarà necessario per non avere ritardi o *re-work* durante il *development* ma sarà fondamentale anche per far comprendere al cliente cosa realmente il sistema software sarà in grado di fare per il suo business, evitando di creare false aspettative ed evitando pretese future non stabilite in tale fase.
La BBP sarà l'ultima occasione durante la quale far emergere e risolvere ogni conflitto o perplessità residua. Per questo sarà ancora necessaria la matrice di interazione e per questo sarà ancora necessario che venga dato un ordine di priorità ai requisiti, per evidenziare i requisiti che necessiteranno di maggiore attenzione, date le modifiche che apporteranno al business, e per ricevere su di essi una validazione pienamente consapevole dal cliente.
Da qui l'utilizzo della *WIEGERS'matrix*, la quale tiene conto della penalità, del rischio, del costo e del beneficio di ogni requisito.
Il documento che verrà fuori dalla *Business Blueprint*, oltre a quelli già elaborati eventualmente negli step precedenti di Pre-sale, arricchiti solo delle specifiche ulteriori, sarà quindi l'elaborazione di Use Case per ogni requisito.
Il requisito ottenuto sarà in grado quindi di dare informazioni esatte circa cosa il sistema dovrà avere in input e dare in output, tenendo conto di tutte le casistiche del contesto e dei vincoli del business.
Il *Case Study* ha permesso di testare la validità soprattutto della logica di *elicitation*, l'importanza della *matrice di interazione* e dell'attività di prioritizzazione dei requisiti seppure riadattata, quest'ultima, al contesto in esame. Il tutto ha favorito una più rapida e corretta stesura dei documenti di BBP.
È ovvio che l'efficacia dei contenuti di tali documenti potrà essere verificata solo dopo che si sia dato avvio allo sviluppo del prodotto. Proprio in questa fase sarebbe interessante valutare quanti re-work si sono dovuti effettuare e quanti confronti con il cliente sono stati necessari per portare a termine l'implementazione di una funzionalità legata ad un dato requisito.
A fronte degli obiettivi dello studio e a causa della sua breve applicazione, restano ancora da verificare l'efficacia del metodo e dei suoi strumenti nella sua interezza.
Ciò che possiamo comunque affermare è che l'approccio elaborato potrà essere un punto di partenza per riuscire ad impostare ed individuare delle pratiche a cui l'azienda ed ogni suo esperto, dall'Initiative stakeholder allo sviluppatore, dovrà seguire al fine di rendere l'attività di *Requirements Engineering* maggiormente veloce ed efficace.
L'approccio ideato, infatti, non nasce dalla mancata competenza dell'azienda di riuscire a condurre attività di Assessment, o di workshop, e da esse comprendere le pretese del cliente, in questo A&C vanta un'esperienza indiscutibile che l'ha portata a ricevere proposte per progetti di *digital industry* da partner internazionali. L'approccio nasce dalla volontà di far sì che tutti gli analisti seguano un unico "manuale" che possa rendere più veloce e meno costosa l'attività cardine per il successo di

qualunque tipo di progetto. Tale approccio, inoltre, offrirà la possibilità a tutti gli stakeholder, anche quelli che potrebbero essere coinvolti nel progetto in fasi già avanzate, di comprendere più facilmente il contesto e di essere supportati da documentazione più precisa che permetta di ridurre i margini di errore in fase di sviluppo.
Adattare e rendere condivisibile un metodo che imponga delle regole e degli obiettivi ben precisi è qualcosa che richiederà un periodo di apprendimento per coloro i quali saranno coinvolti nelle pratiche di *Pre-Sale* e *Business Blueprint* e, in un certo qual modo, potrebbe voler dire stravolgere abitudini personali per riuscire ad uniformare non solo le pratiche, ma anche il tipo di informazioni e di documenti che dalle due fasi dovranno essere ricavati.
Seppure non sia ancora stata confermata la validità dell'approccio, possiamo dire che il risultato della sua applicazione, per quanto breve e circoscritta ad una parte del progetto, abbia sortito la formulazione di una documentazione abbastanza chiara, all'interno della quale sono stati:

- Definiti i sistemi richiesti, oltre al sistema MOM voluto dal cliente
- Definite le risorse coinvolte per ognuno dei requisiti richiesti,
- Definiti gli input e gli output delle funzionalità che caratterizzeranno il sistema MOM
- Specificati gli eventuali vincoli di sistema e le condizioni necessarie affinché un requisito possa essere soddisfatto
- Create delle matrici (RACI) che rendessero chiari i ruoli degli attori coinvolti nelle attività di produzione e che avrebbero dovuto interfacciarsi col sistema MOM.

