

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI GENOVA

SCUOLA POLITECNICA

DIME

**Dipartimento di Ingegneria Meccanica, Energetica,
Gestionale e dei Trasporti**



**TESI DI LAUREA MAGISTRALE
IN
INGEGNERIA GESTIONALE**

Titolo della tesi

Relatore:

Chiar.^{mo} Prof. Ing. Roberto Revetria

Allievo:

Marco Giulio Petronio

Marzo 2026

Analisi di un processo industriale con strumenti avanzati di simulazione dinamica

Sommario

La tesi “Analisi di un processo industriale con strumenti avanzati di simulazione dinamica” è il risultato di un periodo di tirocinio svolto internamente all’università di Genova in collaborazione con Ansaldo Energia.

L’obiettivo principale di questo progetto è stato quello di seguire lo sviluppo di un software di simulazione dinamica per gestire il flusso della documentazione aziendale.

Durante l’intero percorso, il gruppo di lavoro è stato guidato dal professor Roberto Revetria, che ha sviluppato fin dall’inizio il progetto utilizzando il programma di simulazione Power Sim Studio.

Il software consente di seguire il percorso che effettuano i documenti all’interno di Ansaldo Energia. In particolare, l’azienda presenta tre pipeline principali e collegate fra loro: una commerciale, una ingegneristica e una riferita agli acquisti.

Attraverso l’utilizzo del simulatore è possibile seguire il flusso di tutte le tipologie di documenti andando a individuare i vari step che essi superano grazie alle date sia previste che reali presenti sui file forniti dall’azienda.

Il vantaggio principale di questo progetto è quello di consentire ad Ansaldo di monitorare l’andamento della produzione, precisamente se si è in anticipo o in ritardo rispetto alle previsioni, con l’aiuto di alcuni specifici indicatori ideati appositamente e di cui parleremo all’interno di questa tesi..

Analysis of an industrial process with advanced dynamic simulation tools

Abstract

The thesis "Analysis of an industrial process with advanced dynamic simulation tools" is the result of an internship period carried out internally at the University of Genoa in collaboration with Ansaldo Energia.

The main objective of this project was to follow the development of a dynamic simulation software to manage the flow of company documentation.

Throughout the entire process, the working group was led by Professor Roberto Revetria, who developed the project from the beginning using the Power Sim Studio simulation program.

The software allows you to follow the path that documents take within Ansaldo Energia. In particular, the company has three main and interconnected pipelines: one commercial, one engineering and one related to purchasing.

Through the use of the simulator it is possible to follow the flow of all types of documents by identifying the various steps that they pass thanks to the expected and actual dates present on the files provided by the company.

The main advantage of this project is that it allows Ansaldo to monitor the progress of production, precisely if it is ahead or behind forecasts, with the help of some specific indicators designed specifically and which we will discuss in this thesis.

INDICE

Sommario	I
Abstract.....	II
1. Introduzione	1
2. Premessa sui KPI	4
3. KPI in ambito EPC	8
4. Introduzione alla catena del valore	12
5. Descrizione del modello e KPI selezionati	21
6. Validazione del Modello	28
7. Collegamento con i sistemi	32
8. La commercial pipeline	45
9. La engineering pipeline	51
10. La Procurement pipeline.....	52
Bibliografia.....	57

1. Introduzione

Ansaldo Energia rientra tra le aziende che offrono una particolare tipologia di contratto ‘chiavi in mano’, meglio definita come EPC, acronimo di Engineering, Procurement e Construction, in cui è previsto che l’azienda si occupa del progetto nella sua totale interezza.

Per gestire al meglio le opere che vengono commissionate, risulta di grande aiuto seguire in maniera dinamica il flusso di tutta la documentazione necessaria, integrando tra loro le varie fasi dei processi.

Il progetto su cui si basa questa tesi è lo sviluppo di una simulazione dinamica per Ansaldo attraverso un software adatto che consente di seguire il flusso dei documenti inerenti ai progetti. In particolare, il software in questione è Power Sim Studio.

Durante lo sviluppo di questo lavoro, sono state effettuate numerose ricerche per comprendere fino a che punto è giunta la letteratura per quanto riguarda l’aspetto integrativo.

In primo luogo, ci si è concentrati sullo studio degli indicatori chiave per misurare la performance aziendale, i KPI, cioè i Key Performance Indicators; sono stati individuati quelli più rilevanti nell’ambito dei progetti EPC e specifici per Ansaldo.

Inoltre, è stata analizzata la Balanced Scorecard, ovvero lo strumento fondamentale per individuare e monitorare gli indicatori da differenti prospettive, in modo da garantire una visione a 360 gradi degli aspetti considerati.

Successivamente, l’attenzione si è focalizzata sulla catena del valore di Porter e la sua applicazione all’interno dell’azienda in questione, valutandone vantaggi e svantaggi.

Una volta compreso il limite di staticità e poca flessibilità di questo importante strumento, l’analisi si è spostata sulla System Dynamics, in particolar modo sull’utilizzo integrato della catena del valore e della simulazione dinamica che consente di ottimizzare entrambe le metodologie per ottenere migliori risultati.

Terminato lo studio della letteratura, la tesi si concentra su focus del lavoro, ovvero il simulatore.

Dopo aver studiato attentamente i KPI da utilizzare nel modello, perché i più adatti a descrivere al meglio ciò che si desidera monitorare, ci si è focalizzati sulla struttura della simulazione per rappresentare i flussi desiderati.

Innanzitutto, è stato necessario comprendere quali fossero gli effettivi flussi percorsi dai documenti all’interno di Ansaldo, lavoro svolto grazie alla collaborazione di manager attraverso diverse riunioni svolte in sede aziendale.

Le due pipeline presentate dal modello sono quella commerciale e quella ingegneristica, descritte attraverso blocchi, con le date che indicano i vari step che seguono i documenti, e i collegamenti tra loro.

I documenti utilizzati e inseriti nel modello sono stati forniti direttamente da Ansaldo, che li ha scaricati in formato Excel dai propri sistemi informativi: PGD, che contiene i documenti

relativi all'ingegneria ed è un sistema di pianificazione e controllo che collabora con un altro sistema, ovvero TeamCentre; Bids, che segue la pipeline delle offerte, in particolare le budgetary e binding; Primavera, il software che consente di gestire efficacemente i progetti seguendone l'intero ciclo di vita.

Tra i vari file ricevuti, vi erano i PGD di differenti commesse in diverse fasi di avanzamento, in modo da poter sfruttare al meglio le capacità del simulatore; Tavazzano e Fusina, che presentano uno stato molto avanzato, quasi in chiusura; Almaty e Poolbeg, che sono circa a metà del loro svolgimento; Al Dhafra e Kilshane, che sono iniziate da poco.

Altri file mostravano la precedenza tra i vari task e, quindi, il percorso che seguono i documenti; in modo da poter definire al meglio il flusso del simulatore durante la costruzione del modello.

Infine, grazie allo studio integrato di tutti i file, si possono sottolineare le principali caratteristiche che contraddistinguono i documenti:

- Categoria
- Disciplina
- Tipo
- Interno esterno
- Scopo

Attraverso la modellazione della value chain aziendale, è stato possibile rappresentare i principali flussi informativi e operativi, introducendo un insieme di indicatori dinamici che permettono di monitorare in modo continuo lo stato dei processi.

L'obiettivo finale è connettere questo modello direttamente ai dati reali provenienti dal database aziendale, creando un sistema di KPI dinamici alimentato in tempo reale con i processi di Ansaldo.

Quindi, dopo aver costruito la base del modello sul simulatore dinamico, ci siamo focalizzati sulla validazione di esso. A tal proposito sottolineiamo l'importanza di questa fase, in quanto è possibile considerare affidabili i risultati solamente se il modello è stato correttamente validato. Questo passo garantisce, infatti, la correttezza dei risultati ottenuti e la conseguente possibilità di prendere decisioni consapevoli.

Dopo la validazione del modello, abbiamo proceduto con il collegamento tra il simulatore e i sistemi informativi utilizzati da Ansaldo, quali PGD e Primavera, di cui si parlerà in modo più specifico nel capitolo dedicato. In questa fase viene inclusa la raccolta dei dati, con la relativa analisi, e il caricamento di essi su un database appositamente creato per poterlo collegare al simulatore.

Questo passaggio è stato fondamentale per superare i limiti dell'utilizzo diretto dei file Excel ed è stato utilizzato il sistema MySQL.

Conclusa questa fase, abbiamo collegato il database al simulatore su Power Sim mantenendo la distinzione delle due pipeline, commerciale e ingegneristica. Nuovamente, parleremo nel dettaglio di questa attività nel capitolo sette.

Infine, è stato possibile effettuare un'analisi delle performance aziendali grazie ai risultati ottenuti dal modello di simulazione dinamica.

Come conclusione di questa tesi, ci siamo focalizzati singolarmente sulle tre differenti pipeline individuate in Ansaldo, che ricordiamo essere Commercial e Engineering. In particolare, abbiamo approfondito la descrizione dei flussi di documenti concentrandoci poi sui KPI considerati nel nostro modello di simulazione dinamica e confrontandoli con gli indicatori già esistenti in letteratura.

2. Premessa sui KPI

2.1 Misurare la performance aziendale

Il successo di un'azienda si misura spesso attraverso il raggiungimento degli obiettivi prefissati sia a livello strategico che operativo e finanziario. Per questo è particolarmente importante che un'azienda monitori la sua performance in maniera continua e oggettiva, poiché solo in questo modo può migliorare il suo operato.

Secondo la letteratura, la performance aziendale comprende tre tipologie di prestazioni:

- Prestazioni economico-finanziarie;
- Prestazioni competitive;
- Prestazioni sociali.

La prima categoria di prestazioni riguarda la capacità dell'azienda di generare profitto; quindi, di monitorare e sostenere dei costi inferiori rispetto ai ricavi che riesce a generare.

Inoltre, viene inclusa in queste performance anche la capacità dell'organizzazione di gestire in modo equilibrato le risorse che ha a disposizione.

Le prestazioni competitive, invece, si riferiscono alla posizione che l'azienda occupa sul mercato e ai rapporti di forza che ha con i suoi concorrenti. In pratica, queste performances si concentrano sull'attrattività e competitività dell'impresa.

Infine, le prestazioni sociali sono quelle legate alla soddisfazione e alla fiducia nei confronti dell'azienda da parte degli stakeholder che, come dice il nome, sono tutti coloro che hanno un interesse nel lavoro che svolge l'impresa e che quindi influenzano o sono influenzati dalle attività che svolge. Gli stakeholder possono essere interni all'organizzazione, come per esempio i dipendenti, i proprietari dell'impresa, i manager, oppure esterni, come i clienti, i fornitori, i partner con cui collabora, gli investitori.

Generalmente e soprattutto in passato, si prestava attenzione soltanto alle prestazioni economico-finanziarie valutandole rispetto a obiettivi di breve periodo, mentre alle misurazioni non monetarie si dava un peso inferiore.

In ogni caso, anche quando si valutavano l'efficienza e l'efficacia, ci si concentrava esclusivamente sul breve termine. [1]

Questo sicuramente è un errore perché è necessario che gli obiettivi vicini nel tempo siano legati e coordinati con quelli di lungo termine, altrimenti si rischia di ottenere ottime performance nel futuro immediato, ma che poi causano peggioramenti più avanti nel tempo.

La misurazione della performance aziendale, quindi, è un'attività complessa che richiede la giusta attenzione.

Grazie ad una corretta valutazione delle prestazioni è possibile riconoscere punti di forza e di debolezza, supportare il processo decisionale, favorire il miglioramento continuo e l'innovazione e motivare le risorse umane attraverso obiettivi chiari e misurabili.

Inoltre, è di rilevante importanza la scelta di come si può misurare la performance aziendale; tra gli strumenti più utilizzati ci sono i KPI.

2.2 Cosa sono i KPI

L'acronimo KPI sta per Key Performance Indicator, che tradotto letteralmente significa 'indicatore chiave di performance' ed è una metrica misurabile utilizzata per valutare le prestazioni in riferimento a specifici obiettivi.

Nel contesto aziendale consentono di ricavare informazioni quantificabili inerenti all'efficacia delle differenti aree dell'organizzazione e per valutare il successo nel raggiungimento di quanto è stato prefissato.

Questi indicatori, infatti, sono molto utili per individuare performance poco elevate e i potenziali miglioramenti.

In particolare, secondo la letteratura: *"The reason for low performance is waste in different forms. By identifying the waste and implementing actions that reduces waste improves performance"* [2].

Questo significa che la ragione principale di prestazioni 'basse' è lo spreco di qualsiasi tipo; quindi, l'obiettivo è quello di identificare la fonte di spreco per procedere con azioni che lo riducano e migliorino di conseguenza le performances.

A seconda dell'ambito di cui si vuole misurare la prestazione, possono essere utilizzati differenti KPI, appositi per il contesto; esistono, per esempio, indicatori più adatti al settore delle vendite, specifici per i clienti, finanziari, riferiti alla produzione.

In generale, indipendentemente dall'ambito industriale a cui fanno riferimento, i KPI dovrebbero essere *SMART*, un acronimo che racchiude le principali caratteristiche che un indicatore di prestazione deve presentare per essere definito un buon indicatore.

La lettera 'S' si riferisce alla parola 'Specific', per cui i KPI devono essere chiari, precisi e specifici rispetto al progetto che si desidera analizzare; utilizzare gli stessi indicatori per progetti di ambiti completamente differenti può portare a risultati non del tutto corretti.

Con la lettera 'M' si intende 'Measurable', perché i risultati devono essere facilmente misurabili; un'indicazione solo qualitativa non spiega nulla di specifico, invece un numero preciso sì.

La 'A' si riferisce ad 'Achievable', poiché gli obiettivi prefissati devono essere raggiungibili con una certa facilità; se si impostano target troppo lontani nel tempo o irrealistici al punto da essere quasi irraggiungibili, i lavoratori possono perdere la motivazione perché si rendono conto che non riusciranno mai ad arrivarvi.

La 'R' di 'Relevant' specifica che l'indicatore deve essere concreto e rilevante per chi realizza il lavoro e per gli obiettivi generali dell'azienda; un KPI che impatta poco o niente sul progetto non ha molto senso di esistere.

La lettera 'T' si riferisce a 'Time-based', perché il KPI deve riferirsi a un intervallo di tempo definito; oltre al target da raggiungere si affianca anche il tempo in cui andrebbe raggiunto. [3]

Quindi, ancora prima di iniziare a misurare la performance è molto importante scegliere in modo corretto come misurarla; altrimenti si potrebbe rischiare di studiare le prestazioni ma attraverso strumenti sbagliati, ottenendo in questo modo risultati non veritieri e fuorvianti.

Solitamente accade che i KPI siano solamente di dominio del CEO e del top management delle aziende, ma secondo la metodologia 'Kaizen', ovvero il metodo giapponese basato sull'idea del miglioramento continuo, è molto utile condividere questi indicatori di performance con l'intera struttura aziendale.

Fissare degli obiettivi attraverso i KPI può essere d'aiuto anche per motivare il personale dipendente dell'azienda, che spesso è guidato dal raggiungimento del successo, poiché ripagato attraverso un sistema di incentivi. A tal proposito diventa di particolare rilevanza il fatto che i KPI siano raggiungibili in un tempo non troppo esteso, in modo da coinvolgere e mantenere motivate le persone.

2.3 La Balanced Scorecard

Nel paragrafo precedente abbiamo appena sottolineato l'importanza di misurare le prestazioni al fine di migliorarle e raggiungere gli obiettivi prefissati.

A tal proposito il professore della Harvard Business School Robert Kaplan e il consulente aziendale David Norton, affermarono che "If you can not measure it, you can not improve it", riferendosi al fatto che non è possibile migliorare qualcosa senza prima misurarla.

I due studiosi appena citati hanno, perciò, inventato e sviluppato uno strumento fondamentale per rilevare le prestazioni sotto differenti aspetti. Nel 1992 hanno, infatti, creato la Balanced Scorecard (BSC), che ancora oggi viene utilizzata e risulta adatta al mondo dell'industria attuale.

La critica principale che Norton e Kaplan hanno rivolto ai tradizionali metodi di analisi riguarda l'eccessiva enfasi riposta verso gli obiettivi a breve termine, non preoccupandosi della creazione di valore sul lungo periodo.

Inoltre, hanno anche sottolineato l'incapacità degli indicatori dei sistemi di misurazione utilizzati fino a quel momento di catturare tutta la dinamica della performance a causa della complessità e dello sviluppo dell'ambiente esterno. [4]

Per questo, la Balanced Scorecard valuta la performance su differenti dimensioni raggruppate in quattro principali categorie, in modo che la strategia aziendale sia collegata alle prospettive fondamentali, a loro volta interconnesse tra loro. Per ognuna di queste categorie si deve creare una sorta di tabella in cui si inseriscono i vari obiettivi da raggiungere, le misure o gli indicatori utilizzati, il valore target che si spera di ottenere e le iniziative da intraprendere per riuscirci.

La prospettiva economico-finanziaria si preoccupa di come l'azienda deve apparire agli azionisti, in particolare come la strategia impatta sulla creazione di valore per questi ultimi. Esamina i risultati finali sul piano economico-finanziario, evitando la miopia del breve termine.

Alcuni obiettivi che si possono misurare nella prospettiva economico-finanziaria sono, per esempio, la redditività dell'impresa, il tasso di crescita dell'azienda e il valore creato per i suoi azionisti. Mentre per quanto riguarda le misure da utilizzare, si considerano il ROI e ROE, il reddito operativo, la crescita dei ricavi o la riduzione dei costi totali o in specifiche aree aziendali.

La seconda prospettiva presente nella BSC è quella dei clienti, che si preoccupa di come l'azienda deve apparire ai suoi acquirenti. Nello specifico serve per sviluppare una strategia orientata al mercato e ai clienti per conquistarli e fidelizzarli.

In questo caso, se l'obiettivo è quello di far crescere la propria quota di mercato, l'azienda può usare come misure la quota di mercato che occupa e i potenziali nuovi clienti; se, invece, l'obiettivo è la soddisfazione della clientela, può adottare gli indicatori di livello di soddisfazione dei clienti, di efficacia dell'assistenza post-vendita, del tempo di consegna, del numero di resi e di interventi di manutenzione.

La prospettiva dei processi interni si interroga su quali siano i processi aziendali in cui occorre eccellere per soddisfare sia gli azionisti che i clienti. In particolare, individua i processi cruciali da migliorare per ottenere il successo economico-finanziario sul lungo termine.

Per esempio, se l'azienda vuole migliorare la qualità di ciò che produce o offre come servizio può adottare misure come la percentuale dei processi interni che hanno dei sistemi di controllo avanzati, o la percentuale dei difetti rilevati.

Quando l'obiettivo è l'innovazione, gli indicatori utili possono essere il numero di prodotti o servizi sviluppati in un certo arco temporale, il time to market, ovvero il tempo di introduzione sul mercato, dei nuovi prodotti rispetto alla concorrenza e gli investimenti in ricerca e sviluppo.

Infine, la prospettiva della crescita e dell'apprendimento si concentra su come sostenere nel tempo il cambiamento e il miglioramento; in particolare su ciò che deve costruire l'azienda per mantenere il successo sul lungo termine, attraverso la misurazione dell'abilità del personale, dei sistemi informativi e dell'organizzazione nella gestione della complessità e nell'adattamento al cambiamento.

Per allineare gli obiettivi dell'azienda con quelli del personale è possibile utilizzare come indicatori la percentuale di turnover aziendale e indagare sul livello di soddisfazione del personale.

Se invece, l'obiettivo è lo sviluppo delle capacità di processo, una misura utile è il numero di ore di formazione annuali per i dipendenti.

Una Balanced Scorecard dovrebbe, inoltre, esplicitare i rapporti fra gli obiettivi nelle varie prospettive, andando a sottolineare i vari rapporti di causa-effetto tra essi.

Generalmente il flusso della causalità parte dalla strategia aziendale che influenza tutte e quattro le prospettive appena elencate.

Tra queste ultime, invece, gli obiettivi di apprendimento e di crescita sono quelli di più alto livello e quindi definiti per primi, i quali poi influenzano gli obiettivi di miglioramento dei processi interni. Questi influiscono gli obiettivi di creazione di valore per i clienti, che a loro volta influenzano quelli economici e finanziari.