Tale approccio metodologico, indipendentemente dalla sua applicabilità o meno a contesti e prodotti diversi rispetto a quello in cui è stato provato, è conforme a quanto definito all'interno del *Capability Maturity Model (CMM)* nella sezione riguardante il *Requirement Development* (RD).
Secondo quanto indicato in quest'area di processo del CMM potremmo dire di aver elevato A&C, in materia di sviluppo e analisi dei requisiti, ad un livello di maturità pari a 3.
Tramite l'approccio creato, infatti, sarà possibile, a valle sia dell'attività di *Quick onBoarding* che eventualmente di Assessment, *identificare i requisiti del cliente* e da quelli ricavare i requisiti del prodotto, conducendo un'indagine che si basi sulla logica desunta dall'approccio di Zachman e dal modello KAOS.
In aggiunta al raggiungimento di tale obiettivo, definendo le entità principali che caratterizzano i requisiti, sarà possibile *individuare i legami* che esistono tra di essi e quindi indicare se eventuali modifiche apportate ad alcuni di essi possa impattare su altri requisiti, e di conseguenza su altri sistemi o risorse.
A seguito dell'attività di *elicitation* che avverrà durante ogni confronto con il cliente, in modo sempre più approfondito ad ogni fase, sarà possibile assegnare i requisiti alle funzionalità appropriate e quindi iniziare a strutturare e *identificare quelli che saranno i componenti di progetto*.
L'identificazione delle funzionalità sarà tra l'altro coadiuvata dallo strumento della *SWOT analysis* che permetterà agli analisti e a tutti gli stakeholder di ragionare circa le funzioni più appropriate da assegnare per soddisfare i requisiti del cliente e risolvere le criticità derivanti dai punti di debolezza del suo sistema attuale.
Rispondendo alle domande *What* e *How* sarà anche possibile riuscire a rispondere alla richiesta del CMM di *definire quali saranno le interfacce* del sistema oltre che *definire le informazioni di input e output* che potranno essere documentate tramite l'utilizzo di diagrammi delle attività, definendo così sia gli attori che le interfacce coinvolte, sia gli input e gli output che ognuno di essi dovrà fornire.

Tramite la logica di indagine che caratterizzerà i workshop, sarà anche possibile *definire gli scenari* che caratterizzano il business del cliente sulla base dei quali riuscire quindi a definire *needs&pains* di quest'ultimo.
Con l'aiuto dato anche dalla ISA-95, o di altri standard che la sostituiranno per sistemi diversi dal MOM, sarà possibile impostare una classificazione dei requisiti secondo le aree funzionali presenti all'interno di un *plant* e quindi sarà possibile *definire una partizione logica* di essi, come se fosse una *Work Breackdown structure* (WBS) dei requisiti, ovvero una *Requirements Breackdown Structure (RBS).*
Tramite la definizione dello *status* del requisito sarà inoltre possibile *analizzare i requisiti* assicurandosi che siano fattibili, realizzabili, completi e verificabili oltre che riuscire a verificare eventuali incongruenze o conflitti interni, spesso dovuti al fatto che uno stesso requisito potrebbe essere rilasciato da due stakeholder che hanno competenze e conoscenza di uno stesso aspetto ma che osservano la realtà da punti di vista diversi e quindi con necessità diverse, il che potrebbe tradursi in richieste di risoluzione di alcune problematicità in modo differente.
A tal proposito torna utile la *matrice di interazione*, strumento utilizzato per mettere a confronto requisiti che potrebbero essere in conflitto tra di loro. Risolvere preventivamente i conflitti, ed in particolare prima della fase di *Business Blueprint*, eviterà di compromettere e ritardare il rilascio dei sistemi e di ridurre al minimo l'insoddisfazione del cliente.
Per quanto riguarda la *validazione* dei requisiti, questa si servirà dell'analisi MOSCOW che permetterà di definire anche un ordine di priorità dei requisiti oltre a distinguere quelli ritenuti necessari da quelli che non dovranno essere implementati.
Ovviamente, quello che è auspicabile è che le pratiche proposte per le fasi di Pre-Sale e di Business Blue Print, non solo siano una guida per le fasi successive di sviluppo prodotto ma che, proprio durante le attività connesse ad esso, possano essere strumenti che supportino una gestione Agile del progetto, favorendo lo sviluppo di requisiti conformi alla volontà del cliente e corretti secondo gli accordi presi nelle fasi sopracitate.
Tramite questo approccio metodologico potremmo anche dire che è stata prestata attenzione anche allo Standard 1233-1996, che riprende, oltre ai temi di cui già discusso sopra, anche l'importanza di identificare le fonti e gli stakeholder impegnati nell'analisi e nella raccolta dei requisiti.
Attraverso la *Wieger's Matrix* sarà possibile portare gli analisti a *valutare rischi, costi e benefici* di un requisito e delle funzionalità ad esso associate, così da garantire una buona valutazione del progetto e renderli consapevoli delle criticità e dell'importanza di ogni attività che verrà svolta soprattutto durante la fase di sviluppo prodotto.
Tuti questi strumenti, sono strumenti utilizzabili anche per mezzo di semplici programmi software, come *Excel* o altri programmi della piattaforma *Microsoft,* in grado di sviluppare diagrammi di flusso o alberi di prodotto che possano facilitare la comprensione del contesto del cliente e dello scenario futuro che potrebbe configurarsi secondo i requisiti ottenuti durante i workshop che caratterizzano l'attività di *Elicitation*.
Con semplici tabelle sarebbe altresì possibile tenere traccia delle modifiche apportate ai requisiti, degli eventuali collegamenti esistenti tra un requisito e l'altro e dell'identificativo sia del requisito che della sua fonte oltre che dei documenti che a tali requisiti sono connessi.
Tutto ciò rende possibile la sostituzione di sistemi software specializzati nella raccolta di requisiti come *Caliber* e *DOORS.*