Le azioni che si intraprendono a seguito della costruzione della BSC saranno tanto più efficaci quanto si riuscirà a ricostruire queste relazioni causali. [5]

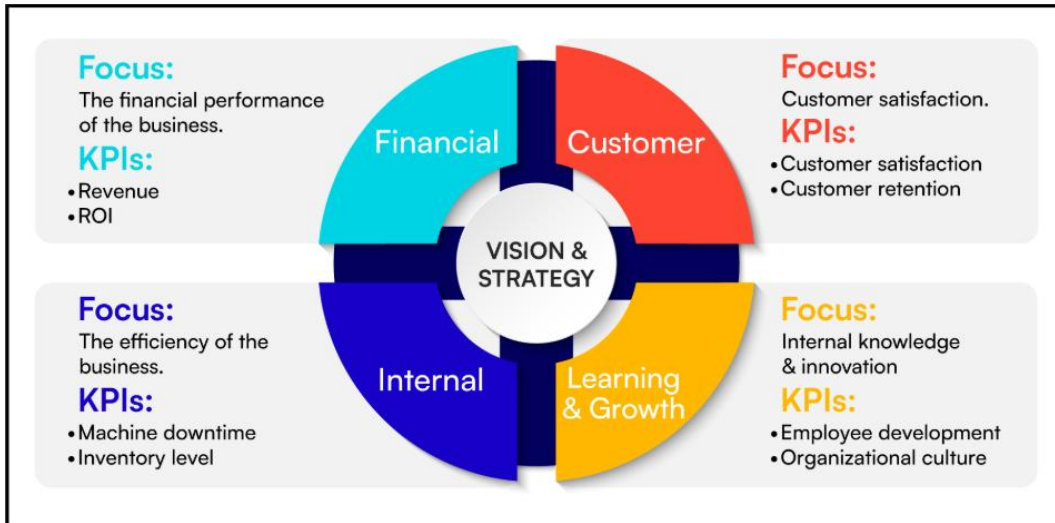


Figura 1. Balanced Scorecard

La Figura 1 riporta un esempio di struttura di una Balanced Scorecard. Vediamo infatti la strategia aziendale posta al centro e collegata alle quattro prospettive, alle quali sono affiancati degli esempi di obiettivi e indicatori.

Utilizzare la BSC porta all'azienda diversi benefici, tra cui la possibilità di allineare la strategia aziendale con le operazioni quotidiane, una maggiore trasparenza e chiarezza grazie alle quali si comprendono meglio i punti di forza e di debolezza dell'azienda nonché le opportunità di innovazione e miglioramento; inoltre, si responsabilizza e coinvolge maggiormente il personale e si crea una maggiore comunicazione interna ed esterna. Infine, si crea valore sul lungo termine.

3. KPI in ambito EPC

3.1 I progetti EPC

L'acronimo EPC si riferisce ai progetti di Engineering, Procurement e Construction. Questa formula contrattuale, e viene anche soprannominata "Chiavi in mano" e, infatti, prevede che un singolo soggetto, l'EPC Contractor, si occupi dell'intero progetto seguendone tutte le fasi.

I tre passi fondamentali, descritti anche dallo stesso nome, sono i seguenti:

- 1- l'Engineering, ovvero la progettazione, ha come obiettivo la definizione del progetto completa di tutti i dettagli tecnici e funzionali.

In questa fase si effettua uno studio preliminare, che può comprendere l'analisi di fattibilità e il dimensionamento degli impianti, il design più dettagliato, come i calcoli strutturali e le specifiche tecniche, le autorizzazioni necessarie e la pianificazione dei lavori, compilando per esempio la Work Breakdown Structure (WBS).

La WBS è una rappresentazione del lavoro da svolgere in un progetto che lo suddivide, seguendo un ordine gerarchico, nelle sue componenti. Generalmente ha una struttura ad albero in cui il livello superiore indica l'obiettivo generale e via via scendendo si definiscono in modo sempre più dettagliato le attività da portare a termine.

L'output di questa fase è il progetto esecutivo firmato e approvato.

- 2- Il Procurement, quindi l'approvvigionamento, consiste nell'acquisto di tutti i materiali e componenti necessari alla realizzazione del progetto.

In particolare, si procede con la selezione dei fornitori, l'emissione degli ordini di acquisto, la gestione logistica di tutta la supply chain e i controlli della qualità.

Alla fine di questa fase si stipulano i contratti con i fornitori e si ottengono tutti i materiali.

- 3- La Construction, quindi la fase di costruzione, prevede la costruzione, il monitoraggio, i test e l'avviamento dell'opera a cui si riferisce il progetto.

Le attività più specifiche comprendono la cantierizzazione dell'opera, le installazioni che includono i montaggi meccanici ed elettrici, i collaudi, la messa in servizio dell'opera, la consegna e la formazione del personale del cliente che ha commissionato il progetto.

Il termine della fase di costruzione coincide con la fine del progetto; quindi, si ottiene l'opera completamente funzionante pronta per essere consegnata.

Un'azienda che stipula contratti di tipo EPC ha dei benefici nell'integrazione delle tre fasi, dovute proprio alla continuità tra esse. Questo aspetto consente di ottimizzare i tempi perché si effettua già una schedulazione integrata, una gestione uniforme e chiara delle responsabilità e un maggiore coordinamento.

Dal lato del cliente, invece, si ha il vantaggio di commissionare l'intero progetto ad un interlocutore unico, il quale ha l'intera responsabilità del progetto, e per questo si riducono i problemi di coordinamento.

Inoltre, il committente ha la garanzia di un costo certo e noto, poiché i contratti EPC sono contratti a prezzo fissato e predefinito all'inizio della commissione. Infine, questi accordi stipulano che l'output del progetto deve essere un impianto funzionante e pronto all'utilizzo; di conseguenza si ha la garanzia di performance in rispetto delle specifiche. Ovviamente, questo tipo di contratti prevede una minore flessibilità per quanto riguarda eventuali modifiche decise durante lo svolgimento del progetto e una maggiore complessità dal punto di vista della redazione del contratto, per cui si necessitano figure esperte.

3.2 Il modello EPC in Ansaldo Energia

Tra le varie aziende che stipulano i contratti di tipo EPC con i loro clienti, troviamo anche

Ansaldo. L'azienda opera come EPC Contractor nel settore dell'energia termoelettrica, di cui si occupa Ansaldo Energia, fondata nel 1991 a Genova come estensione dell'esistente Ansaldo; troviamo i processi EPC anche nel settore del nucleare, di cui si occupa Ansaldo Nucleare che era dal 1999 una divisione di Ansaldo Energia ma che nel 2005 diventa una S.p.A. interamente controllata dalla società appena citata.

In particolare, Ansaldo Energia si è consolidata nell'ultimo ventennio come EPC Contractor a livello globale, ottenendo progetti in Europa, Africa, Medio Oriente e Nord America.

Parlando specificatamente degli ultimi cinque anni, sono stati realizzati progetti significativi in Italia e Germania, con nuove grandi centrali a ciclo combinato e open-cycle. Queste due terminologie raffigurano i due diversi modi in cui si produce l'energia elettrica attraverso le turbine a gas.

La differenza sostanziale risiede nel fatto che le centrali a ciclo combinato recuperano il calore generato dalla turbina a gas mentre produce energia e lo riutilizzano creando vapore che alimenta la turbina a vapore, la quale a sua volta produce energia; in questo modo si recupera il calore e si produce energia sfruttando due cicli, a gas e a vapore.

Dall'altro lato, la centrale Open-Cycle utilizza solo la turbina a gas per la produzione di energia ma non recupera il calore generato; questo rende l'impianto molto più semplice ma anche meno efficiente. Le centrali a ciclo aperto sono tipicamente utilizzate per stabilizzare la rete nei momenti di picchi di domanda improvvisa o come centrali di emergenza.

Due grandi realizzazioni sono state la centrale a ciclo combinato di Tavazzano, tra il 2021 e 2023, e quella Open-Cycle a Marbach, in Germania, tra il 2021 e 2022.

Ansaldo Energia ha realizzato dei contratti EPC anche per un'espansione internazionale in Irlanda, precisamente a Dublino, e ha effettuato il suo recente ingresso nel settore del nucleare, con il progetto Cernavodă in Romania nel 2024.

Analizzando nello specifico lo svolgimento di un progetto con contratto EPC all'interno di Ansaldo, individuiamo sei passi fondamentali.

- 1- Feasibility e offerta commerciale: la prima fase comprende l'analisi di fattibilità tecnica e finanziaria del progetto e la conseguente preparazione dell'offerta commerciale per il cliente in cui si definiscono i tempi, i costi e le condizioni contrattuali.
- 2- Engineering: la fase ingegneristica comprende l'ingegneria di base, quindi gli studi preliminari e la definizione del layout e delle tecnologie da implementare, e l'ingegneria di dettaglio, ovvero la progettazione precisa di tutti gli impianti.
In questo passo si utilizzano dei software avanzati.
- 3- Procurement: nella fase degli approvvigionamenti si selezionano i fornitori ed eventuali subappaltatori, si acquistano i materiali e i componenti necessari, rispetto ai quali si monitorano i tempi di consegna e si effettua il controllo qualità.
In questa fase ci si occupa anche della logistica e della gestione del magazzino.
- 4- Construction: la fase di costruzione vede la preparazione del cantiere in cui poi si installano gli impianti; inoltre, si deve sempre tenere in considerazione il fattore sicurezza.
- 5- Commissioning e messa in servizio: a questo punto si effettuano i test funzionali e i collaudi per procedere con la messa in esercizio dell'opera, in maniera progressiva verificandone le prestazioni.
In questa fase si effettua anche la formazione del personale del cliente.
- 6- Consegna e supporto post-vendita: infine, si consegna ufficialmente l'impianto al cliente assicurando il supporto operativo, la manutenzione e gli aggiornamenti post-vendita, stipulando contratti di assistenza a lungo termine.

Ansaldo vanta di un'esperienza ormai consolidata nella produzione di turbine a gas di varie tipologie, volgendo particolare attenzione alla sostenibilità e all'efficienza energetica. [6]

3.3 KPI nei progetti EPC

Come già descritto nel capitolo precedente, per migliorare la performance aziendale è di fondamentale importanza monitorare e misurare le prestazioni attraverso, per esempio, l'utilizzo del Key Performance Indicator. È importante, però, che i KPI scelti siano adatti al progetto.

A tal proposito, individuiamo alcuni indicatori che sono utilizzati nell'ambito EPC per tutto il progetto generale, mentre altri sono specifici delle singole fasi.

Tra gli indicatori generali dell'intero progetto troviamo lo Schedule Performance Index, con l'acronimo SPI, che misura l'efficienza temporale di un progetto; quindi, se esso è in linea o no con la sua pianificazione.

Si calcola con la formula (1):

$$SPI = \frac{EV}{PV}^{(1)}$$

Equivale al rapporto fra l'Earned Value, che rappresenta il valore del lavoro realmente completato fino ad un determinato momento, e il Planned Value, ovvero il valore del lavoro pianificato per lo stesso lasso temporale.

Se il SPI risulta uguale a 1, significa che il progetto è in linea con la sua pianificazione. Se, invece, il SPI è maggiore di 1 si è in anticipo rispetto alla pianificazione; al contrario con il SPI minore di 1 il progetto è in ritardo. [7]

Un altro indicatore utile è il CPI, ovvero il Cost Performance Index, che misura l'efficienza dei costi in un progetto. Nello specifico indica il valore che si ottiene da progetto rispetto alla spesa effettuata e si calcola con la formula (2):

$$CPI = \frac{EV}{AC}$$

In questo caso, si effettua il rapporto tra l'Earned Value, che rappresenta sempre il valore del lavoro svolto, e l'Actual Cost, ovvero i costi sostenuti per la realizzazione del progetto. Ottenendo un CPI pari a 1, si ha che il guadagno relativo al progetto è uguale alla spesa sostenuta per esso. Se il CPI è maggiore di 1, significa che il guadagno supera la spesa; mentre con un CPI minore di 1, sono le spese che superano il guadagno del progetto.

Quest'ultimo caso ovviamente indica che vi è un'inefficienza. [8]

Un altro KPI utilizzato per tutto il progetto EPC è il Progress Percentage, ovvero la percentuale di progresso, che è l'indicatore che misura il grado di avanzamento del progetto rispetto al suo completamento previsto. In particolare, esprime in percentuale quanto è stato portato a termine rispetto a un obiettivo e, di conseguenza, quanto manca al completamento di un'attività. [9]

Analizzando nello specifico la prima fase dei progetti EPC, quella di Engineering, troviamo KPI che misurano il tempo di progettazione, come il Cycle Time che corrisponde al tempo utile per portare a termine un progetto; riferendoci ai costi troviamo il Cost Performance Index, che monitora l'andamento dei costi rispetto al budget fissato.

In particolare, il Cycle Time, o Tempo di Ciclo (T_c), equivale al tempo necessario per completare un ciclo di un'attività che si ripete, che nel caso dell'ingegneria può essere una bozza di design o la stesura di un documento. Il ciclo inizia con l'avvio di un'attività e termina con l'inizio dell'attività successiva.

Il Cost Performance Index (CPI), che si calcola come spiegato nella formula (2), indica quanto si è guadagnato per ogni euro, o dollaro, speso nel progetto riferendosi specificatamente alla fase di ingegneria.

Nella fase di approvvigionamento ritroviamo il Cycle Time, ma riferito alle attività di acquisto dei materiali, in particolare misurando il tempo che intercorre dall'ordine alla consegna dei pezzi.

Troviamo, inoltre, altri KPI che monitorano i costi di approvvigionamento: una sorta di Cost Performance Index riguardante, però, la fornitura.

Un'altra prestazione da misurare è la qualità della merce acquistata, per cui si può utilizzare l'Indice di Difettosità che calcola il numero di unità difettose rispetto al totale dei pezzi acquistati; l'interesse è volto a tenerlo sempre il più basso possibile. [10]

Infine, durante la costruzione ritroviamo gli indicatori di tempo, di costo, di qualità e di efficienza specifici per le attività che terminano il progetto. A questi si aggiunge anche la misura della soddisfazione dei clienti. [11]

Per citare alcuni indicatori specifici, il costo per metro quadro valuta l'efficienza economica di un progetto nella sua fase di costruzione, per esempio calcola quanto costa installare un metro quadro di impianto.

Il tempo di completamento del progetto indica la puntualità con cui viene effettuata la consegna al cliente dell'opera commissionata.

Invece, il tasso di incidenti sul lavoro valuta l'efficacia delle misure di sicurezza adottate per la costruzione dell'opera.

Questi appena descritti sono i KPI che tipicamente la letteratura assegna ai progetti EPC, ma ogni azienda può decidere quali utilizzare e, se lo ritiene necessario, aggiungerne altri nuovi.

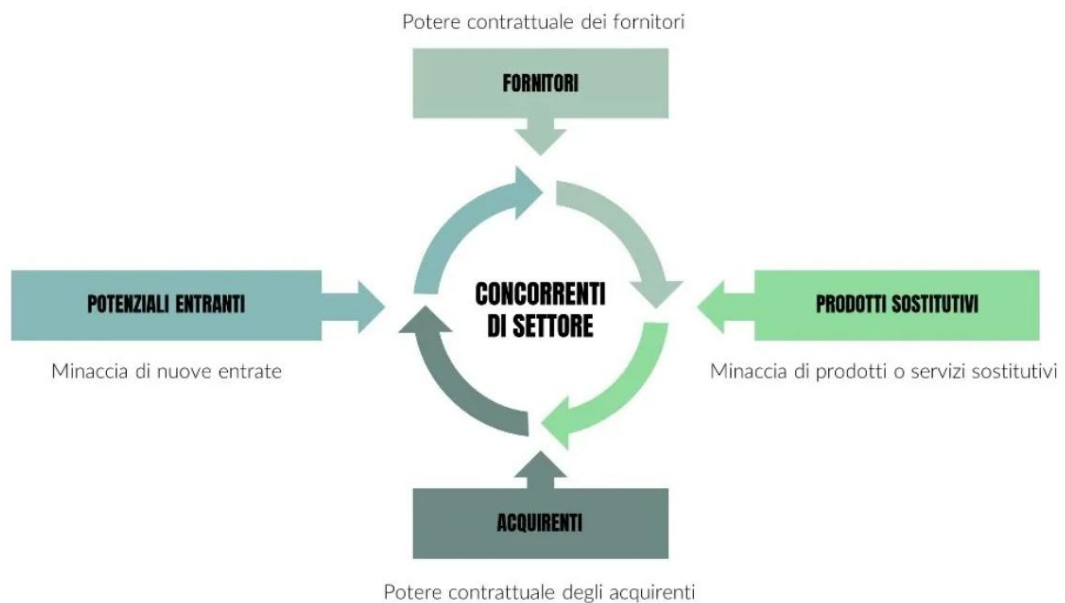
In particolare, nei successivi capitoli di questa tesi avremo modo di analizzare i KPI che utilizza specificatamente Ansaldo associati alla simulazione dinamica, di cui parleremo meglio in seguito e che è il principale oggetto di studio di questo lavoro svolto nell'azienda.

4. Introduzione alla catena del valore

4.1 Michael Porter

Michael Eugene Porter è un economista statunitense che attualmente insegna alla Harvard Business School, dove ha fondato l'Institute for Strategy and Competitiveness.

Porter è noto per aver sviluppato importanti teorie riguardanti la strategia manageriale, di cui il professore è uno dei maggiori esponenti. La più conosciuta e studiata tra queste è l'analisi delle Cinque Forze, che analizza le forze competitive che influenzano la redditività a lungo termine delle imprese. Queste forze sono: i concorrenti diretti, ovvero le altre imprese che offrono prodotti simili sul mercato; il potere contrattuale dei fornitori da cui l'azienda acquista le materie prime e i componenti; il potere contrattuale dei clienti, ovvero i destinatari degli output dell'azienda; la minaccia di nuovi entranti, quindi nuovi soggetti che potrebbero entrare nel settore in cui opera l'azienda; la minaccia di beni sostitutivi, quindi prodotti diversi da quelli creati dall'impresa ma che soddisfano le stesse esigenze e che, quindi, potrebbero sostituirli.



Fig(2). Le Cinque Forze di Porter

Un altro modello strategico idealizzato da Porter è il Diamante, che individua i fattori chiave che portano al successo delle imprese di una nazione in un particolare settore industriale.

I sei fattori principali secondo l'economista sono: le condizioni dei fattori, intesi come l'insieme di risorse e infrastrutture presenti nello Stato; le condizioni della domanda interna, che può portare al vantaggio competitivo; i settori industriali correlati e di supporto, i quali stimolano la crescita; la strategia, la struttura e la rivalità tra le imprese, che creando competizione interna stimola il settore; il governo, che può influenzare tutti gli altri fattori; il caso, tutto ciò che è esterno e incontrollabile.

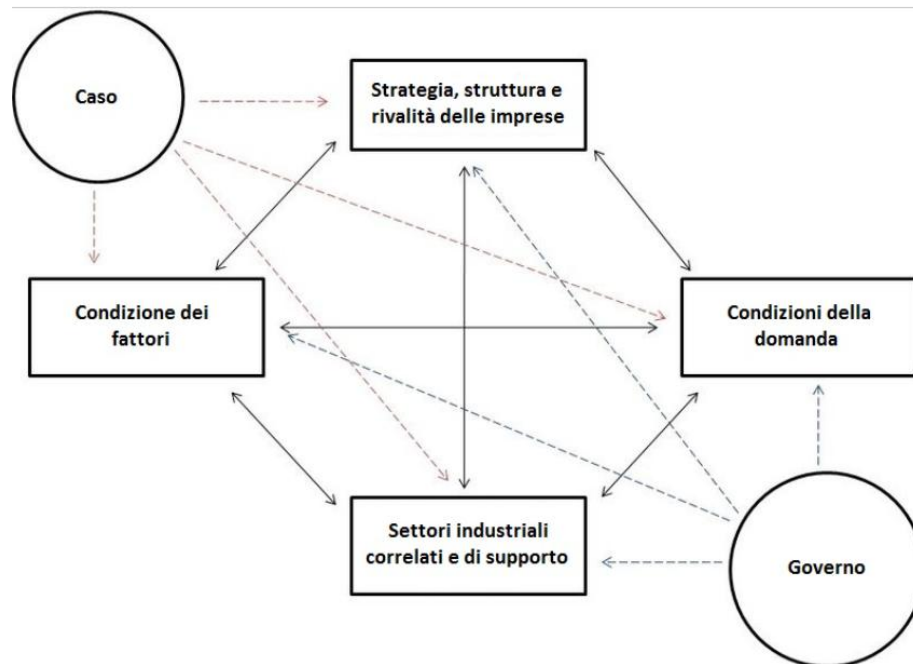


Fig 3. Diamante di Porter

Inoltre, il professor Porter ha teorizzato altre strategie più generiche di leadership di costo, di differenziazione, di focalizzazione e di posizionamento sul mercato.

La metodologia più rilevante nella nostra tesi, invece, è la catena del valore di Porter: un modello che consente di descrivere la struttura organizzativa di un'azienda attraverso un insieme di processi.

4.2 La catena del valore

La catena del valore è stata teorizzata da Michael Porter nel 1985 all'interno del suo libro best seller "*Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*".

Proprio come suggerisce il nome, questo modello analizza come viene generato valore in ogni fase delle attività svolte e come questo valore si traduce in un vantaggio competitivo per l'azienda.

Per comprenderla più nello specifico, immaginiamo la creazione di un prodotto o l'erogazione di un servizio come una serie di operazioni indipendenti tra loro, che aggiungono ognuna del valore al bene finale che verrà consegnato al cliente. Questo modello descrive nel complesso il valore totale generato dall'impresa.