In questo modo si è venuto a creare una rete di strumenti e una logica di approccio in grado di soddisfare l'esigenza del centro di competenza "Automation&Control", in particolare del suo mercato *Industrial Manufacturing & White,* di seguire pratiche semplici ma efficaci nell' accompagnare il cliente verso il mondo della digitalizzazione, nel guidarlo verso la scoperta di una prospettiva più *smart* e interconnessa, creando sistemi customizzati sul Business del cliente.
Per rendere possibile la sfida lanciata da A&C nello standardizzare logiche e procedure, è necessario che gli strumenti da utilizzare siano essi stessi smart. Dovranno favorire un apprendimento veloce, quasi automatico, del metodo. Da qui l'utilizzo di strumenti come la SWOT e la MOSCOW, tool che non hanno bisogno di particolari tecniche applicative ma che predispongono l'analista e il cliente ad un atteggiamento critico verso l'iniziativa e verso le criticità che questa porta con sé, senza richiedere tempi lunghi di analisi che potrebbero tramutarsi in aumento dei costi nella fase di raccolta requisiti e quindi in perdita di guadagno dall'iniziativa.
Potremmo quindi definire tale approccio un esperimento che sicuramente dovrà essere affinato e approfondito, per verificare la possibilità di farlo diventare uno standard che si adatti alle sfide che l'azienda porterà avanti con l'avanzare della digitalizzazione e di un mercato sempre più competitivo che deve rispondere in tempi brevi ai paradigmi dell'*Industry 4.0*.
Sarebbe interessante, tramite studi futuri, analizzare la validità del metodo e su quali iniziative o progetti questo abbia maggiore efficacia. Valutare quale tra gli strumenti risulti più incisivo per la realtà di A&C ed arricchire il metodo con procedure di project management, quali valutazione del rischio, al fine di prevenire e ridurre sempre di più i costi dell'iniziativa e i ritardi nei rilasci.
La schematizzazione che fornisce tale metodo potrebbe essere lo spunto per un nuovo investimento che l'azienda, essendo una *softwarehouse* d'eccellenza, potrebbe portare avanti. Tale progetto potrebbe consistere nello sviluppo di un software di raccolta dei requisiti che faciliti e renda più *digital* l'approccio e le attività che lo caratterizzano, magari sfruttando algoritmi di intelligenza artificiale in grado di far cogliere autonomamente al tool eventuali conflitti nei requisiti, eventuali connessioni tra di essi e creare un vero e proprio database che suddivida i progetti per mercati, scopi o per tipologia di sistemi software che l'iniziativa richiede di implementare così da riuscire a elaborare delle previsioni su criticità e opportunità di progetti futuri.
Potrebbe diventare una piattaforma condivisa che consenta di rendere più monitorabile i work in progress dell'iniziativa e di rendere maggiormente connessi gli stakeholder coinvolti in essa. Un sistema che faciliti il confronto, la negoziazione e che sfrutti strumenti più interattivi per la documentazione derivante dalla raccolta dei requisiti. Uno strumento, insomma, che consenta di superare le distanze fisiche e che permetta di ricevere aggiornamenti real-time accorciando i tempi di confronto.
Si spera quindi che il metodo venga applicato il prima possibile su nuovi progetti per verificarne l'applicabilità e quindi favorire gli obiettivi di ottimizzazione, standardizzazione e tracciabilità necessari per affiancare il cliente nelle sfide imposte dall' Industry 4.0, così da ridurre il *time-to-market* e favorire una migliore ed efficace comprensione dei *customer needs&pains*.
Per concludere, visto che ci si trova nel pieno della *Digital Revolution* si spera che tale studio possa diventare motivo di nuove iniziative in ambito ricerca e sviluppo e la base magari per un nuovo *Digital Journey* che il centro di competenza "*Automazione e Controlli"* potrà intraprendere nel campo del *Requirements Engineering*, ampliando il proprio Porfolio prodotti e dimostrando ancora una volta la propria lungimiranza e la propria capacità di rimanere sempre *on line*.

References

[1] Institute of Electrical and Electronics Engineers: IEEE Standard Glossary of Software Engieering Terminology (IEEE Std. 610.12-1990). IEEE, New York,1990.

[2] https://elite.polito.it/files/courses/02CIX/2018-2019/slide/04_Requirements.pdf

[3]http://www.panettipitagora.gov.it/moodle/pluginfile.php/4928/mod_resource/content/1/Ing-Requisiti.pdf

[4] K.Pohl, Requirements Engineering:Foundamentas, Principles, and Techniques, Springer,2010

[5] K.E.Wiegers: Software Requirements. 2nd, Microsoft Press, Redmond, 2003

[6] Ditch the documents and spreadsheets: Manage requirements efficiently and more accurately with IBM Rational DOORS Next Generation; IBM Corporation, 2014

[7] https://www.ibm.com/it-it/marketplace/requirements-management/details

[8] Sireen Kamal Najjar, Khalid T. Al-Sarayreh; "Capability Maturity Model of Software Requirements

Process and Integration (SRPCMMI)", IPAC '15, November 23 - 25, 2015, Batna, Algeria.

[9] http://www.software-quality-assurance.org/cmmi-requirements-development.html

[10] The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., "IEEE Guide for Developing System Requirements Specifications",1997

[11] Deniz Iren and Hajo A. Reijers. 2017." Leveraging Business Process Improvement with Natural Language Processing and Organizational Semantic Knowledge". In Proceedings of 2017 International Conference on So‡ware and Systems Process, Paris, France, July 5-7, 2017 (ICSSP'17)

[12] Linda A.Macalulay, "Requirements Engineering", Springer 1996

[13] K.D. Eason, "Tools for partecipation: How Managers and Users can influence design", K.Knight 1989

[14] A.Prasanth, S. Valsala, S. Soomro "A Novel Approach in Calculating Stakeholder priority in Requirements Elicitation", 2017 4th IEEE International Conference on Engineering Technologies and Applied Sciences (ICETAS)

[15] D.Pandey, U. Suman, A. K. Ramani "An Effective Requirement Engineering Process Model for Software Development and Requirements Management", International Conference on Advances in Recent Technologies in Communication and Computing, 2010

[16] K.Slhoub, M.Carvalho, W.Bond, "Recommended Practices for the Specification of Multi-Agent Systems Requirements"_2017 IEEE 8th Annual Ubiquitous Computing, Electronics and Mobile Communication Conference (UEMCON)

[17] MJ Escalona, N Koch, "Requirements Engineering for Web Applications – A Comparative Study", Journal of Web Engineering, Vol. 2, No.3 (2004) 193-212

[18] Hoh In, D.Olson, T. Rodgers , “A Requirements Negotiation Model Based on Multi-Criteria Analysis”,

Proceedings Fifth IEEE International Symposium on Requirements Engineering, 2001

[19] D.He, A. Lobov, Jose L. Martinez Lastra “ISA-95 Tool for Enterprise Modeling”, The Seventh International Conference on Systems, 2012

[20] J. C. Nwokeji, T. Clark, B. S. Barn “Towards a Comprehensive Meta-Model for KAOS”, 3rd International Workshop on Model-Driven Requirements Engineering (MoDRE), 2013