La catena del valore scompone l'organizzazione nelle sue attività strategicamente rilevanti con l'obiettivo di comprendere, e ridurre, l'andamento dei costi e di cercare potenziale differenziazione.

Il modello vede la struttura dell'organizzazione come un insieme di nove processi, di cui cinque primari e quattro di supporto.

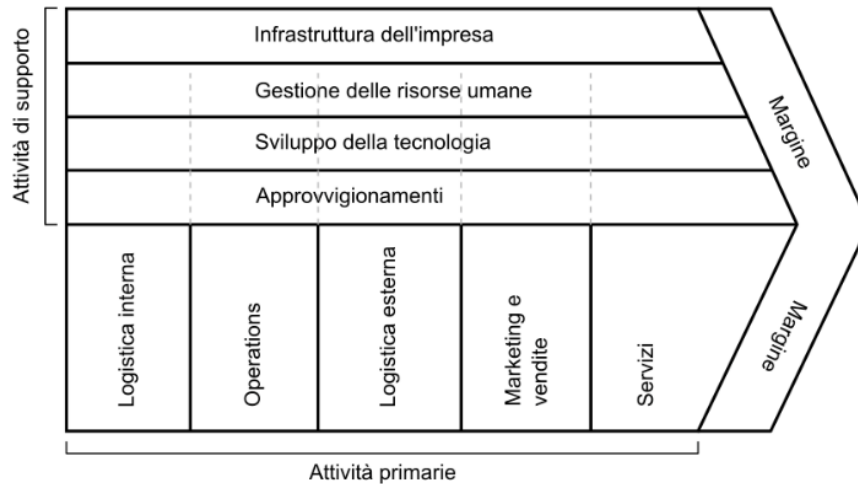


Fig 4. Catena del valore di Porter

Tra i processi primari vi sono tutte le attività fondamentali dell'impresa, suddivise a loro volta in cinque categorie generiche.

La prima categoria comprende tutte le attività di logistica in entrata, quindi tutto ciò che riguarda la movimentazione dei materiali, il loro immagazzinamento, il controllo dell'inventario e l'organizzazione della flotta di veicoli.

Le attività operative, invece, sono quelle associate alla trasformazione degli input in prodotti finiti e comprendono le lavorazioni, gli assemblaggi, gli imballaggi, i test sui prodotti, la manutenzione e il funzionamento degli impianti.

Poi, la logistica in uscita si occupa di quelle attività inerenti alla raccolta e alla distribuzione dei beni ai clienti, quindi la gestione del magazzino dei prodotti finiti, la movimentazione dei beni, l'elaborazione degli ordini e la consegna.

Le attività di marketing e di vendita si riferiscono ai mezzi con cui i clienti vengono a conoscenza dei prodotti e sono indotti ad acquistarli; queste sono, per esempio, la pubblicità, la promozione, la selezione dei canali con cui viene diffusa la conoscenza del bene e il pricing.

Infine, i servizi alla clientela sono tutte le attività post-vendita che contribuiscono al mantenimento del valore percepito dai clienti e comprendono l'installazione del prodotto acquistato, la sua manutenzione e riparazione, la formazione per gli acquirenti.

Per quanto riguarda le attività di supporto, invece, hanno il compito di fornire supporto a quelle primarie appena descritte.

Possono a loro volta essere suddivise in quattro categorie generiche.

La categoria degli approvvigionamenti includono tutte le attività finalizzate all'acquisto degli input per l'azienda; questi comprendono le materie prime e le forniture, ma anche i macchinari, le attrezzature di laboratorio e di ufficio e gli edifici.

Lo sviluppo delle tecnologie è la categoria che ingloba tutte le attività che svolge l'impresa per migliorare il suo output e i suoi processi; queste contribuiscono a costruire e sviluppare il Know How aziendale.

Le attività di gestione delle risorse umane comprendono la ricerca del personale, le assunzioni, la formazione e la retribuzione dei dipendenti dell'impresa.

Infine, le attività infrastrutturali includono, per esempio, la gestione generale, la pianificazione, la contabilità e la gestione delle attività finanziarie.

Sia i processi primari che quelli di supporto possono essere ulteriormente suddivisi in attività più specifiche e distinte a seconda del settore specifico in cui opera l'azienda, mentre la classificazione che abbiamo appena illustrato resta su un piano più generale e comune a tutte le aziende. [12]

4.3 Come creare il modello

Dopo aver visto la struttura della catena del valore di Porter, approfondiamo in modo più specifico i passi per creare questo modello nelle realtà aziendali.

L'immagine seguente riassume i quattro passi fondamentali da seguire, che successivamente

analizzeremo nel dettaglio:

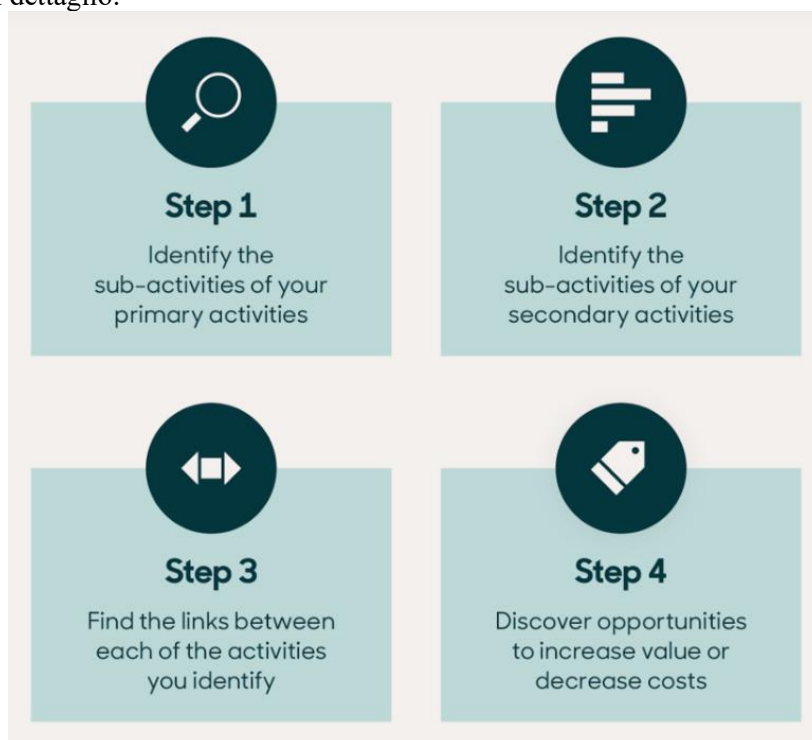


Fig. 5. I 4 step per la creazione del modello

Nel paragrafo precedente abbiamo illustrato che nella catena del valore le attività sono distinte tra primarie e di supporto. Il primo passo per strutturare il modello consiste nell'identificare tutte le sotto-attività che costituiscono le attività primarie. Porter spiega che per ognuna delle cinque attività primarie, di cui abbiamo già parlato in precedenza, si possono individuare tre tipi di sotto-attività:

- 1) Attività dirette, ovvero quelle che da sole creano già valore;
- 2) Attività indiretta, che sono di supporto a quelle dirette e ne consentono il corretto svolgimento;
- 3) Attività di garanzia della qualità, garantiscono che le attività sia dirette che indirette rispettino gli standard qualitativi.

Lo step successivo, invece, prevede di identificare le sotto-attività delle quattro attività secondarie. Questo passaggio è molto simile al primo; infatti, le attività di supporto servono per aiutare lo svolgimento delle primarie e di conseguenza anche le sotto-attività devono garantire lo stesso. Il terzo passo consiste nel delineare i collegamenti presenti tra le varie attività e sub-attività. Questo passaggio è di fondamentale importanza perché nelle organizzazioni non si lavora mai per compartimenti stagni, ma al contrario, accade molto spesso che una qualsiasi scelta effettuata in una specifica area influenza e impatta il business di altre attività, anche se non direttamente collegate tra loro.

A tal proposito, è importante imparare a conoscere tutti i collegamenti tra le attività dell'azienda in modo da riuscire a prevedere le possibili conseguenze che le azioni intraprese hanno sulle altre aree. Basta pensare semplicemente alle aziende che hanno un budget condiviso per più aree del proprio business: investire e spendere una cifra maggiore in alcune attività, riduce inevitabilmente la disponibilità economica per altre.

Conoscendo bene le connessioni tra le varie attività si può imparare anche a sfruttarle a proprio vantaggio.

Infine, l'ultimo passo prevede di individuare le opportunità di aumento del valore o di riduzione dei costi. Nello specifico si cercano di scoprire tutte le attività che non generano più valore, o ne generano troppo poco in rapporto alle risorse che consumano, per poterle eliminare o sostituire con altre più proficue.

In questo step si valutano anche le relazioni dell'organizzazione con attori esterni, alcune delle quali possono essere molto vantaggiose. [13]

4.4 Vantaggi e svantaggi della catena del valore

Il modello della catena del valore di Porter ha come obiettivo primario la riduzione dei costi, individuabili attraverso una scomposizione dettagliata di tutte le attività.

Per poter intervenire sull'efficienza delle spese in un'organizzazione, è utile identificare e differenziare tra loro i tipi di costo che emergono durante la creazione di valore per un prodotto o servizio. Tra i costi di input rientrano i materiali grezzi, i semilavorati e i componenti necessari per la produzione; i costi per le risorse umane prevedono tutte le spese per il personale, quindi gli stipendi, le assunzioni, la formazione e lo sviluppo di chi lavora nell'organizzazione. I costi di servizio per i clienti sono tutti quelli che derivano da azioni svolte sia prima che dopo la vendita per attirare nuovi clienti o fidelizzare quelli già conquistati. I costi per gli assets fissi, per i beni intangibili e per gli ammortamenti sono considerati costi di installazione, che non finiscono direttamente nei costi delle operations.

Grazie ad un'accurata classificazione delle spese, le organizzazioni possono attribuire alle singole attività i rispettivi costi; su questa metodologia si basa la strategia di analisi di costo 'ABC', ovvero Activity Based Costs, che a livello strategico è forse una delle più utilizzate. [14]

Come conseguenza naturale dell'analisi e riduzione dei costi, si ottengono ulteriori vantaggi derivanti dall'utilizzo della catena del valore di Porter.

Grazie alla definizione dettagliata del modello, si migliora la comprensione generale dell'impresa: a seguito della scomposizione accurata dei processi nelle loro attività, i manager hanno una visione più chiara e d'insieme delle intere operazioni, il che rende più semplice l'individuazione di eventuali problematiche e l'intervento per risolverle.

Si può anche migliorare l'efficienza complessiva dell'organizzazione e l'efficacia della strategia aziendale, puntando sul successo a lungo termine dell'impresa.

Infine, la catena del valore è molto utile per aumentare la propria competitività, perché consente di individuare le attività in cui l'azienda eccelle rispetto alla sua concorrenza.

D'altra parte, l'analisi particolarmente dettagliata e la scomposizione delle attività in sotto-attività tipiche della catena del valore potrebbe compromettere la visione strategica generale di tutta l'azienda, che invece rimane su un'ottica più ampia e di alto livello. Infatti, questo modello di Porter è molto utile per verificare l'efficienza delle varie attività, ma un po' meno se si vuole valutare e migliorare i collegamenti tra esse.

Inoltre, la catena del valore si applica molto bene alle aziende che producono beni, mentre risulta più difficile da adattare a quelle che erogano servizi. [12]

Un altro limite che viene sottolineato è la staticità del metodo, in quanto costruendo la catena del valore è come se si scattasse una fotografia, ferma in quell'istante temporale, alle attività dell'azienda, ai loro collegamenti e ai costi che esse generano. Questo potrebbe risultare restrittivo, soprattutto perché nell'ambiente attuale le aziende operano spesso a livello globale e in mercati dinamici e in continua evoluzione.

Infine, è importante sottolineare che lo scopo principale della catena del valore è sicuramente quello di analizzare e ridurre i costi per aumentare l'efficienza e la creazione di valore nelle aziende, ma questo potrebbe costituire un ulteriore svantaggio, poiché troppa attenzione a limitare le spese spesso si converte in azioni che trascurano altri aspetti come la qualità, l'innovazione e la soddisfazione dei clienti.

Possiamo dire che questa metodologia ideata da Porter è senza dubbio un ottimo strumento a disposizione delle aziende, le quali devono fare attenzione ad applicarla nel modo corretto e a superare le sue limitazioni, specialmente se il contesto in cui operano è caratterizzato da elevata complessità.

4.5 La catena del valore in Ansaldo

Dopo aver descritto in maniera dettagliata la catena del valore di Porter, analizziamo come questo modello si applica alla realtà aziendale di Ansaldo Energia, su cui si concentra questa tesi.

Partiamo con l'analisi della attività primarie e successivamente seguiamo con quelle di supporto.

La logistica in entrata comprende l'acquisto delle materie prime e dei componenti strategici, quali turbomacchine e generatori; l'80% della supply chain si localizza in Italia e questo garantisce il

controllo qualità, la tracciabilità e la rapidità nei tempi di consegna.

Per quanto riguarda la gestione del magazzino e dei fornitori, compresa sempre nelle attività di logistica interna, possiamo ribadire che la stretta collaborazione con i fornitori nazionali riduce il lead time.

Tra le operations in Ansaldo rientrano le attività di produzione e assemblaggio, per esempio gli impianti di Genova Campi e Cornigliano producono turbine, microturbine, generatori e assemblano isole di potenza; le altre attività operazionali sono quelle di EPC e la costruzione di impianti, in cui creano progetti 'chiavi in mano', di cui abbiamo discusso nel capitolo precedente, sia nel settore geotermico che in quello nucleare.

Nella logistica in uscita, invece, rientra la distribuzione globale, grazie al porto di Genova, soprattutto verso Europa, Nord Africa e Asia, e il commissioning, che prevede l'avvio in loco delle grandi turbine, come per esempio una della più recenti a Tavazzano.

L'attività di marketing e vendita si concentra su attività commerciali internazionali attraverso il commercio di macchine, impianti e servizi, ponendo il focus su partnership strategiche, seguendo progetti in Irlanda, Germania e Serbia.

Ansaldo Energia promuove, inoltre, la transizione energetica proponendo soluzioni alternative come prodotti a idrogeno, green-tech e nucleare; ne è la prova la joint venture Nuclitalia in collaborazione con altre due importanti aziende, Enel e Leonardo.

L'azienda offre servizi post vendita a livello globale, anche attraverso la redazione di contratti LTS, ovvero Long Term Service, che prevedono la manutenzione sia programmata che straordinaria, la diagnosi da remoto, la fornitura dei ricambi, gli aggiornamenti e il supporto tecnico e digitale.

Spostando l'attenzione sulle attività di supporto, quelle che riguardano l'infrastruttura dell'impresa sono la governance e il controllo P&L; in particolare, attualmente l'organizzazione è strutturata per linee di business e ogni business unit riepiloga nel documento contabile Profit & Loss Statement i propri ricavi, i costi, il margine operativo, gli utili e le perdite.

In questo gruppo di attività rientra anche la gestione degli investimenti.

La gestione delle risorse umane include la formazione e la cultura tecnico-ingegneristica, come il rafforzamento della divisione service, il supporto della ricerca e sviluppo e il consolidamento di nuove competenze quali il nucleare e il green tech.

In questa categoria ritroviamo anche lo spirito etico e la collaborazione con i fornitori e gli stakeholder, con cui l'azienda condivide i valori e la conoscenza.

L'attività di sviluppo tecnologico comprende l'innovazione continua e le collaborazioni high-tech; come già anticipato, Ansaldo si impegna nella ricerca di nuove fonti energetiche come il nucleare o la geotermia e sta sviluppando prodotti innovativi quali microturbine e caldaie o sistemi di riscaldamento hydrogen-ready, quindi pronti per funzionare solo con l'alimentazione a idrogeno.

L'ultima attività di supporto, ovvero quella degli approvvigionamenti, raggruppa le operazioni di procurement, per cui si preferiscono forniture centralizzate e locali che garantiscono l'elevata qualità e la tracciabilità, e la gestione del rischio della supply chain, il quale viene ridotto anche grazie alla vicinanza dei fornitori e all'integrazione verticale. [15]

4.6 System Dynamics

La System Dynamics è una metodologia utile per studiare il mondo che ci circonda considerando la sua dinamicità.

L'ideatore di questo metodo, risalente a metà degli anni '50, è Jay Forrester, ingegnere elettrotecnico ed informatico e professore del Massachusetts Institute of Technology (MIT). In particolare, la prima intuizione di simulazione dinamica vede la luce quando la General Electric (GE) chiede al professore di studiare i cicli di occupazione in alcuni dei loro impianti.

La System Dynamics consente di inserire e ricreare le fonti di complessità nel sistema che si vuole descrivere in modo dinamico.

Per ricreare il modello di simulazione dinamica occorre realizzare il Causal Loop Diagram, cioè un'immagine concreta dei cicli di feedback presenti nel sistema. Questi cicli sono di due tipi: positivi, chiamati self-reinforcing, e negativi, detti self-correcting. Nello specifico, i cicli di feedback positivi si rinforzano e amplificano il loro effetto a prescindere da ciò che avviene all'interno del sistema. Al contrario, quelli negativi tendono a limitare questo fenomeno e servono appunto per creare equilibrio e bilanciamento.

La figura sottostante riporta il Causal Loop Diagram dell'esempio più classico di applicazione della System Dynamics, ovvero quello di introduzione sul mercato di un nuovo prodotto:

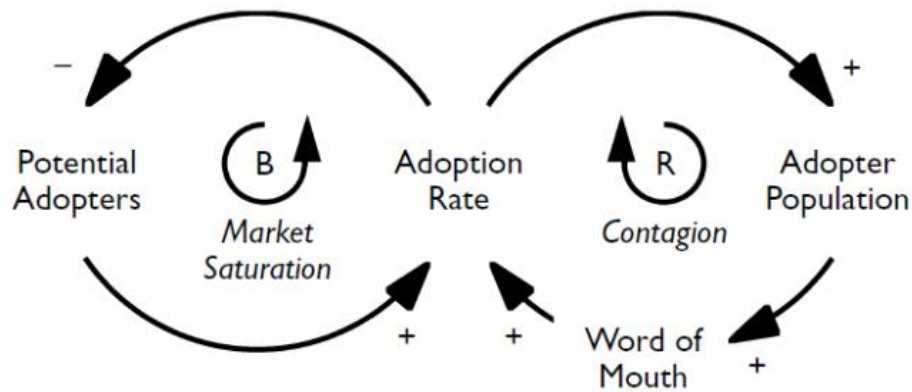


Fig. 6. Causal Loop Diagram per introduzione di un nuovo prodotto

Nel diagramma si possono individuare i due cicli di feedback appena descritti: quello positivo, contrassegnato dal simbolo '+' sulle frecce è denominato 'Contagion', viene indicato con la lettera 'R' e segue il senso di rotazione orario; quello negativo, invece, si riconosce per il simbolo '-' sulle frecce corrispondenti, è il ciclo di bilanciamento, indicato con la lettera 'B' e segue il senso antiorario.

Se le persone che hanno già acquistato il nuovo prodotto, quindi 'Adopter Population', lo approvano e si trovano bene con esso generano un passaparola, definito nell'immagine 'Word of Mouth', che consente di far conoscere e acquistare il prodotto ad altre persone, accrescendo in questo modo il 'Adoption Rate'. Questo viene aumentato anche dai potenziali acquirenti, i 'Potential Adopters'.

La saturazione del mercato invece costituisce il ciclo di bilanciamento, quindi quello che ha un effetto negativo. Di fatti all'aumentare dell'indice di adozione del prodotto, inevitabilmente si riduce il margine di nuovi potenziali Adopters.

Questo, ovviamente, è un esempio molto semplice e banale utile a far comprendere come funzionano i due cicli di feedback nelle simulazioni dinamiche, ma possono esistere anche diagrammi molto più complessi con centinaia di cicli di entrambe le tipologie dove vengono inseriti anche i ritardi che servono a influenzare la risposta delle azioni causando oscillazioni e instabilità.