[21] C. M. Pereira, P.Sousa, “A Method to Define an Enterprise Architecture using the Zachman Framework”, ACM Symposium on Applied Computing Conference, 2004

[22] S.Ghazinoory, M. Abdi, M. Azadegan-Mehr, “Swot Methodology: A State-of-the-Art Review for the Past, A Framework for the Future”, Journal of Business Economics and Management, 2011

[23] Clyde Zhengdao Li, Jingke Hong, Fan Xue , Geoffrey Qiping Shen , Xiaoxiao Xu , Lizi Luo ,“SWOT analysis and Internet of Things-enabled platform for prefabrication housing production in Hong Kong”, Habitat International 57, 2016

[24] Javed Ali Khan, Izaz Ur Rehman, Yawar Hayat Khan, Iftikhar Javed Khan, Salman Rashid, “Comparison of Requirement Prioritization Techniques to Find Best Prioritization Technique”, I.J. Modern Education and Computer Science, 53-59, 11-2015

[25] Dsdm Public version 4.2, from www.dsdm.org, Tech. Rep., Retrieved, 6 June, 2009.

[26] A.V. Aho, J.D. Ullman & J.E.Hopcroft, data structure and algorithems, Reading, MA: Addison-Wesley, January 11, 1983.

[27] M. Vestola, “A comparison of nine basic techniques for requirements prioritization”, Helsinki University of Technology, 2010 - pdfs.semanticscholar.org

[28] “Choosing the right prioritisation method,” in Software Engineering, 2008. ASWEC 2008. 19th Australian Conference on, 26-28 2008, pp. 517 –526.

[29] Karl E. Wiegers, “First Things First: Prioritizing Requirements”, Software Development, September 1999

[30] ISO/IEC/IEEE 29148 “Systems and software engineering —Life cycle processes — Requirements engineering”, First edition 2011-12-01

[31] Luca Settineri, Analisi e Gestione dei Sistemi Produttivi, Lezione 3: Modello del Ciclo di Lavorazione

[32] Luca Settineri, Analisi e Gestione dei Sistemi Produttivi, Lezione 4: La Struttura Operativa – Grafo dei centri di lavoro

[33] Luca Settineri, Analisi e Gestione dei Sistemi Produttivi, Lezione 2: La struttura operativa

[34] C.Cabanillas, M.Resinas, and A. Ruiz-Cortes, “Mixing RASCI Matrices and BPMN Together for Responsibility Management”, VII Jornadas de Ciencia e Ingeniería de los Servicios, 2011

[35] https://www.microfocus.com/it-it/products/requirements-management-caliber/features

[36] M.Kuniavsky: Observing the User Experience-A practitioner's Guide to User Research, Morgan Kaufmann, San Francisco, 2003

[37] A.Cockburn: Writing Effective Use Cases. Addison-Wesley, Boston. 2001

[38] IEEE Std830-1998: Reccomanded Practice for software Requirements Specifications, 1998

[39] B.Boehm, R.Ross:Theory-W Software Project Management- Principles and Exaples. IEEE transaction on Software Engineering, Vol. 15, No. 7;1989, pp. 902-916

[40] A Requirements Negotiation Model Based on Multi-Criteria Analysis

[41] G.Kotonya, I. Sommerville: Requirements Engineering-Process and Techniques, Wiley, Chichester, 1997

[42] J.Karlsson, K.Ryan: Acost value Approach for prioritizing Requirements. IEEE Software, Vol. 14, No. 5; IEEE press, 1997

[43] D.Walden: "Kano's Methods for Understanding Customer-defined Quality", Center of quality management journal,1993

[44] https://conceptdraw.com/a666c3/preview

[45] https://t4tutorials.com/finite-automata-in-theory-of-automata/

[46] https://www.researchgate.net/figure/Symbols-used-in-the-DEMARCO-Notation-of-Data-Flow-Diagrams_fig7_220689590

[47] https://www.tutorialspoint.com/uml/uml_basic_notations.htm

[48] https://www.amg-research.com/research-methods/kano-analysis/

[49] ANSI/ISA 95.00.03, Enterprise Control System Integration, Part 3: Models of Manufacturing Operations Management, 2004

[50] https://www.researchgate.net/figure/UML-Activity-Diagram-constructs_fig1_300715526

[51] http://www.cs.unibo.it/~cianca/wwwpages/labspo/Lab1.pdf

[52] https://www.ibm.com/developerworks/community/blogs/iotsupport/entry/Rational_DOORS_Next_Generation_article_rollup_on_Jazz_net?lang=en