Dopo aver definito il Causal Loop Diagram si procede andando a definire anche gli Stock and Flow, per dare un aspetto più tecnico al diagramma e mostrare come le variabili cambiano nel tempo, come mostrato nella figura seguente:

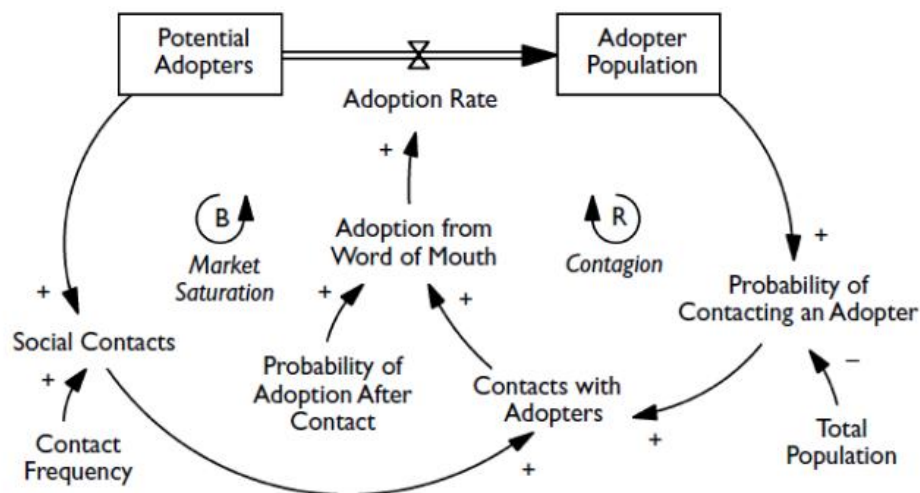


Fig. 7. Stock and Flow per introduzione di un nuovo prodotto

Nel diagramma vengono aggiunte altre azioni che influenzano positivamente o negativamente il sistema, come la probabilità di contattare un utilizzatore o la frequenza dei contatti o, ancora, la probabilità di adottare il nuovo prodotto a seguito di un contatto.

Vengono inseriti anche gli Stock, ovvero i rettangoli dell'immagine che raffigurano i potenziali nuovi clienti e gli attuali utilizzatori.

Il flusso, o Flow, che collega tra loro i due Stock è il tasso di adozione del prodotto.

Una volta che si sono rappresentate in modo chiaro visivamente tutti gli elementi del sistema e le interazioni tra essi, si procede andando a stimare tutti i parametri e le condizioni iniziali necessari.

La stima può essere effettuata sia in modo quantitativo che qualitativo.

In seguito, si individuano le equazioni che descrivono le relazioni del modello.

Infine, si procede con la vera e propria simulazione, durante la quale è possibile aggiungere nuovi dati raccolti. [16]

La System Dynamics nasce in ambiti socio/economici, ma con opportuni accorgimenti lo si può applicare anche alla realtà aziendale nei settori di produzione, in modo tale da analizzare come i sistemi complessi si evolvono nel tempo.

4.7 Vantaggi e svantaggi della System Dynamics

Studiando la System Dynamics, sono stati individuati i principali vantaggi che fanno di questo modello uno strumento molto utilizzato in differenti ambiti.

Sicuramente, il vantaggio più ovvio è quello di consentire una rappresentazione sistemica e olistica delle relazioni causali tra i vari elementi del sistema, in modo da fornire una visione chiara della realtà raffigurata, permettendo anche l'inserimento delle complessità esistenti.

La trasparenza del modello rende anche più semplici le comunicazioni tra tutti gli stakeholder.

Un altro vantaggio di questo metodo è che consente di effettuare la simulazione del comportamento del sistema ipotizzando diverse condizioni e scenari in modo da poter prevedere le risposte alternative nel futuro. È un grande supporto al decision making perché consente di comprendere le conseguenze di determinate azioni prima di implementarle.

La System Dynamics consente di individuare le variabili critiche, ovvero quelle che hanno un maggiore impatto sugli elementi del sistema, e che quindi devono essere monitorate con più attenzione rispetto alle altre. In questo modo ci si assicura di concentrare gli sforzi su azioni di maggiore rilevanza.

Inoltre, consente di migliorare e apprendere in modo continuo valutando gli scostamenti tra gli output desiderati e quelli realmente ottenuti; così da imparare dagli errori commessi e migliorare la strategia futura.

Anche la gestione della complessità consentita con questo tipo di simulazione è un aspetto molto importante, perché permette di definire le relazioni anche se molto numerose e non lineari.

Infine, un altro vantaggio è che la System Dynamics consente di essere modellizzata da software semplici e user-friendly che non necessitano grandi capacità di programmazione, che sono quindi alla portata di tutti gli utenti.

Abbiamo spiegato che questo metodo è molto utilizzato soprattutto nei casi di sistemi particolarmente complessi e definiti da numerose variabili ed elementi; ma questo però può essere visto anche come uno svantaggio, perché le infinite frecce possono creare confusione nella mente di un utilizzatore non esperto o poco abituato a lavorare con questo tipo di diagrammi.

Inoltre, per poter trasformare la realtà in un'immagine visiva, è necessario svolgere una semplificazione degli elementi e, spesso, anche un'approssimazione. Questo può causare la perdita di dettaglio e imprecisione.

D'altra parte, anche la raccolta dei dati in sé risulta complicata poiché è importante inserire elementi corretti; altrimenti il simulatore genera risultati sbagliati. Quindi, è necessaria, in aggiunta, una buona conoscenza del sistema reale che si vuole rappresentare.

I modelli dinamici portano con sé anche una maggiore difficoltà nella loro validazione, ovvero nel verificare che il sistema rappresenti correttamente la realtà; questa fase richiede molto tempo e risorse, specialmente se non si hanno a disposizione molti dati quantitativi ma solo qualitativi,

Si deve prestare attenzione anche all'applicazione del metodo, perché l'efficacia della System Dynamics dipende molto dal contesto a cui essa viene applicata; non tenere conto della situazione specifica potrebbe rendere poco utile l'implementazione.

Infine, si deve tenere in considerazione anche il rischio di una confidenza eccessiva nel modello che, quindi, porta gli utenti a fidarsi troppo e ciecamente dei risultati delle simulazioni interpretandoli come verità assoluta. Per sfruttare nel modo corretto questa metodologia occorre comprendere che le soluzioni che propone sono solo delle linee guida a supporto del processo decisionale, ma non sostituiscono il ragionamento e le riflessioni svolte dalla mente umana.

In conclusione, possiamo dire che, se usata correttamente, la System Dynamics è uno strumento molto utile e applicabile a differenti ambiti sociali, economici e industriali.

4.8 Confronto e integrazione tra catena del valore e System Dynamics

Ora che abbiamo spiegato dettagliatamente come sono strutturate la catena del valore di Porter e la System Dynamics di Forrester, possiamo procedere analizzando le differenze e successivamente la possibile integrazione dei due metodi per utilizzarli in maniera congiunta.

La prima distinzione evidente è che, anche se può sembrare il contrario, la System Dynamics è nata circa una trentina di anni prima della catena del valore, che quindi risulta essere più recente; anche se entrambe le metodologie sono molto attuali per utilizzo e applicazione.

Un'altra grande differenza è costituita dal fatto che, mentre la System Dynamics è una modellizzazione dinamica del sistema, la catena del valore è strategica e statica.

Anche l'approccio utilizzato, infatti, è dinamico e basato sulla simulazione del comportamento del sistema considerando feedback e ritardi nel tempo nel metodo di Forrester. Invece, risulta statico e focalizzato sull'analisi delle attività in un preciso istante senza considerare l'evoluzione nel tempo nel metodo di Porter.

Cambiano anche gli obiettivi principali: nella prima metodologia si punta a comprendere l'evoluzione dei sistemi e la loro risposta ai cambiamenti, identificando gli elementi che influenzano il loro cambiamento per poter prevedere eventuali conseguenze future; il secondo metodo, invece, scopre come si genera valore all'interno di un'organizzazione, per aumentare il margine di profitto e creare vantaggio competitivo.

La struttura stessa del modello differisce per essere basata su stock and flow e su feedback loop nella System Dynamics e invece sulla distinzione tra attività primarie e di supporto nella catena del valore. Di conseguenza, la prima si focalizza sulla dinamica di un sistema analizzando le cause profonde del suo comportamento; mentre la seconda svolge una mappatura delle attività che aggiungono valore ad un bene durante la sua produzione.

Ovviamente queste distinzioni si convertono anche nel loro utilizzo principale; di fatti la System Dynamics è adatta a simulazioni e test svolti come supporto al decision making, appunto per risolvere problemi complessi, dinamici e interdipendenti tra loro.

La catena del valore, invece, è più adatta allo sviluppo strategico e al creare vantaggio competitivo, attraverso l'analisi funzionale delle attività aziendali.

È abbastanza chiaro che questi due metodi presentano delle differenze sostanziali, ma possono essere utilizzati in maniera complementare in modo da sfruttare i vantaggi di entrambi e superare i limiti attraverso la loro integrazione.

La System Dynamics consente di modellare in modo dinamico ogni elemento della Value Chain per chiarire come le attività interagiscono tra loro nel tempo, quali sono i feedback che influenzano la performance e dove si creano delle inefficienze su cui è utile intervenire.

Dall'utilizzo congiunto delle due metodologie è possibile ottimizzare e migliorare le prestazioni, ridurre i colli di bottiglia comprendendo il motivo per cui si formano, analizzare come il cambiamento di una singola attività influenza l'intero sistema, e non solo un'altra attività, ed effettuare test di scenari differenti.

In questo modo l'organizzazione può effettuare scelte strategiche più consapevoli avendo modo di visualizzare la ripercussione nel tempo delle eventuali azioni che intraprende, andando quindi oltre alla singola fotografia statica tipica della catena del valore; può ottimizzare l'intero sistema identificando i punti in cui si possono ottenere effetti di leva, ovvero quelle aree in cui un intervento preciso crea il massimo impatto positivo sulla creazione di valore.

Infine, è possibile comprendere, grazie ai meccanismi di feedback positivi e negativi, come le dinamiche di creazione di valore di auto-rafforzano o si auto-limitano tra loro.

5. Descrizione del modello e KPI selezionati

5.1 L'idea del modello

L'idea alla base del modello di simulazione dinamica per Ansaldo Energia è quella di esplicitare i flussi dei documenti attraverso una rappresentazione della value chain aziendale. Come spiegato nel capitolo precedente, l'obiettivo è quello di integrare la catena del valore con la System Dynamics per ottenere un sistema in grado di adattarsi nel tempo e fornire indicazioni più significative sull'andamento reale dei processi aziendali.

Il software di simulazione utilizzato è Powersim Studio 10, un ambiente di Microsoft Windows adatto a costruire e gestire modelli di simulazione.

Questo strumento consente di rappresentare la catena del valore aziendale basandosi su due elementi fondamentali tipici della System Dynamics e di cui abbiamo già parlato nel capitolo precedente: gli *stock* e i *flows*.

Con il termine *stock* si fa riferimento alle grandezze cumulate nel tempo che aumentano o diminuiscono solamente attraverso i flussi in ingresso o in uscita.

I *flows*, ovvero i flussi, rappresentano le variazioni degli *stock* e, come appena spiegato, si distinguono tra ingresso e uscita.

A livello grafico, i primi sono raffigurati attraverso dei quadratini, mentre i flussi sono i collegamenti tra essi.

Nella figura di esempio sottostante si nota il primo *flow* denominato 'MaterialsPurchase', ovvero gli ordini di materiali che rappresentano un flusso in ingresso, che quindi farà aumentare lo *stock* posto subito di seguito dei 'WIPMaterials', ovvero i semilavorati.

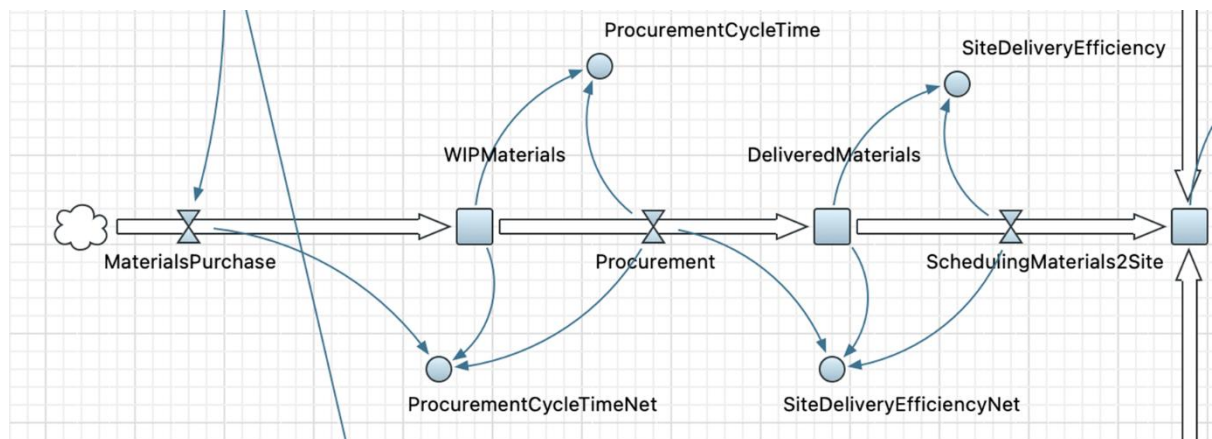


Fig. **Numero**. Esempio di modello di simulazione

Per poter applicare questo modello alla realtà aziendale di Ansaldo, sono stati forniti alcuni file contenenti dati di commesse realmente esistenti, i quali sono stati modificati opportunamente ed in seguito collegati al modello di simulazione; di questo parleremo in maniera più approfondita nei capitoli successivi.

5.2 Le pipeline individuate

A seguito di numerose riunioni in collaborazione con il team di Ansaldo, abbiamo individuato e deciso di approfondire lo sviluppo del simulatore su due flussi di documenti principali. Questi vengono definiti con il termine più specifico *pipeline* e sono quella commerciale e quella ingegneristica.

Il modello di simulazione su Powersim presenterà quindi due fogli di lavoro distinti, uno per ogni flusso di documenti.

Nei file forniti da parte dell'azienda erano presenti le date che definivano ogni stato di avanzamento dei documenti e su cui ci siamo basati per definire gli stock e i flows del modello.

5.2.1 Pipeline commerciale

La pipeline commerciale racchiude il percorso delle proposte che possono proseguire e diventare contratti, i quali dopo il kick off interno possono convertirsi in progetti o chiudersi senza successo. Le offerte, o proposte, possono essere di due tipologie: budgettary, ovvero abbastanza indicative e non vincolanti; binding, che sono vincolanti.

Per descrivere più nel dettaglio il flusso della documentazione commerciale, iniziamo a spiegare che caricando i dati sul simulatore di un'azienda già funzionante da tempo e che quindi non parte da zero con l'avvio del modello, avremo le offerte nuove appena create, ma anche quelle WIP, ovvero in progress, già esistenti.

Entrambe, però, aumentano lo stock delle offerte attive.

Di seguito queste offerte possono essere vinte o perse e, rispettivamente, aumenteranno gli stock di offerte 'Win' oppure 'Lost'.

Le offerte vinte proseguono il flusso e, insieme a quelle già vinte in precedenza, aumentano i WIP già decisi; a loro volta avanzano come contratti nello stock dei 'WIP Contracts' insieme a quelli esistenti prima.

Infine, i contratti terminano in progetti, di nuovo sia appena iniziati che già presenti in precedenza.

L'immagine sottostante raffigura la pipeline commerciale rappresentata su Powersim. Successivamente procederemo con la descrizione più dettagliata dei KPI raffigurati.

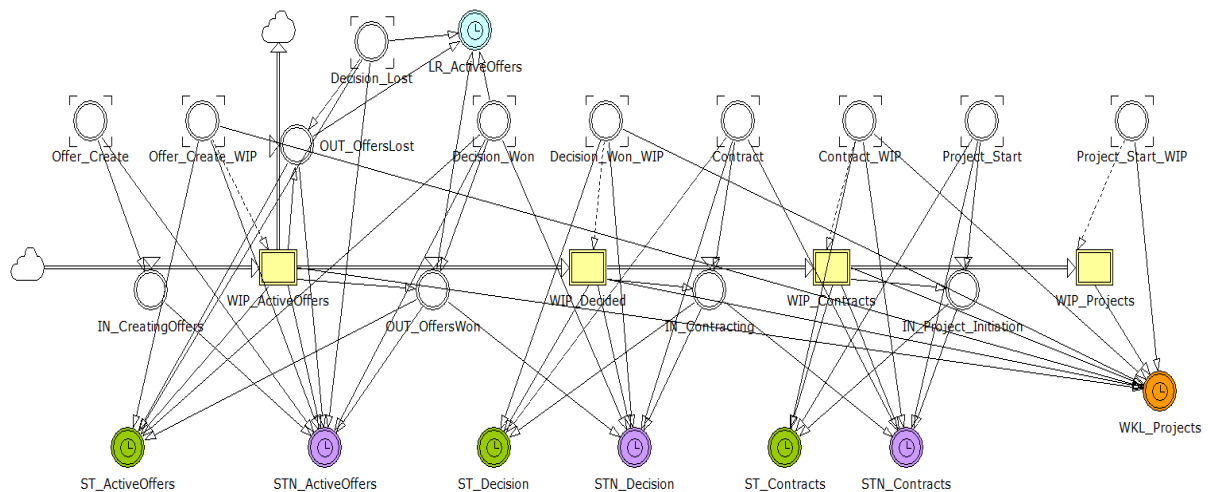


Fig. **Numero.** Pipeline commerciale in Powersim

5.2.2 Pipeline ingegneristica

La seconda pipeline descritta nel modello è quella ingegneristica, i cui documenti seguono il flusso di inizio, prima emissione, o primo rilascio, approvazione e rilascio finale.

In particolare, i documenti di ingegneria nuovi o già iniziati prima dell'attivazione del modello o dell'orizzonte temporale di riferimento, confluiscono nello stock di documenti iniziati. Da qui proseguono verso la prima emissione, il cui WIP è aumentato sia dai documenti appena emessi che da quelli precedenti.

A questo punto del percorso di deve fare attenzione alla distinzione tra gli scopi dei documenti di ingegneria, poiché non tutti seguono lo stesso flusso. Infatti, i documenti con uno scopo solamente informativo o di uso interno, rispettivamente classificati nei database con le lettere 'I' e 'U', non necessitano di nessuna approvazione da parte del cliente, per cui terminano direttamente nei documenti finiti. Invece, i documenti che prevedono l'approvazione, e quindi presentano la lettera 'A' nello scopo, devono attraversare lo stock di approvazione e solamente dopo possono raggiungere la fine.

In entrambi i casi, come al solito, si hanno sia i documenti che procedono al momento che quelli già esistenti e insieme aumentano lo stock successivo.

L'immagine sottostante rappresenta la pipeline ingegneristica nel software di simulazione, in cui sono già stati inseriti i vari KPI che descriveremo in seguito.

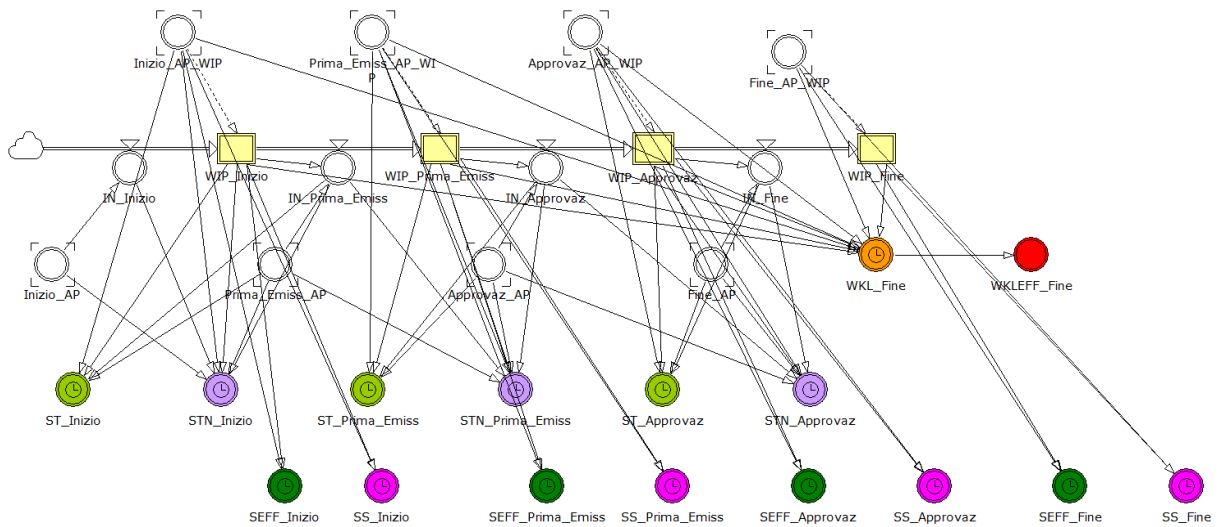


Fig. **Numero** Pipeline ingegneristica su Powersim

5.3 Identificazione e classificazione dei KPI

Per poter analizzare al meglio, per poi ottimizzare, la performance aziendale è necessario misurarla nel modo corretto. Come già spiegato in precedenza, occorre quindi, individuare gli indicatori più adatti da utilizzare.

La fase di analisi ha portato all'identificazione di 101 KPI unici, ciascuno progettato per fornire una misura significativa di uno specifico aspetto della performance aziendale.

Tali KPI sono stati raggruppati in nove categorie principali, in funzione della loro natura e del tipo di informazione che forniscono. Questa classificazione non solo facilita la comprensione dei risultati, ma consente anche di individuare rapidamente eventuali criticità all'interno di specifiche fasi operative.

Il principio alla base della definizione di questi indicatori è quello di restituire una visione dinamica e interconnessa dei processi, andando oltre la semplice fotografia istantanea del sistema. I KPI non sono quindi strumenti di controllo posteriore, ma veri e propri strumenti di governo in tempo reale.

Di seguito vengono illustrate le categorie e i relativi indicatori più significativi.

KPI	Formula	Unità di misura	Descrizione
WIP (Work In Progress)	$WIP = In / Out$	-	Rapporto ingressi/uscite per identificare congestioni di processo.
LR (Losing Ratio)	$LR = Canceled / (Canceled + Out)$	%	Quota di elementi persi/cancellati sul totale lavorato.
ST (Survival Time)	$ST = WIP / Outflow$	Tempo (giorni/ore)	Tempo medio di permanenza degli elementi nel sistema.
STN (Survival Time Net)	$STN = WIP / (Out - In)$	Tempo (giorni/ore)	Permanenza netta escludendo inflow correnti.
SEFF (Schedule	$SEFF = WIP_{actual} /$	%	Efficienza rispetto al

Efficiency)	WIP_scheduled		piano previsto.
SS (Schedule Status)	$SS = WIP_actual - WIP_scheduled$	N° elementi	Scostamento dal piano operativo.
WKL (Workload)	$WKL = Final / (Final + WIP)$	%	Capacità di completamento rispetto al carico totale.
WKLS (Workload Schedule Efficiency)	$WKLS = Workload_actual / Workload_scheduled$	%	Carico reale rispetto al carico pianificato.
OVER (Overall Comparison)	$OVER = Parameter / Avg\ Projects$	-	Confronto con la media degli altri progetti.

Tab. 1. Classificazione dei KPI

Procediamo descrivendo in maniera più dettagliata i singoli indicatori presentati nella tabella.

1. WIP – Work In Progress

I Work in Progress misurano il numero di elementi che sono attualmente in lavorazione, ovvero che hanno iniziato ma non ancora concluso il loro processo.

Questo indicatore consente di valutare il livello dei carichi di lavoro e di individuare la presenza di eventuali colli di bottiglia nel sistema. Un valore alto può indicare un sovraccarico di lavoro o lentezza nei processi; mentre un valore basso può significare efficienza oppure un sottoutilizzo delle risorse.

Il valore del WIP è calcolato come il rapporto tra ciò che entra in uno specifico processo e ciò che, invece, è in uscita da esso.

Di seguito riportiamo l'immagine di come questo KPI viene rappresentato nel simulatore e la formula con cui si calcola:



$$WIP = \frac{In}{Out}$$

Fig. Numero. Rappresentazione e calcolo del WIP

2. LR – Losing Ratio

Il Losing Ratio misura la percentuale di elementi persi, cancellati o rilavorati, che per qualche motivo non proseguono il loro flusso.

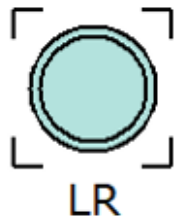
Questo KPI è molto utile perché aiuta a ottimizzare la stabilità del sistema, andando ad evidenziare le inefficienze che possono verificarsi in fase di acquisto, di progettazione o di produzione.

Nel caso del nostro modello sono state individuate due soglie importanti per questa percentuale: il 20% e il 40%.

In particolare, un Losing Ratio superiore al 40% è classificato come un valore elevato di perdite, il che può indicare la presenza di colli di bottiglia. Se la percentuale resta compresa tra 20 e 40, significa che vi sono moderate inefficienze; invece, un valore inferiore al 20% indica la stabilità del modello.

Per calcolare questo KPI occorre effettuare il rapporto tra gli elementi cancellati e la somma di quelli cancellati e quelli in uscita.

Lo screen sottostante raffigura l'immagine del Losing Ratio nel modello e la sua formula:



$$\text{Loosing Ratio} = \frac{\text{Canceled}}{\text{Canceled} + \text{Out}}$$

Fig. Numero. Rappresentazione e calcolo del LR

3. ST – Survival Time

Il survival Time è il KPI che calcola il tempo medio di permanenza di un elemento in lavorazione prima di essere completato. Questo indicatore lavora sui tre mesi, definiti con l'azienda come l'orizzonte temporale di riferimento; perciò misura la media di trimestri in cui un elemento rientra nei WIP.

Il Survival Time fornisce indicazioni su quanto velocemente il sistema smaltisce il lavoro e aiuta ad ottimizzare la velocità del processo.

Il valore calcolato con questo indicatore può rientrare in tre fasce numeriche: se è compreso tra 0 e 1, il processo risulta stabile; se resta tra 1 e 3, sono state rilevate moderate inefficienze; se, invece, il valore supera 3, sono presenti dei colli di bottiglia e si dovrebbe intervenire.

Il Survival Time si calcola dividendo il valore dei WIP, quindi gli elementi in lavorazione, per il flusso in uscita.

Nell'immagine si può notare il simbolo che rappresenta questo KPI e la formula per poterlo calcolare:



$$\text{Survival Time} = \frac{\text{WIP}}{\text{Outflow}}$$

Fig. Numero. Rappresentazione e calcolo del ST

4. STN – Survival Time Net

Il Survival Time Net consente di misurare il tempo netto di permanenza degli elementi in lavorazione, tenendo conto sia dei flussi in ingresso che quelli in uscita.

Questo indicatore consente di isolare le reali inefficienze operative, garantendo un flusso di lavoro regolare evitando i sovraccarichi.

Nuovamente, è possibile differenziare tre fasce di valori: se il STN è positivo, il flusso di lavoro è stabile e il flusso di elementi è sotto controllo; se il valore è compreso tra -0,2 e 0 può indicare che serve controllare il processo; quando, invece, è inferiore di -0,2 vi è il rischio di colli di bottiglia poiché gli elementi si accumulano più velocemente rispetto al tempo in cui vengono processati.

Il calcolo del Survival Time Net consiste nella frazione tra i WIP e la differenza degli elementi in uscita e in ingresso, come illustra l'immagine sottostante:



$$\text{Survival Time Net} = \frac{\text{WIP}}{\text{Out} - \text{In}}$$

Fig. Numero. Rappresentazione e calcolo del STn

5. SEFF – Schedule Efficiency

La Schedule Efficiency misura l'allineamento del lavoro effettivamente eseguito rispetto a quanto si era

pianificato.

Con questo KPI è possibile mantenere tracciato l'avanzamento dei progetti aiutando a capire se procedono secondo i tempi previsti e, eventualmente, evidenziando ritardi o anticipi.

Considerando la Schedule Efficiency compresa tra 0 e 1, si può dire che un valore maggiore di 0,9 indica una grande aderenza alle previsioni, minore di 0,7 invece, mostra significanti ritardi; un risultato compreso tra questi due valori rappresenta deviazioni spesso di poca importanza.

La Schedule Efficiency non è altro che il rapporto tra i WIP effettivi e quelli schedulati.

Nell'immagine sotto è rappresentato il simbolo con cui la SEFF è indicata nel modello, insieme alla sua formula:



$$\text{Schedule Efficiency} = \frac{\text{WIP}_{\text{Actual}}}{\text{WIP}_{\text{Scheduled}}}$$

Fig. **Numero**. Rappresentazione e calcolo del SEFF

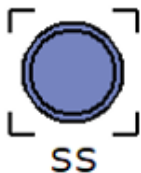
6. SS – Schedule Status

Lo Schedule Status è un indicatore che misura la differenza assoluta tra il lavoro effettivamente svolto e quello previsto nella pianificazione. Infatti, si calcola sottraendo ai WIP reali quelli schedulati.

Grazie a questo KPI si possono individuare scostamenti rispetto a quanto pianificato per poter intervenire con decisioni tempestive, in modo da poter prevenire i ritardi nei progetti e gestire al meglio la ripartizione delle risorse.

Se questa differenza è positiva significa che il lavoro effettivo procede prima di quello previsto, mentre se è negativa indica dei ritardi che potrebbero richiedere un intervento.

Nel simulatore lo Schedule Status è rappresentato con il seguente simbolo e formula:



$$\text{Schedule Status} = \text{WIP}_{\text{Actual}} - \text{WIP}_{\text{Scheduled}}$$

Fig. **Numero**. Rappresentazione e calcolo del SS

7. WKL – WorkLoad

Il WorkLoad misura la quota di lavoro che è stata completata rispetto al carico di lavoro totale. Questo KPI utilizza una distribuzione gaussiana per valutare i progressi.

L'indicatore è utile perché consente di monitorare il grado di avanzamento di ogni fase per capire se vi è un accumulo di lavoro non concluso.

Nello specifico, il WorkLoad valuta il livello di completamento del lavoro nei diversi processi, evidenzia le aree in cui esso è stagnante o procede in modo inefficiente e aiuta ad allocare le risorse in modo bilanciato per evitare i colli di bottiglia.

Questo KPI varia tra 0 e 1. Nel nostro specifico caso, abbiamo studiato che un valore compreso tra 0 e 0,34 indica progressi lenti e accumulo di lavoro; se è tra 0,34 e 0,68 si hanno progressi moderati, che richiedono di essere monitorati; infine, quando il valore è compreso tra 0,68 e 1 i progressi sono elevati, quindi il lavoro procede in maniera efficiente.

Per calcolare il WorkLoad si deve effettuare il rapporto tra il lavoro completato e la somma degli elementi finiti e quelli ancora in lavorazione, come rappresentato nella figura sottostante:



$$\text{WorkLoad} = \frac{\text{Final}}{\text{Final} + \text{WIP}}$$

Fig. Numero. Rappresentazione e calcolo del WKL

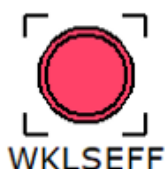
8. WKLS – WorkLoad Schedule Efficiency

L'indicatore della WorkLoad Schedule Efficiency misura quanto il carico di lavoro reale rispetta quello pianificato.

L'obiettivo del KPI è quello di valutare l'efficienza di esecuzione del piano operativo, in rispetto del lavoro pianificato, in modo da poter evidenziare ritardi e ricalibrare i tempi e le risorse.

Anche per questo indicatore si individuano tre fasce di valori: se risulta essere minore di 0,8 significa che il lavoro è in ritardo rispetto al previsto; tra 0,8 e 1 indica che il lavoro procede quasi simultaneo alla sua pianificazione; un valore maggiore di 1 prevede che il lavoro è svolto in tempo o in anticipo rispetto ai piani.

La formula sottostante in figura rappresenta il calcolo della WorkLoad Schedule Efficiency come frazione tra il WorkLoad, ovvero il KPI precedente, effettivo e schedulato.



$$\text{Workload Schedule Efficiency} = \frac{\text{Workload}_{\text{Actual}}}{\text{Workload}_{\text{Schedule}}}$$

Fig. Numero. Rappresentazione e calcolo del WKLSEFF

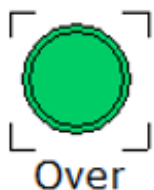
9. OVER – Overall Comparison

Infine, l'Overall Comparison misura il confronto tra il valore di un parametro specifico e la media dello stesso parametro calcolato su tutti i progetti. È possibile calcolarlo per tutti i KPI descritti in precedenza ed è molto utile perché consente di evidenziare i progetti particolarmente performanti o problematici rispetto allo standard aziendale, permettendo così l'intervento immediato.

Se l'Overall Comparison è pari a 1 significa che il progetto in questione è allineato alle performance degli altri progetti. Quando il valore è maggiore di 1,2 oppure minore di 0,8 il progetto si distacca leggermente dalla media e richiede un'analisi più approfondita per esplorarne i motivi. Se, invece, il risultato è maggiore di 1,5 o minore di 0,5, indica che il progetto presenta un distacco significativo rispetto alla media e potrebbe esservi un problema.

Per calcolare il valore dell'Overall Comparison occorre semplicemente dividere il parametro in questione per la media dello stesso parametro su tutti i progetti aziendali.

Nell'immagine vi è rappresentato il simbolo dell'Over nel simulatore e la sua formula generica:



$$\text{Over} = \frac{\text{Parameter}}{\text{Avg Projects}}$$

Fig. Numero. Rappresentazione e calcolo del'Over

Le categorie di KPI appena descritte sono applicate all'interno del simulatore dinamico ai vari step nel flusso dei documenti e vengono, quindi, calcolati in modo più specifico a seconda del singolo caso.

6. Validazione del Modello

6.1 Importanza della validazione dei modelli

Uno degli aspetti cruciali per una buona riuscita di questo progetto di tesi è sicuramente la validazione del modello analitico. Nell'ambito di aziende EPC, Engineering, Procurement, Construction, infatti, una errata o incompleta validazione comporta risultati sostanzialmente inconsistenti e privi di significato. Tale procedura di validazione rappresenta una sfida complessa, per via della natura multidisciplinare dei progetti, ma anche della frammentazione dei dati su sistemi diversi e non sempre ben integrati tra loro, e dalla necessità di coordinare e allineare processi commerciali e ingegneristici.

Questo processo di validazione non è una semplice operazione formale, ma una fase assolutamente critica, un'attività di grande rilevanza strategica la cui implementazione determina la qualità, l'affidabilità e l'effettiva utilità del modello stesso.

Le conseguenze più deleterie di una valutazione fallace sono molteplici: come già scritto in precedenza, verrebbe senza dubbio intaccata l'affidabilità dei risultati, con conseguente annullamento totale o parziale delle possibili decisioni che sarebbero scaturite dall'utilizzo del modello: tali decisioni si sarebbero infatti basate sui KPI calcolati secondo le logiche applicate, ma non correttamente validate; i valori dei vari indicatori di prestazione sarebbero dunque distorti o completamente errati. Allo stesso modo, le previsioni di avanzamento dei processi collegati al modello si potrebbero rivelare irrealistiche, e le scelte di allocazione delle risorse, che sarebbero scaturite in virtù dei feedback del modello, non garantirebbero i risultati ottimali.

Un aspetto meno analitico ma comunque rilevante è la perdita di fiducia nel sistema: in caso di errori scoperti solamente a posteriori, e con decisioni ormai prese ed implementate che si rivelano non totalmente corrette, le conseguenze sulle future scelte di adozione di nuovi modelli potrebbero essere influenzate non da motivazioni analitiche e quantitative, ma da aspetti psicologici quali disinteresse e mancanza di fiducia in tali tecniche. Questa resistenza apparentemente immotivata e non supportata da fatti verificabili nel concreto non può e non deve essere sottovalutata e ignorata, in quanto potrebbe coinvolgere attori implicati direttamente sulle decisioni di attuazione futura dei modelli, quali gli stakeholders o manager. Ulteriore aspetto riguarda la manutenzione del modello non validato correttamente: per definizione un modello con una validazione incompleta o non corretta è molto fragile, e potrebbe peggiorare ulteriormente in seguito a tentativi di aggiornamento e aggiustamento. Tale rischio di rompere ulteriori equilibri interni non verificati potrebbe infatti condurre ad una reazione a catena infinita, per la quale aggiustando un aspetto del modello si potrebbe danneggiare e invalidare un'altra parte. In mancanza di una base solida, fondata ben strutturate, i futuri sviluppi di un modello risulteranno più onerosi della progettazione e implementazione di un nuovo modello.

In definitiva, la validazione del modello è una condizione necessaria per garantire il valore pratico dell'intero lavoro di modellazione. Senza di essa, il rischio è di costruire strumenti eleganti dal punto di vista teorico ma disconnessi dalla realtà operativa, con tutte le conseguenze negative che ciò comporta.

Investire tempo e cura in questa fase significa aumentare l'affidabilità, la robustezza e la longevità del modello, e quindi massimizzare il suo impatto positivo sull'organizzazione.

6.2 Il passaggio da pipeline lineari a ecosistemi integrati

L'utilizzo di una pipeline lineare, che è sempre stata il nucleo di modelli di business tradizionali, si è rivelato sempre più obsoleto: la complessità crescente dei processi, unita ad una competitività sempre maggiore e un'innovazione tecnologica continua, impongono una progressiva ma rapida svolta in favore di ecosistemi integrati, in grado di combinare dati anche di natura e origine differente, attraverso meccanismi di automazione e piattaforme collaborative.

Non è più pensabile utilizzare sistemi o software gestionali a tenuta stagna, incentrati esclusivamente su un numero limitato e circoscritto di operazioni. Le piattaforme aziendali devono essere collegate e integrate.

La letteratura recente ha sottolineato proprio questo cambiamento necessario, fornendo diversi spunti e considerazioni teoriche, a cui sono seguiti poi riscontri pratici, dapprima in ambiti minori, per poi espandersi in contesti aziendali più complessi e dalle dimensioni ben più elevate.

Con tale rappresentazione espansa a numerosi ambiti aziendali, si rischia evidentemente di generare un modello caratterizzato da confusione e disordine, ed è proprio in attenuazione a questo rischio che si introduce la validazione del modello.

Un ulteriore vantaggio di questo approccio risiede nelle azioni correttive di specifici ambiti e processi.

Non si considera più il singolo blocco, infatti, ma si ha a disposizione anche la rete di collegamenti a cui appartiene.

Le azioni correttive saranno attuabili, perciò, sia all'interno del blocco stesso, sia nei blocchi adiacenti, aumentando pertanto le possibili contromisure.

Senza una visione integrata e complessiva dell'azienda tale vantaggio non sarebbe sfruttabile, e le decisioni di modifica sarebbero limitate alla conoscenza esclusiva del blocco in questione.

Questa evoluzione dalle pipeline lineari agli ecosistemi integrati richiede determinate caratteristiche, e prima di intraprendere la trasformazione vera e propria, è bene assicurarsi di completare le seguenti operazioni.

6.2.1 Standardizzazione dei dati

Per ridurre errori e discrepanze tra sistemi, è necessario assicurarsi di non riscontrare conflitti di rappresentazione tra dati della stessa natura: l'esempio più classico, che verrà approfondito in seguito, riguarda le date. Tale caratteristica, infatti, è influenzata dalla provenienza dei dati. Il sistema anglosassone, la cui rappresentazione è MM-DD_YYYY, è in aperto conflitto con la più conosciuta e utilizzata nei contesti europei, DD-MM-YYYY.

Differenze come questa possono condurre a gravi errori e malfunzionamenti nei processi di integrazione. Aspetto simile si può riscontrare nelle unità di misura, anch'esse influenzate dalla

provenienza dei dati.

6.2.2 Tracciabilità delle revisioni

In contesti industriali ad alta complessità tecnica, come quelli tipici delle aziende EPC (Engineering, Procurement & Construction), ogni progetto comporta la produzione e la gestione di una grande quantità di documentazione tecnica: disegni, specifiche, relazioni tecniche, documenti di approvvigionamento, piani di montaggio, e così via.

È importante tenere traccia di tutti questi elementi, con le relative date e modifiche apportate.

6.2.3 Adozione di metriche Lean/Agile

Nel contesto della validazione del modello, un ulteriore elemento emerso è l'opportunità di introdurre metriche Lean-Agile per migliorare la gestione delle pipeline e aumentare la capacità di adattamento dell'organizzazione.

Sebbene il settore EPC non sia storicamente legato a metodologie agili, l'elevata complessità dei progetti, la continua interazione tra discipline e la necessità di rispondere rapidamente ai cambiamenti rendono oggi possibile, e auspicabile, un'ibridazione dei modelli gestionali classici con principi Lean-Agile.

La metodologia Agile si può descrivere come un approccio iterativo, basato su cicli o *sprint* brevi, che predilige la flessibilità e il lavoro di gruppo.

Invece, la metodologia Lean si incentra sulla riduzione degli sprechi per creare il massimo valore per l'azienda, cercando di eliminare tutte le attività non necessarie e concentrandosi sul miglioramento continuo.

La combinazione dei due approcci appena citati consente di focalizzarsi sull'efficienza dei processi garantendo un adattamento veloce ai cambiamenti.

6.3 Pipeline presenti nel progetto

La comprensione e schematizzazione delle pipeline che l'azienda attualmente adotta per la gestione dei processi è naturalmente fondamentale per il proseguimento e la buona riuscita del progetto: al fine di non trascurare alcun aspetto, e rischiare quindi di integrare in maniera imparziale le due pipeline, tale mappatura è stata svolta attraverso numerose riunioni e audit con i principali dirigenti delle funzioni aziendali coinvolte. In questo modo la descrizione dei diversi passi del processo risulta direttamente ottenuta dalle conoscenze tecniche dei dipendenti che li gestiscono.

Come già spiegato nel capitolo precedente, tali riunioni hanno permesso l'individuazione di due pipeline, quella commerciale e quella ingegneristica: se in precedenza il focus è stato sulla rappresentazione di tali pipeline sul software di simulazione utilizzato, Powersim, nelle successive sezioni di questo capitolo si procederà invece con una descrizione più approfondita della struttura e dei diversi passaggi che le compongono.

L'obiettivo è quello di introdurre i diversi approcci e metodi di validazione utilizzati al fine di rendere ognuno di questi passi adeguato all'integrazione.

6.3.1 pipeline commerciale

Il termine Pipeline Commerciale è stato coniato per descrivere la mappatura che rappresenta al meglio il percorso di un'opportunità di business, e il continuo aggiornamento di tale percorso dal momento in cui viene registrata per la prima volta fino alla sua concretizzazione in progetto operativo, oppure in caso di esito negativo, alla sua dismissione.

Questo percorso potrebbe apparire lineare e di conseguenza semplice da schematizzare, ma nella pratica spesso si verificano rallentamenti, improvvise accelerazioni, interruzioni non previste o problematiche relative a fattori tecnici, commerciali o strategici.

La pipeline, di conseguenza, non è semplicemente un elenco di offerte, ognuna associata ad una sequenza temporale di passi, ma piuttosto una struttura logica e operativa, con la finalità di garantire tracciabilità, visibilità, e soprattutto supporto alle decisioni.

6.3.2 Pipeline Ingegneristica

La pipeline ingegneristica può essere intesa, in senso teorico, come l'insieme ordinato delle fasi che un'attività di progettazione o un documento tecnico attraversa lungo il proprio ciclo di vita, dalla concezione iniziale fino alla chiusura e all'archiviazione finale.

Essa rappresenta uno strumento concettuale e organizzativo che consente di dare forma a processi altrimenti complessi, permettendo di seguire in maniera strutturata l'evoluzione di un prodotto documentale e di garantirne la coerenza tecnica, la tracciabilità e la conformità rispetto alle specifiche di progetto.

Non si tratta soltanto di una sequenza di passi operativi, ma di un vero e proprio modello di governance che supporta la pianificazione, il controllo e la valutazione delle performance all'interno di progetti caratterizzati da elevata complessità e da un forte grado di interdipendenza tra discipline diverse.

Dopo averle attentamente individuate e studiate, abbiamo inserito le due pipeline all'interno del simulatore dinamico.

Dopo aver effettuato la validazione del modello, abbiamo potuto procedere con il collegamento con i sistemi informativi e la conseguente analisi dei risultati ottenuti attraverso l'utilizzo del simulatore. Di queste fasi successive, però, parleremo nei prossimi capitoli.

7. Collegamento con i sistemi

7.1 I Sistemi utilizzati

Dopo aver predisposto e validato il modello di simulazione dinamica sul software Powersim, è stato necessario collegare al simulatore i dati reali con cui lavora Ansaldo, in modo da poter utilizzare lo strumento di ottimizzazione per le commesse in corso.

Il problema principale che è stato affrontato in questo progetto è relativo ai diversi sistemi con cui ci siamo dovuti interfacciare per ottenere, trattare e rendere usufruibili i dati.

Il nostro obiettivo era quello di individuare i sistemi che presentavano al loro interno le informazioni necessarie all'analisi delle prestazioni aziendali e comprendere come questi fossero collegati tra di loro. A tal fine, sono stati organizzati numerosi incontri con i responsabili delle diverse piattaforme, per poter raccogliere informazioni circa le funzionalità, i flussi informativi e le modalità di accesso ai dati. Tramite questo procedimento abbiamo individuato in PGD e Primavera i sistemi rilevanti dai quali estrarre le informazioni necessarie all'analisi, inoltre abbiamo ricostruito i processi di gestione delle commesse e dell'ingegneria.

Il Piano di Gestione dei Dati (PGD), conosciuto a livello internazionale come Data Management Plan (DMP), rappresenta uno strumento strategico volto a garantire una gestione strutturata, coerente e sostenibile dei dati nell'ambito di un progetto. Il PGD ha la funzione di documentare in maniera sistematica le modalità attraverso cui i dati saranno prodotti, organizzati, conservati e condivisi. Viene generalmente redatto nella fase iniziale del progetto e può essere aggiornato in corso d'opera, in funzione dell'evoluzione delle attività o della modifica delle fonti informative.

Il sistema Primavera è una piattaforma informatica avanzata per la gestione integrata dei progetti, concepita per supportare organizzazioni complesse nella pianificazione, esecuzione, monitoraggio e controllo di progetti su larga scala. Primavera consente la gestione simultanea di portafogli articolati di progetti, offrendo strumenti che facilitano la definizione degli obiettivi, l'allocazione delle risorse e la programmazione temporale.

L'utilizzo di Primavera consente di incrementare significativamente l'efficienza operativa, ridurre i ritardi e i costi imprevisti, migliorare la qualità delle previsioni e ottimizzare la redditività complessiva dei progetti. Per tale motivo, esso rappresenta una soluzione di riferimento per le organizzazioni che operano in contesti caratterizzati da alta complessità progettuale e stringenti vincoli di tempo e risorse.

Il procedimento che siamo andati a definire per ottenere e implementare i dati all'interno del modello è costituito da una serie di fasi.

7.2 Raccolta dei dati

Per lo svolgimento dell'analisi, sono stati forniti dall'azienda partner 7 file, presi da PGD, relativi a diverse commesse: Kilshane, Tarbert, Tavazzano, Fusina, Poolbeg, Al Dhafra, Almaty.

La scelta di includere più commesse è stata motivata dall'esigenza di disporre di un insieme di dati più ampio e rappresentativo, in grado di offrire una maggiore varietà informativa. Inoltre, quelle selezionate si trovano in differenti fasi di avanzamento, condizione che consente di osservare e confrontare dinamiche operative e gestionali relative a stadi differenti del ciclo di vita progettuale. I file presentavano anche dati non rilevanti per la nostra analisi indi per cui sono stati creati dei file Excel, uno per ogni commessa.

All'interno dei nuovi file sono state mantenute le seguenti informazioni ritenute rilevanti:

- **Revisione:** campo che indica la data dell'ultima revisione effettuata sulla documentazione relativa alla commessa.
 - La revisione può riguardare modifiche tecniche, aggiornamenti normativi, correzioni di errori o adattamenti richiesti da clienti o stakeholder.
 - Questo campo è fondamentale per la tracciabilità delle versioni e per garantire che tutte le parti coinvolte stiano lavorando sull'ultima versione approvata del documento. Per quanto riguarda le commesse che andremo ad utilizzare la data di revisione è il

02/07/2025.

- **Commessa:** campo che riporta il numero identificativo della commessa (codice progetto) associato al documento.

Accanto al numero, viene indicato il cognome del responsabile della commessa (Project Manager o Referente Tecnico), il quale ha il compito di supervisionare le attività tecniche, gestionali e documentali legate al progetto.

Questo dato permette di associare chiaramente ogni documento alla sua origine progettuale e facilita il contatto con il referente competente.

Queste prime due colonne non erano presenti nei file originali, ma sono state introdotte in una fase successiva di manipolazione dei dati per agevolare l'integrazione con il modello implementato su Powersim. I campi successivi, invece, derivano direttamente dai file esportati dai sistemi informativi.

- **Identificativo Documento:** codice univoco alfanumerico assegnato a ciascun documento per distinguerlo in modo inequivocabile all'interno del sistema di gestione documentale.

Questo identificativo è essenziale per la tracciabilità del documento e la sua associazione con una specifica commessa, attività o progetto.

Nell'attività di collegamento del file con il software Powersim, questo campo è stato identificato come chiave univoca per le tabelle generate su MySQL.

- **Disciplina:** Campo costituito da una combinazione alfanumerica, composta da lettere e/o numeri, a cui è associata una specifica descrizione testuale. Questo campo svolge un ruolo fondamentale nell'identificazione dell'ambito tecnico o specialistico a cui si riferisce ciascuna attività. In alcuni casi, oltre alla descrizione, può essere presente anche un codice numerico identificativo, utilizzato per facilitare la tracciabilità delle informazioni all'interno del sistema informativo di progetto.

- **Tipologia:** Campo rappresentato da una sequenza composta da tre lettere, ciascuna delle quali serve a identificare una macrocategoria funzionale o operativa. A ogni combinazione corrisponde una descrizione dettagliata sia in lingua italiana che in lingua inglese. Le tipologie fungono da contenitori logici che raggruppano un insieme di attività o documenti accomunati da caratteristiche simili o da uno stesso ambito operativo, facilitando così l'organizzazione sistematica delle informazioni e la successiva fase di analisi.

- **Categorie:** Campo costituito da una singola lettera che racchiude un insieme di informazioni di tipo quantitativo e qualitativo, relative allo stato di avanzamento dell'attività o del documento rispetto alla prima emissione e all'eventuale approvazione. In particolare, esso include indicazioni sulla percentuale di avanzamento del documento, sui giorni necessari per l'ottenimento dell'approvazione (qualora richiesta) e sul tempo stimato per il completamento dell'attività, calcolato a partire dalla data di approvazione.

- **Descrizione del Documento:** Testo esplicativo che fornisce una descrizione dettagliata del contenuto, dello scopo e del contesto operativo del documento.

Serve a chiarire la natura dell'attività o del materiale tecnico riportato nel documento, facilitando la comprensione da parte di tutti gli attori coinvolti (interni o esterni). Dovrebbe includere elementi come tipo di attività, oggetto tecnico, disciplina, fase progettuale, ecc.

Revisione	Commessa	Identificativo documento	Disc.	TIP	CAT	Descrizione documento
-----------	----------	--------------------------	-------	-----	-----	-----------------------

- Int / Est: Indicatore che specifica la destinazione del documento, ovvero se è destinato ad un uso interno all'azienda (ad esempio: coordinamento tra uffici tecnici, archiviazione, revisione) oppure se è destinato all'uso esterno, come nel caso di invio a clienti, fornitori, partner, enti di controllo o altri soggetti esterni coinvolti nel progetto. Può avere valori standard come "INT" (Interno) o "EST" (Esterno).
- Attività Primavera: Codice o identificativo dell'attività all'interno del programma di progetto gestito con Primavera. Questo campo collega il documento a una specifica attività e ne consente la tracciabilità temporale. Può servire come trigger per l'inizio di un'attività, contribuire al suo avanzamento oppure costituire un output previsto da completare.
- Scopo: Definisce la finalità del documento nel flusso di gestione
 - A - Approvazione: il documento è sottoposto per revisione e approvazione formale da parte di un responsabile tecnico o cliente.
 - I - Informazione: il documento viene distribuito a scopo informativo, senza necessità di approvazione.
 - U - Uso Interno: documento utilizzato esclusivamente per scopi interni, spesso in fase di sviluppo o bozza.
- Inizio Previsto / Actual:
 - Previsto: Data pianificata per l'avvio dell'attività relativa al documento (es. redazione, revisione o distribuzione).
 - Actual : Data reale in cui l'attività è effettivamente iniziata. La comparazione tra previsto e effettivo consente di monitorare le deviazioni e valutare l'efficienza della pianificazione.
- Prima emissione Prevista / Actual:
 - Prevista: Data pianificata per la prima emissione ufficiale del documento.
 - Actual: Data in cui il documento è stato effettivamente emesso per la prima volta. Questa fase è cruciale per l'avvio del ciclo di vita documentale e per adempiere a scadenze contrattuali o milestones di progetto.
- Approvazione Prevista / Actual:
 - Prevista: Data stimata per l'approvazione del documento, quando richiesto dallo scopo ("A").
 - Actual: Data in cui l'approvazione è stata effettivamente rilasciata. Questo campo è importante per progetti che richiedono validazioni formali prima di procedere con ulteriori attività o fasi esecutive.
- Fine prevista /Actual:
 - Prevista: Data pianificata per il completamento dell'attività collegata al documento (es. fine redazione, ultima revisione, distribuzione finale).
 - Actual: Data effettiva di completamento dell'attività. Serve per analisi di performance, reporting e controllo avanzamento lavori.

Int Est	Attività primavera	Descrizione Attività Primavera	Sc.	Inizio previsto	Prima em prevista	Approvazioni e prevista	Fine prevista	Inizio actual	Prima em actual	Approvazione actual	Fine actual
---------	--------------------	--------------------------------	-----	-----------------	-------------------	-------------------------	---------------	---------------	-----------------	---------------------	-------------

Infine, i file Excel sono stati esportati in formato .csv (Comma-Separated Values) per consentire l'importazione corretta all'interno del database MySQL. Questa conversione si è resa necessaria in quanto il formato .csv, rispetto al file Excel nativo, rappresenta uno standard semplice e compatibile per lo scambio di dati.

La conversione consente di:

- Eliminare la formattazione complessa dei fogli Excel, mantenendo solo i dati strutturati in righe e colonne;
- Garantire una maggiore interoperabilità con strumenti e sistemi diversi, inclusi software di gestione dati, applicazioni web e database relazionali;
- Facilitare l'importazione automatica all'interno di MySQL, che supporta nativamente il formato .csv

Prima di procedere con l'integrazione dei dati nel sistema, è stata condotta un'attenta fase di verifica preliminare, finalizzata ad accertare l'affidabilità, la coerenza e la qualità complessiva delle informazioni raccolte.

Questa fase si è rivelata fondamentale per prevenire l'introduzione di errori strutturali all'interno del database e per garantire la corretta interoperabilità tra i dati estratti dai file PGD e il modello di pianificazione implementato in Primavera.

In particolare, l'analisi si è focalizzata sulle date associate ai documenti contenuti nei file PGD. In un primo momento, è stata effettuata una verifica della coerenza temporale, con l'obiettivo di accertare che tali date fossero compatibili con il periodo di realizzazione della commessa, ovvero che rientrassero cronologicamente negli anni precedenti o comunque entro l'arco temporale definito dal progetto. Inoltre, è stato necessario verificare che tutte le date fossero espresse secondo il formato europeo (giorno/mese/anno), per evitare ambiguità interpretative e garantire l'uniformità dei dati in fase di caricamento.

Successivamente, è stata svolta una valutazione più approfondita in merito al ruolo operativo dei documenti nel contesto delle attività pianificate in Primavera. Nello specifico, si è analizzato se ciascun documento fosse propedeutico allo svolgimento di un'attività – e dunque riportasse una data prevista anteriore rispetto a quella indicata nella pianificazione – oppure se fosse parte integrante dell'attività stessa, presentando pertanto una data coincidente con quella programmata.

Questa distinzione si è rivelata particolarmente rilevante per comprendere le modalità di interazione tra le informazioni contenute nei file PGD e le attività previste dal cronoprogramma definito nel software di gestione progettuale.

Tale fase di controllo ha avuto un ruolo cruciale non solo dal punto di vista tecnico, ma anche metodologico, poiché ha permesso di stabilire con maggiore precisione la corrispondenza tra i due sistemi coinvolti e ha posto le basi per un'integrazione dati coerente e funzionale agli obiettivi del modello complessivo.

7.3 Creazione del Database

Nel contesto della progettazione di modelli dinamici e della realizzazione di simulazioni a supporto dei processi decisionali, l'organizzazione e la gestione efficace dei dati di input rivestono un ruolo di primaria importanza.

I file Excel costituiscono uno strumento ampiamente diffuso per la raccolta, la manipolazione e la visualizzazione di dati. Tuttavia, quando i dati devono essere impiegati in modo sistematico all'interno di un modello computazionale, come il modello sviluppato su Powersim Studio, l'uso diretto dei file Excel può risultare inadeguato. Questo è dovuto a vari fattori, tra cui la difficoltà nello standardizzare le strutture dei fogli di calcolo e la scarsa efficienza nella gestione di grandi volumi di dati.

Trasferire i contenuti rilevanti da Excel a un database, come MySQL, consente di superare tali limitazioni, offrendo un ambiente più solido e strutturato per la gestione dei dati.

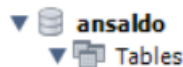


Fig. Numero. Database creato su MySQL

Dopo aver individuato i dati significativi per l'analisi, il passaggio successivo ha riguardato l'integrazione tra il modello sviluppato in Powersim e un database MySQL contenente le informazioni relative alle diverse commesse. A tal fine, è stata progettata una struttura dati composta da più tabelle.

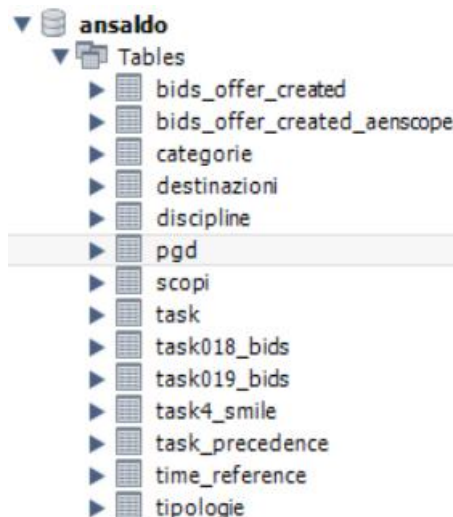


Fig. Numero. Tabelle nel DB creato

Le tabelle più rilevanti sono le seguenti:

- *Categorie*

Il codice SQL sottostante definisce la creazione di una vista denominata *categorie_view*, finalizzata all'estrazione di un elenco univoco delle combinazioni tra categorie e revisioni presenti all'interno della tabella *pgd*.

Questa vista riveste particolare utilità nei casi in cui sia necessario disporre di una mappatura chiara e non ridondante delle categorie associate alle varie revisioni.

```
CREATE
ALGORITHM = UNDEFINED
DEFINER = `root`@`localhost`
SQL SECURITY DEFINER
VIEW `categorie_view` AS
SELECT DISTINCT
  `pgd`.`CATEGORIA` AS `CATEGORIA`,
  `pgd`.`REVISIONE` AS `REVISIONE`
FROM
  `pgd`
```

Fig. Numero. Vista 'Categorie'

La figura sottostante è una parte della lista ottenuta dal codice descritto precedentemente.

CATEGORIA	AVANZ_PRIMA_EMISS	AVANZ_APPROVAZ	GIORNI_PRIMA_EMISS	GIORNI_APPROVAZ	GIORNI_FINE
F	100	100	40	30	0
G	80	85	25	30	60
H	60	80	25	30	60
L	60	90	25	30	60

Fig. **Numero**. Esecuzione del codice della vista 'Categorie'

- *Destinazioni*

Il codice SQL riportato definisce la creazione di una vista denominata destinazioni_view, concepita per estrarre in modo univoco i valori presenti nel campo INT_EST della tabella pgd.

Questa vista risulta particolarmente utile per generare le due possibili destinazioni presenti nel database,

```
CREATE
  ALGORITHM = UNDEFINED
  DEFINER = `root`@`localhost`
  SQL SECURITY DEFINER
VIEW `destinazioni_view` AS
  SELECT DISTINCT
    `pgd`.`INT_EST` AS `INT_EST`
  FROM
    `pgd`
```

Fig. **Numero**. Vista 'Destinazioni'

Il risultato ottenuto dal codice è riportato nell'immagine sottostante

DESTINAZIONE	SIGNIFICATO
E	Esterno
I	Interno

Fig. **Numero**. Esecuzione del codice della vista 'Destinazioni'

- *Disciplina*

Il codice SQL riportato realizza la creazione della vista denominata discipline_view, concepita per restituire una selezione dei valori contenuti nei campi DISCIPLINA e REVISIONE della tabella pgd.

```

CREATE
  ALGORITHM = UNDEFINED
  DEFINER = `root`@`localhost`
  SQL SECURITY DEFINER
VIEW `discipline_view` AS
  SELECT DISTINCT
    `pgd`.`DISCIPLINA` AS `DISCIPLINA`,
    `pgd`.`REVISIONE` AS `REVISIONE`
  FROM
    `pgd`

```

Fig. Numero. Vista 'Discipline'

Dal punto di vista funzionale, la discipline_view risulta utile nei processi di analisi e gestione delle informazioni tecniche, poiché permette di associare in modo diretto le diverse discipline presenti nel progetto con le relative revisioni

DISCIPLINA	DESCRIZIONE	ENTE	CDC
------------	-------------	------	-----

Fig. Numero. Intestazione tabella 'Discipline'

- Scopi

Il codice SQL riportato definisce la creazione di una vista denominata scopi_view, concepita per estrarre in modo univoco i valori registrati nel campo SCOPO della tabella pgd.

```

CREATE
  ALGORITHM = UNDEFINED
  DEFINER = `root`@`localhost`
  SQL SECURITY DEFINER
VIEW `scopi_view` AS
  SELECT DISTINCT
    `pgd`.`SCOPO` AS `SCOPO`
  FROM
    `pgd`

```

Fig. Numero. Vista 'Scopi'

Nell'immagine sottostante è riportata la lista creata con il codice appena descritto dove sono riportati i diversi scopi

SCOPO	SIGNIFICATO
A	Approvazione
I	Informazione
U	Uso interno

Fig. **Numero**. Esecuzione codice della vista 'Scopi'

- *Tipologie*

Il codice SQL riportato definisce la creazione di una vista denominata tipi_view, concepita per estrarre in modo univoco i valori presenti nel campo TIPO della tabella pgd.

```
CREATE
  ALGORITHM = UNDEFINED
  DEFINER = `root`@`localhost`
  SQL SECURITY DEFINER
VIEW `tipi_view` AS
  SELECT DISTINCT
    `pgd`.`TIPO` AS `TIPO`
  FROM
    `pgd`
```

Fig. **Numero**. Vista 'Tipi'

Questa vista riveste particolare utilità nei processi di analisi e classificazione, poiché consente di disporre rapidamente di una lista chiara e ordinata delle tipologie gestite

TIPO	COD_OBS	CATEGORIA	ORE	DESCRIZIONE_ITA	DESCRIZIONE(ENG)
------	---------	-----------	-----	-----------------	------------------

Fig. **Numero**. Intestazione tabella 'Tipi'

- *Time reference*

Indica la data in cui ci sono stati trasmessi i dati.

A partire da questa data, viene calcolato un intervallo a ritroso di tre mesi, dove tutti i dati compresi all'interno di questo periodo vengono considerati validi e inclusi nel flusso di analisi.

TIMENOW
27/05/25

Fig. **Numero**. Vista 'Timenow'

```

CREATE
  ALGORITHM = UNDEFINED
  DEFINER = `root`@`localhost`
  SQL SECURITY DEFINER
VIEW `tr_view` AS
  SELECT
    `time_reference`.`TIMENOW` AS `TIMENOW`,
    STR_TO_DATE(`time_reference`.`TIMENOW`, '%d/%m/%y') AS `TIMENOWDATE`,
    (STR_TO_DATE(`time_reference`.`TIMENOW`, '%d/%m/%y') - INTERVAL 3 MONTH) AS `TIMEEARLYDATE`
  FROM
    `time_reference`

```

Fig. **Numero**. Estrazione dati nell'intervallo di tempo corretto

I dati vengono estratti dalla tabella `time_reference` e comprendono tre campi principali:

- `TIMENOW`: il valore testuale della data di riferimento corrente, così come presente nella tabella di origine.
- `TIMENOWDATE`: la medesima data, ma convertita in formato data europeo (giorno/mese/anno) tramite la funzione `STR_TO_DATE`, in modo da poter essere utilizzata in confronti e calcoli temporali.
- `TIMEEARLYDATE`: il risultato della conversione della data `TIMENOW` in formato europeo, a cui viene sottratto un intervallo temporale di tre mesi mediante la funzione `INTERVAL 3 MONTH`. Questo valore rappresenta quindi una data anticipata di tre mesi rispetto alla data di riferimento.

Grazie a questa struttura, la vista `tr_view` permette di avere a disposizione sia la data corrente di analisi sia un intervallo temporale retroattivo.

- *PGD*

Presenta i dati relativi a tutte le commesse all'interno di un'unica tabella:

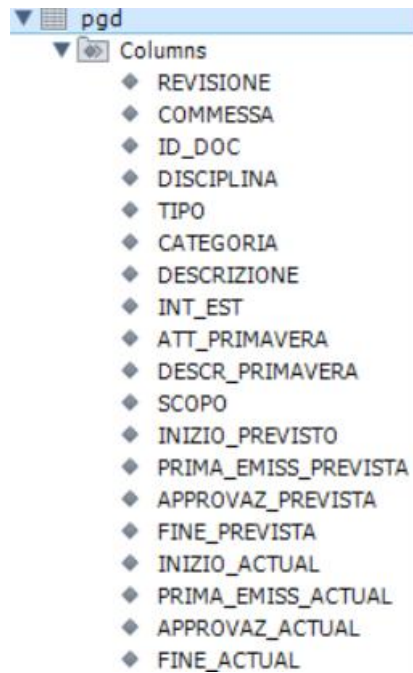


Fig. **Numero**. Tabella 'PGD'

L'istruzione SELECT DISTINCT viene utilizzata all'interno del codice di ogni tabella al fine di assicurare che l'elenco restituito non contenga valori duplicati.

Per la definizione delle tabelle all'interno del database, è stato necessario adottare alcune accortezze fondamentali.

Queste scelte sono state orientate a garantire la coerenza e l'integrità dei dati, facilitare l'integrazione con il modello dinamico sviluppato in Powersim e assicurare un processo di riempimento del database efficiente e privo di errori.

- Quando i valori di una colonna risultano univoci, è stata attivata l'opzione "Primary Key", in modo da identificare in maniera univoca ciascuna riga della tabella.
- Nel caso in cui ogni riga della colonna contenga un valore, senza la presenza di celle vuote, è stata selezionata la proprietà "Not Null", che impone l'obbligo di inserire un dato.
- Per quanto riguarda la gestione dei tipi di dato, le colonne destinate a contenere informazioni temporali sono state definite utilizzando il tipo "Date", in modo da garantire una corretta gestione e interpretazione delle date da parte del database. Per tutte le altre colonne di tipo testuale, è stato adottato il formato "Varchar(254)", in quanto ritenuto sufficientemente capiente per contenere le informazioni previste senza spreco eccessivo di memoria.
- Infine, in presenza di tabelle caratterizzate da un numero particolarmente elevato di righe, si è resa necessaria una procedura di importazione frazionata dei dati. Questa è stata eseguita importando circa 200 righe per volta, al fine di evitare sovraccarichi del sistema, minimizzare il rischio di errori durante il caricamento e mantenere un controllo più preciso sull'integrità dei dati inseriti.

7.4 Collegamento del Database a Powersim

Nel contesto della modellazione dinamica e della simulazione quantitativa, l'integrazione tra modelli

sviluppati in Powersim e basi di dati esterne rappresenta un passaggio cruciale per garantire l'utilizzo di informazioni aggiornate, coerenti e affidabili.

In particolare, il collegamento tra un modello Powersim e un database MySQL consente di alimentare le simulazioni con dati reali. Di seguito viene illustrata in maniera sistematica la procedura da seguire per realizzare tale connessione.

Occorre innanzitutto assicurarsi che le tabelle contenenti i dati siano strutturate in modo coerente con le esigenze del modello, aspetto che è stato verificato nel passaggio precedente.

Successivamente, per permettere a Powersim Studio di comunicare con il database, è indispensabile installare il driver ODBC (Open Database Connectivity) per MySQL.

Una volta completata l'installazione, è possibile configurare una sorgente dati ODBC accedendo al pannello di amministrazione delle origini dati ODBC di Windows. Qui, si crea una nuova sorgente dati (DSN), specificando il driver MySQL, l'indirizzo del server, il nome del database, l'utente e la password.

Una volta configurata la sorgente ODBC, si può procedere con il collegamento in Powersim Studio.

Dopo aver aperto il modello, si accede alla sezione dedicata alle sorgenti dati (Data Sources) e si crea un nuovo collegamento, selezionando come tipo "ODBC" e indicando il DSN precedentemente configurato. Completata questa fase, il collegamento tra il modello e il database è attivo.

Per importare i dati nel modello, si definiscono all'interno di Powersim le variabili che dovranno essere alimentate dalle informazioni contenute nel database.

Utilizzando le funzioni apposite del software si configurano i riferimenti alle tabelle e ai campi da cui prelevare i dati tramite l'impiego di query SQL.

Le seguenti immagini mostrano il collegamento tra il database e il modello delle pipeline commerciale e ingegneristica.

La descrizione delle pipeline sopracitate e degli oggetti ad esse associati all'interno del modello è stata effettuata precedentemente nel capitolo 5.

Osserviamo che per ciascun processo modellato, sono presenti connessioni dirette con due basi di dati: una che contiene i valori effettivi o actual e una che raccoglie i valori previsti.

Ogni blocco di dati è raffigurato da un'icona a forma di rombo con all'interno il simbolo del database, mentre i processi del modello sono rappresentati da cerchi.

Le frecce indicano i flussi di informazioni, che vanno dal database verso il modello e viceversa, consentendo così sia l'acquisizione dei dati reali e previsionali sia l'aggiornamento dei valori generati dalla simulazione.

Le immagini sottostanti sono relative alla pipeline commerciale

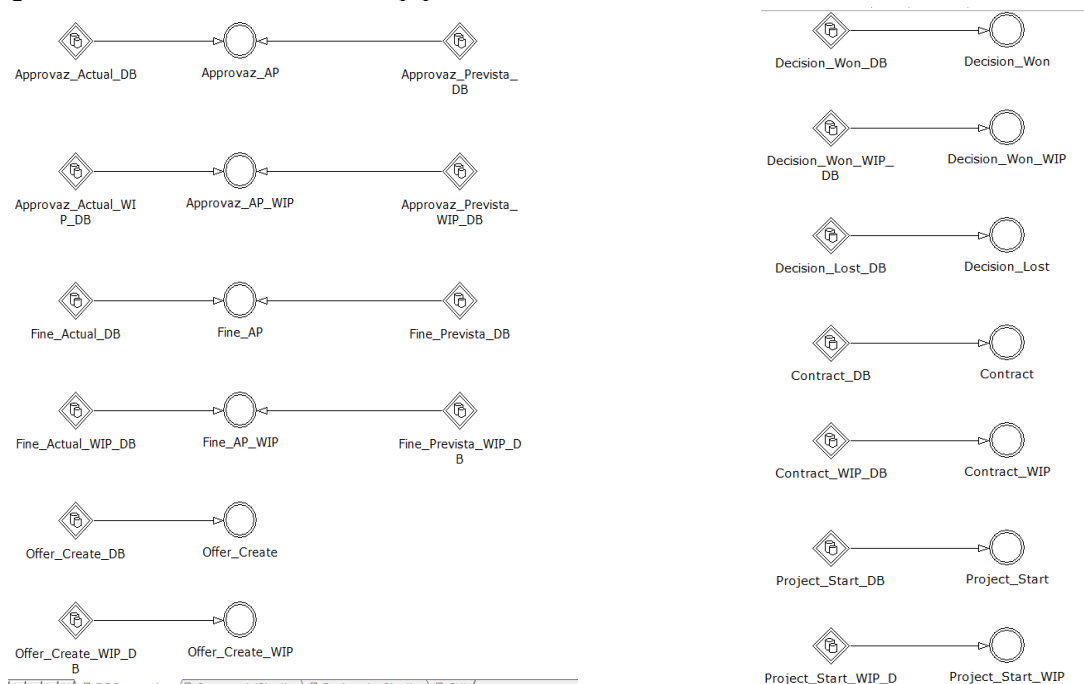


Fig. **Numero e numero**. Pipeline commerciale

- *Approvaz_AP* e *Approvaz_AP_WIP*, collegati rispettivamente ai database di approvazioni effettive e previste.
- *Fine_AP* e *Fine_AP_WIP*, connessi ai dati di completamento effettivi e previsionali.
- *Offer_Create* e *Offer_Create_WIP*, collegati alle basi dati relative alla creazione delle offerte.
- *Decision_Won* e *Decision_Won_WIP*, associati rispettivamente ai database che raccolgono le decisioni vinte definitive e in corso.
- *Decision_Lost*, collegato al database delle decisioni perse.
- *Contract* e *Contract_WIP*, connessi ai database contrattuali, suddivisi tra contratti conseguiti e in corso di definizione.
- *Project_Start* e *Project_Start_WIP*, riferiti alle basi dati che registrano l'avvio dei progetti effettivi e quelli ancora in lavorazione.

Le seguenti immagini sono relative alla pipeline ingegneristica

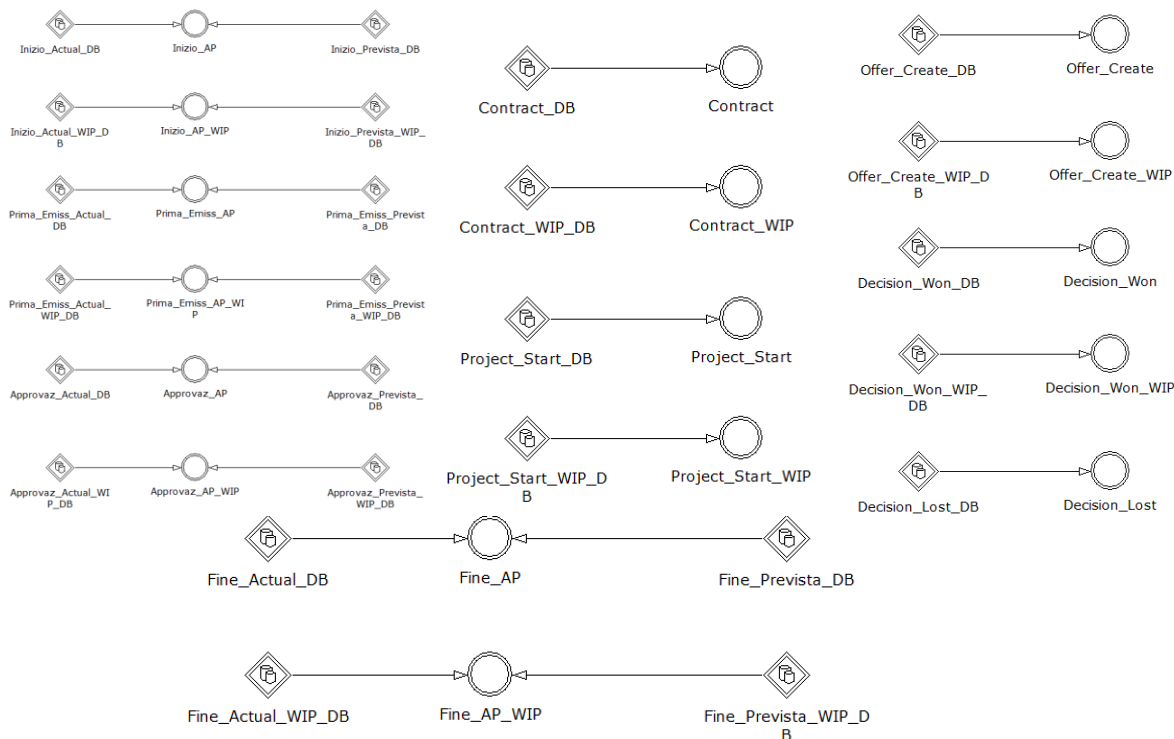


Fig. **Numero e numero**. Pipeline ingegneristica

- *Inizio_AP* e *Inizio_AP_WIP*, collegati rispettivamente ai database contenenti le date di inizio effettive e previste.
- *Prima_Emiss_AP* e *Prima_Emiss_AP_WIP*, connessi ai dati relativi alle date della prima emissione dei documenti effettivi e previsti.

- *Approvaz_AP* e *Approvaz_AP_WIP*, corrispondente ai dati dei database relativi alle date di approvazione effettive e previste.
- *Fine_AP* e *Fine_AP_WIP*, collegati rispettivamente ai database contenenti le date di conclusione effettive e previste.

Gli altri collegamenti sono già stati descritti all'interno della pipeline commerciale.

8. La commercial pipeline

La prima pipeline individuata all'interno di Ansaldo è quella commerciale, ovvero quella che si occupa del flusso percorso dalle opportunità di business seguite dall'azienda.

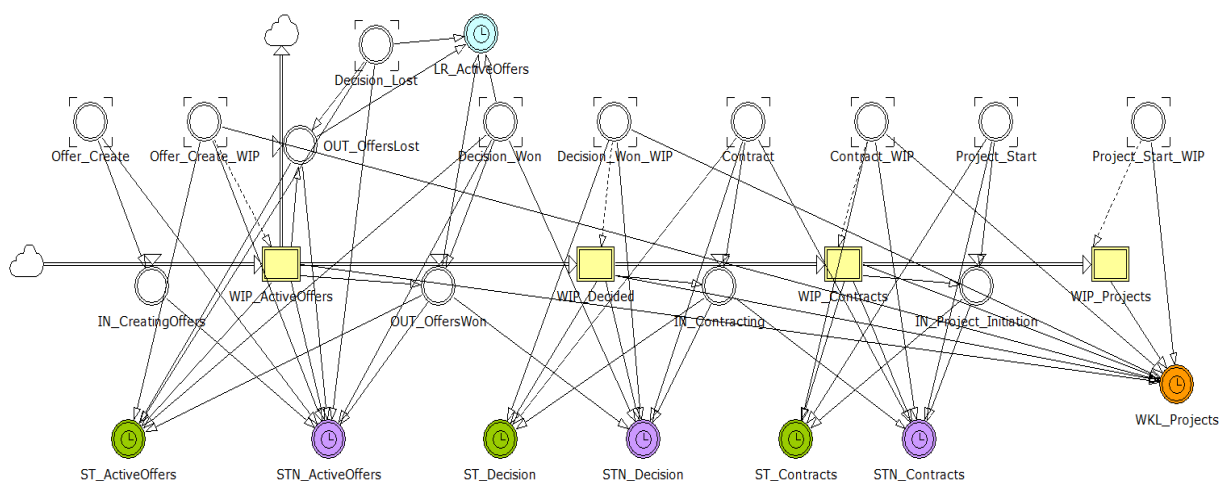
L'obiettivo della Commercial Pipeline è principalmente quello di fornire un quadro dello stato del portafoglio commerciale ai responsabili delle offerte, poiché esse possono essere associate a differenti stadi del flusso e possono variare la loro posizione in qualsiasi momento; quindi, è molto utile averne sempre una fotografia istantanea. Conseguentemente, questa pipeline fornisce anche una base dati certificata per svolgere analisi strategiche, previsioni e decisioni di allocazione delle risorse.

8.1 Il percorso dei documenti

In generale il percorso effettuato da un'offerta prevede che essa, a seguito di uno step di decisione, diventi un contratto e successivamente un vero e proprio progetto nel momento in cui avviene il suo kick off.

In particolare, dall'immagine sottostante possiamo vedere in giallo gli stock, ovvero i blocchi che scandiscono gli step del flusso commerciale.

Ricordiamo che l'orizzonte temporale di riferimento prevede un arco di tre mesi precedenti alla data di revisione della commessa. Per cui tra gli elementi in entrata o considerati in lavorazione, cioè i WIP, sono presenti tutti quelli inclusi solamente in questo lasso di tempo.



Il primo blocco, in giallo, che notiamo è quello delle offerte attive 'WIP_ActiveOffers', ovvero le offerte attualmente in corso.

In questo elenco rientrano tutte le offerte nuove attivate nel corso dei tre mesi precedenti alla data di revisione e anche tutte quelle già presenti e in lavorazione che continuano ad essere tali.

A questo punto le offerte procedono nel flusso e si attende l'esito da parte del cliente: se la decisione è 'Lost' significa che l'offerta è rifiutata o annullata; se la decisione è 'Win' significa che l'offerta è stata accettata. In entrambi i casi la decisione viene registrata e risulta ancora presente nella pipeline, ma solamente le 'DecisionWon' possono procedere ed entrare nello stock delle offerte in corso già deciso, la 'WIP_Decided'. In questo elemento confluiscono nuovamente sia le offerte già decise in precedenza e rimaste tali, che quelle nuove.

A questo punto, le offerte vinte procedono e diventano dei contratti formalmente sottoscritti. Il blocco giallo dei 'WIP_Contracts' include sia quelli appena aggiornati che quelli già presenti nel sistema come WIP.

Infine, un contratto può procedere e diventare un vero e proprio progetto, presentato nel simulatore come 'WIP_Projects', che contiene sia i progetti già in lavorazione che quelli nuovi.


L'avvio di un progetto è il ponte verso la seconda pipeline individuata nel flusso di documenti di Ansaldo, ovvero quelle ingegneristica di cui, però, parleremo in seguito.


Costruita a livello di software, la pipeline sembra molto semplice e lineare, poiché il percorso delle offerte è abbastanza sequenziale. Ma è necessario fare attenzione a inserire nel simulatore gli ordini nello stock corretto e a farli procedere in maniera simultanea con la realtà.


8.2 I dati di riferimento


Grazie ad alcune riunioni svolte con i manager aziendali di Ansaldo, abbiamo intercettato tutti i dati di cui necessitavamo per realizzare il modello di simulazione.

Essi ci sono stati forniti tramite file Excel estrapolati da Bids, ovvero il sistema informativo principale su cui Ansaldo tiene nota dello stato di avanzamento di tutte le offerte.

 1- BidsOfferCreated.csv

 2- Task018 BIDS.csv

 3- Task019 BIDS.csv

 4- Task4 SMILE NU.csv

In particolare, i file ottenuti, e successivamente da noi convertiti in formato csv, sono i seguenti:

- 'BidsOfferCreated': contiene l'elenco totale delle offerte per il settore Thermal Power New Units create su BIDS dal 2021 ad oggi.
- 'Task018 BIDS': contiene per ogni offerta l'esito relativo ad essa inserito dal Proposal Manager con la data di inserimento.
- 'Task019 BIDS': contiene per ogni offerta il completamento dell'archiviazione della documentazione di offerta, insieme alla copia del contratto firmato.
- 'Task4 SMILE NU': contenente per ogni offerta il completamento dell'apertura della commessa in SMILE.

La chiave primaria che lega tutti questi documenti è l'ID univoco di ogni offerta aperta su Bids; ma non è detto che ogni offerta presente sul primo file sia poi portata avanti da Ansaldo, poichè è sempre possibile che si interrompa prima di seguire l'intera pipeline.

Il che significa che in 'Task018 BIDS' procedono solamente le offerte appartenenti al file 'BidsOfferCreated' per cui Ansaldo si è proposta e in una colonna presentano l'esito ricevuto, ovvero se è stata vinta, persa o cancellata.

Successivamente solo le offerte vinte passano nel file 'Task019 BIDS' diventando così dei contratti.

Infine, solamente i contratti che si trasformano in progetti sono presenti nel file 'Task4 SMILE NU'.

Nel trimestre analizzato, precedente all'ultima revisione avvenuta in data 27/05/2025, abbiamo trovato documenti con diversi stati di avanzamento.

Nello specifico, vi erano 14 offerte create, 1 sola persa e nessuna offerta vinta, il che potrebbe significare che tutte le offerte vinte avevano già terminato l'intero flusso o erano in lavorazione.

Infatti, per quanto riguarda i documenti relativi ai WIP, abbiamo individuato 212 offerte attive, 1 decisa, 11 contratti e 4 progetti.

Prima di caricare i file sulle rispettive tabelle del DataBase creato su MySQL, il quale sarà successivamente agganciato al simulatore, abbiamo dovuto effettuare alcune modifiche per validare i dati.

In primo luogo, abbiamo aggiunto le due colonne iniziali, rispettivamente con la data di revisione e il nome della commessa a cui si fa riferimento.

Poi abbiamo normalizzato tutte le date in modo che si presentassero tutte nel formato europeo DD/MM/YYYY.

Infine, abbiamo controllato che le offerte vincolanti, ovvero quelle definite Binding, e quelle non vincolanti, indicate come Budgettary, fossero inserite nel modo corretto nelle colonne.

8.3 I KPI individuati

All'interno del simulatore la pipeline commerciale presenta alcuni indicatori che abbiamo creato e legato al flusso nei diversi stock.

In particolare, abbiamo individuato 8 KPI per questa specifica pipeline, presenti sottoforma di cerchi colorati nello screen del simulatore presente all'inizio del capitolo.

- **ST_ActiveOffers:** è l'indicatore del Survival Time delle offerte attive, ovvero calcola il tempo medio di permanenza di un elemento prima di essere completato. In questo specifico caso, quindi, determina in media il tempo che un'offerta resta attiva nel flusso prima di passare allo step successivo di decisione.
Il ST_ActiveOffers si calcola dividendo le offerte create attualmente in lavorazione, le Offer_Create_WIP, per le offerte decise, sia le Decision_Lost che le Decision_won.
Ricordiamo che il valore di questo KPI dovrebbe restare compreso tra 0 e 1 perché il processo risulti stabile; se aumentasse, ma restasse sotto il valore 3 significherebbe che sono state rilevate delle inefficienze. Quando il rapporto supera il 3 si stanno verificando dei colli di bottiglia e sarebbe utile l'intervento per evitarlo.
- **STN_ActiveOffers:** indica il Survival Time Net ed è il tempo netto di permanenza dell'oggetto nel sistema considerando sia i flussi in entrata che quelli in uscita.
L'indicatore si calcola effettuando un rapporto tra le offerte create attualmente in lavorazione, le Offer_Create_WIP, e la differenza tra le offerte decise, sempre sia vinte che perse, e le offerte create.
Un flusso stabile è rappresentato da un STN_ActiveOffers positivo; un valore compreso tra -0,2 e 0 segnala la necessità di un controllo; infine, se l'indicatore è inferiore a -0,2 sono presenti dei colli di bottiglia, il che significa che le richieste di acquisto si accumulano più velocemente rispetto al tempo in cui vengono processati gli ordini.
- **LR_ActiveOffers:** è l'indicatore del Losing Ratio, ovvero la percentuale di elementi persi, cancellati o rilavorati, che non proseguono lungo la pipeline. In questo specifico caso, viene calcolato come rapporto tra le offerte perse, quindi le Decision_Lost, e la somma di tutte le offerte, sia quelle vinte che quelle perse (Decision_Won + Decision_Lost).
Se il LR_ActiveOffers è superiore al 40% significa che vi è un elevato valore di perdite, per cui potrebbero essere presenti dei colli di bottiglia. Quando la percentuale resta tra il 20% e il 40% vi sono moderate inefficienze; mentre se risulta inferiore al 20% il modello è stabile.
- **ST_Decision:** il Survival Time descritto all'inizio di questo elenco viene applicato anche alle decisioni inerenti alle offerte.
In questo caso viene calcolato come rapporto fra le offerte vinte e in lavorazione, quindi gli Decision_Won_WIP, e quelle che procedono diventando contratti, ovvero i Contract.
I range di accettazione o di allarme per questo KPI restano gli stessi del caso delle offerte attive.

- **STN_Decision:** il Survival Time Net riferito alle decisioni indica il tempo netto di attraversamento di una decisione nel processo. Si ottiene dividendo le decisioni vinte e in lavorazione, i Decision_Won_WIP, per la differenza tra i contratti (Contract) e le decisioni vinte WIP.
Nuovamente, gli slot di valori e i rispettivi significati sono i medesimi analizzati per il Survival Time Net riguardante le offerte attive, quindi del KPI spiegato in precedenza.
- **ST_Contracts:** il terzo KPI inerente il Survival Time riguarda i contratti.
In questo caso viene calcolato come rapporto fra i contratti in lavorazione, quindi i Contract_WIP, e quelli che procedono diventando progetti, ovvero i Project_Start.
I range di accettazione o di allarme per questo KPI restano gli stessi del caso delle offerte attive e delle decisioni.
- **STN_Contracts:** il Survival Time Net riferito ai contratti indica il tempo netto di attraversamento degli stessi nel processo. Si ottiene effettuando il rapporto tra i contratti in lavorazione, i Contract_WIP, e la differenza tra i progetti che vengono avviati, iProject_Start, e i contratti.
Anche in questo caso i margini di valori e i rispettivi significati sono sempre gli stessi riferiti al Survival Time Net riguardante le offerte attive e le decisioni.
- **WKL_Projects:** il WorkLoad calcola la quantità di lavoro che è stata effettuata rispetto al carico di lavoro totale, mostrando il grado di avanzamento del processo.
Viene calcolato come il rapporto tra il Project_Start_WIP, ovvero i progetti iniziati e in lavorazione, e la somma di tutta la documentazione precedente e in corso di lavorazione nella pipeline: le offerte create (Offer_Create_WIP), le decisioni vinte (Decision_Won_WIP), i contratti (Contract_WIP) e i progetti iniziati (Project_Start_WIP).
Il WorkLoad rileva efficienza quando il suo risultato è compreso tra 0,68 e 1, perché indica progressi elevati. Nel caso in cui il valore sia tra 0,34 e 0,68, i progressi si mostrano più moderati; se scende tra 0,34 e 0 significa che vi è un accumulo di lavoro.

8.4 I KPI già esistenti e il confronto con i nostri

Facendo un'accurata ricerca nella letteratura e nelle realtà aziendali odierne, abbiamo studiato che gli indicatori chiave di performance solitamente utilizzati risultano essere differenti rispetto a quelli individuati da noi.

In particolare, abbiamo trovato quattro gruppi di KPI che riguardano il tempo, la quantità, i costi e la qualità.

Nel primo gruppo di indicatori vi è il Tempo Medio di Conversione, ovvero il tempo che occorre per sviluppare un progetto dall'inizio alla fine del processo.

Il secondo KPI che troviamo è la Velocità di Vendita, o Pipeline Velocity, il quale indica quanto tempo le trattative rimangono in ogni fase del flusso.

Per quanto riguarda gli indicatori di quantità abbiamo individuato il Numero di Lead Iniziali, ovvero quanti nuovi elementi entrano nel sistema.

Passando ai KPI di costo troviamo il Costo di Acquisizione Cliente, ovvero quanto costa all'azienda raggiungere un nuovo cliente.

Infine, tra gli indicatori di qualità abbiamo studiato il Tasso di Conversione dei Lead, ovvero la percentuale di lead che si trasformano in opportunità qualificate.

Confrontando questi indicatori con quelli ideati da noi all'interno del simulatore potremmo trovare una corrispondenza con quelli inerenti al tempo.

Nello specifico, il KPI che misura la Velocità di Vendita può essere paragonato al Survival Time, che indica il tempo di permanenza nel processo di un documento prima di passare alla fase successiva.

L'indicatore di quantità del Numero di Lead Iniziali non ha un'effettiva corrispondenza con un KPI da noi ideato, ma può essere associato al valore che utilizziamo come input nella pipeline delle offerte create.

Invece, il Tasso di Conversione dei Lead, in un certo senso, può essere paragonato in modo inverso al nostro Losing Ratio.

Invece, per quanto riguarda gli altri indicatori, ovvero quelli di costo, non abbiamo una corrispondenza specifica con i KPI ideati da noi, poiché noi ci siamo concentrati maggiormente sul flusso percorso dai documenti all'interno della pipeline e non su ciò che la contorna.

Sicuramente l'ufficio commerciale durante la preparazione alle gare d'appalto e la gestione delle offerte misura differenti indicatori chiave, tra cui con molte probabilità rientrano quelli citati sopra.

Ma nel nostro progetto di tesi ci siamo focalizzati solamente sulla simulazione dinamica delle pipeline.

9. La engineering pipeline

La seconda pipeline individuata è quella ingegneristica

La pipeline ingegneristica non ha solo un valore descrittivo, ma costituisce un meccanismo di coordinamento tra funzioni e discipline diverse, poiché permette di allineare i contributi provenienti da aree eterogenee come la progettazione meccanica, elettrica, civile o gestionale. Inoltre, essa svolge un ruolo fondamentale nella gestione delle revisioni e nella riduzione dei rischi legati a errori, duplicazioni o utilizzo di versioni obsolete dei documenti.

Dal punto di vista del controllo delle performance, la pipeline diventa la base su cui misurare indicatori chiave come i tempi medi di attraversamento, la puntualità rispetto alle scadenze pianificate, il numero di revisioni necessarie per giungere a un'approvazione o la percentuale di documenti approvati senza rilavorazioni.

L'esistenza di una pipeline ben definita comporta benefici significativi: assicura trasparenza e tracciabilità lungo l'intero processo, migliora la capacità di rispettare le scadenze, garantisce coerenza tra obiettivi di progetto e deliverable, facilita l'integrazione con strumenti digitali come i sistemi PLM o ERP e consente di intraprendere analisi di performance mirate al miglioramento continuo.

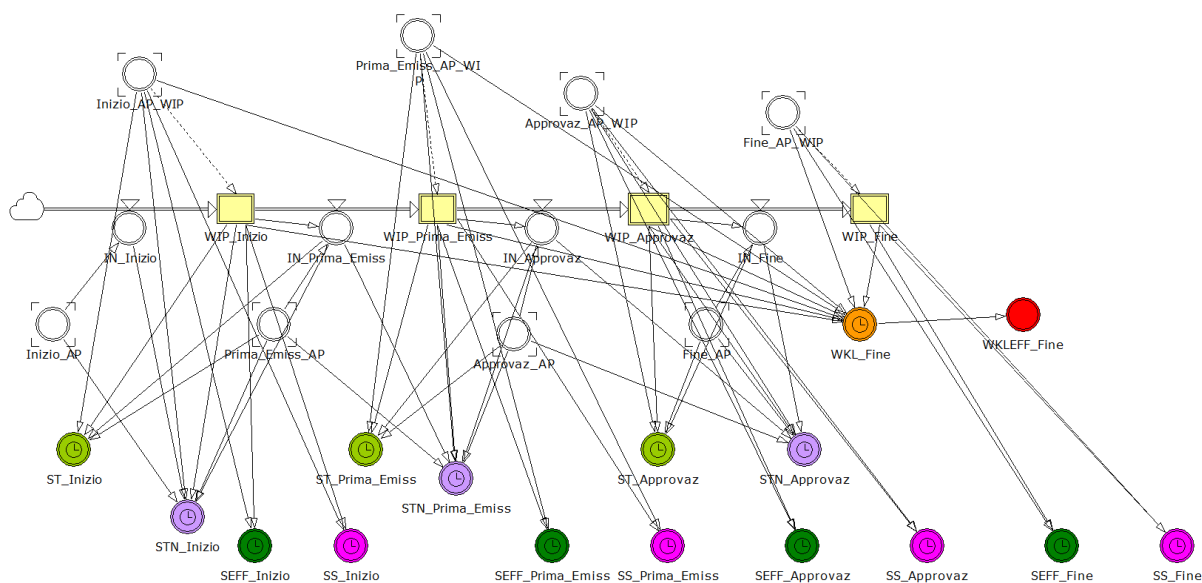
In altre parole, la pipeline ingegneristica, in teoria, rappresenta la traduzione organizzata e controllata della complessità tipica dei processi di progettazione, trasformando la successione di attività tecniche in un flusso monitorabile, misurabile e ottimizzabile.

9.1 Il percorso dei documenti

In generale il percorso che seguono tutti i documenti legati all'ingegneria, che devono essere realizzati affinché possa essere considerato concluso il progetto, è costituito da una serie di fasi.

Nell'immagine sottostante possiamo vedere in giallo gli stock, ovvero i blocchi che scandiscono gli step del flusso commerciale.

Ricordiamo che l'orizzonte temporale di riferimento prevede un arco di tre mesi precedenti alla data di revisione della commessa. Per cui tra gli elementi in entrata o considerati in lavorazione, cioè i WIP, sono presenti tutti quelli inclusi solamente in questo lasso di tempo.



Il primo blocco, in giallo, che notiamo è quello delle offerte attive 'WIP_Inizio', ovvero raccoglie tutti i

documenti che devono essere realizzati per completare il progetto. All'interno di questo stock sono presenti tutti quei documenti su cui abbiamo iniziato a lavorare nel corso dei tre mesi precedenti alla data di revisione e anche tutti quelli già presenti e in lavorazione che continuano ad essere tali.

A questo punto i documenti procedono nel flusso e si spostano nella fase successiva denominata 'WIP_Prima_Emiss'.

In questo elemento confluiscono nuovamente sia i documenti che sono stati completati e che quindi sono nella fase di 'prima emissione', sia quelli che erano già precedentemente all'interno di questo stock. Con 'prima emissione' intendiamo quei documenti che sono stati completati, ma alcuni di questi possono essere soggetti a rilavorazioni e quindi avere ulteriori emissioni prima di passare alla fase successiva.

Successivamente, i documenti escono dalla fase di prima emissione e passano a quella di 'approvazione'. Il blocco 'WIP_Approvaz' contiene tutti quei documenti, sia già presenti sia appena arrivati dalla fase precedente, che necessitano di approvazione. Questa fase rappresenta il cuore del processo ingegneristico: qui il documento può subire modifiche, commenti e aggiustamenti derivanti dal confronto tra i vari attori coinvolti. La revisione è per sua natura iterativa e può comprendere sia controlli interni, come verifiche di qualità o controlli incrociati tra discipline, sia revisioni esterne che coinvolgono clienti, fornitori o enti di certificazione.

Infine, il documento risulta completato, presentato nel simulatore come 'WIP_Fine', che contiene tutti i documenti completati.

La conclusione dei documenti può fare da ponte con la pipeline che abbiamo identificato successivamente, ovvero, la procurement pipeline, che partendo dai documenti dell'ingegneria conclusi, genera le RDA, ovvero, le richieste d'acquisto per i materiali e semilavorati necessari alla realizzazione del progetto.

9.2 I dati di riferimento

In Ansaldo, la pipeline ingegneristica è alimentata principalmente dal sistema PGD (Project Global Document): utilizzato per pianificare e monitorare le attività documentali previste e actual. I dati sono presentati tramite diversi file excel, ognuno contenente i dati relativi ad una delle sette commesse. I procedimenti relativi alla raccolta dei file excel delle varie commesse e la manipolazione dei dati delle stesse sono state descritte precedentemente nel capitolo 7. Le procedure di validazione hanno incluso i seguenti passaggi:

- Controllo di completezza: troppe righe mancavano di date effettive o date pianificate per documenti vecchi.
- Confronto tra occorrenza programmata ed effettiva: è stata verificata la loro sequenza temporale (ad esempio, un positivo non può avvenire prima di un primo).

A differenza dei dati relativi alla pipeline commerciale, quelli utilizzati all'interno della pipeline ingegneristica presentano sia le date effettive in cui ogni documento ha attraversato una determinata fase, sia le date che erano state precedentemente pianificate. Questa distinzione risulta essere molto utile, poiché, come vedremo anche successivamente all'interno di questo capitolo, ci permette di analizzare la performance aziendale andando a confrontare le date previste (scheduled) con quelle reali (actual).

9.3 I KPI individuati

All'interno del simulatore la pipeline commerciale presenta alcuni indicatori che abbiamo creato e legato al flusso nei diversi stock.

In particolare, abbiamo individuato 16 KPI per questa specifica pipeline, presenti sottoforma di cerchi colorati nello screen del simulatore presente all'inizio del capitolo.

- **ST_Inizio**: è l'indicatore del Survival Time dei documenti che devono essere iniziati, ovvero calcola il tempo medio di permanenza di un elemento prima di essere completato. In questo specifico caso, quindi, determina in media il tempo che un documento resta nella fase iniziale prima di passare allo step successivo di revisione.

Il **ST_Inizio** si calcola dividendo i documenti attualmente nella fase iniziale, i **WIP_Inizio**, per i documenti che sono passati alla fase di prima emissione, ovvero **IN_Prima_Emiss**.

Ricordiamo che il valore di questo KPI dovrebbe restare compreso tra 0 e 1 perché il processo risulti stabile; se aumentasse, ma restasse sotto il valore 3 significherebbe che sono state rilevate delle inefficienze. Quando il rapporto supera il 3 si stanno verificando dei colli di bottiglia e sarebbe utile l'intervento per evitarlo.

- **STN_Inizio**: indica il Survival Time Net ed è il tempo netto di permanenza dell'oggetto nel sistema considerando sia i flussi in entrata che quelli in uscita. L'indicatore si calcola effettuando un rapporto tra i documenti attualmente in lavorazione, i **WIP_Inizio**, e la differenza tra i documenti presenti nella fase di prima emissione e quelli su cui stiamo iniziando a lavorare, ovvero, quelli che sono in ingresso nella fase '**IN_Inizio**'.

Un flusso stabile è rappresentato da un **STN_Inizio** positivo; un valore compreso tra $-0,2$ e 0 segnala la necessità di un controllo; infine, se l'indicatore è inferiore a $-0,2$ sono presenti dei colli di bottiglia, il che significa che le richieste di acquisto si accumulano più velocemente rispetto al tempo in cui vengono processati gli ordini.

- **SEFF_Inizio**: indica la Schedule Efficiency misura l'allineamento del lavoro effettivamente eseguito rispetto a quanto si era pianificato. L'indicatore si calcola dividendo il numero di documenti di cui era stato pianificato l'inizio, '**WIP_Inizio (scheduled)**', per il numero di documenti effettivamente iniziati, '**WIP_Inizio (actual)**'.

Considerando la Schedule Efficiency compresa tra 0 e 1, si può dire che un valore maggiore di 0,9 indica una grande aderenza alle previsioni, minore di 0,7 invece, mostra significanti ritardi; un risultato compreso tra questi due valori rappresenta deviazioni spesso di poca importanza.

- **SS_Inizio**: lo Schedule Status è un indicatore che misura la differenza assoluta tra il lavoro effettivamente svolto e quello previsto nella pianificazione.

L'indicatore si calcola sottraendo al numero di documenti di cui era stato pianificato l'inizio, '**WIP_Inizio (scheduled)**', il numero di documenti effettivamente iniziati, '**WIP_Inizio (actual)**'.

Se questa differenza è positiva significa che il lavoro effettivo procede prima di quello previsto, mentre se è negativa indica dei ritardi che potrebbero richiedere un intervento.

- ST_Prima_Emiss: il Survival Time descritto all'inizio di questo elenco viene applicato anche ai documenti presenti nella fase di prima emissione. In questo caso viene calcolato come rapporto fra i documenti nella fase di prima emissione e quelli in approvazione, quindi i WIP_Prima_Emiss, e quelli che procedono verso l'approvazione, ovvero i IN_Approvaz.

I range di accettazione o di allarme per questo KPI restano gli stessi del caso dei documenti iniziati.

- STN_Prima Emiss: il Survival Time Net riferito ai documenti nella fase di prima emissione indica il tempo netto di attraversamento di un documento nel processo. Si ottiene dividendo le decisioni vinte e in lavorazione, i WIP_Prima_Emiss, per la differenza tra i documenti in approvazione (IN_Approvaz) e quelli presenti nella fase di prima emissione (IN_Prima_Emiss).

Nuovamente, gli slot di valori e i rispettivi significati sono i medesimi analizzati per il Survival Time Net riguardante i documenti iniziati, quindi del KPI spiegato in precedenza.

- SEFF_Prima_Emiss: la Schedule Efficiency descritta all'inizio di questo elenco viene applicata anche ai documenti presenti nella fase di prima emissione. L'indicatore si calcola dividendo il numero di documenti di cui è stata pianificata la prima emissione, 'WIP_Prima_Emiss (scheduled)', per il numero di documenti effettivamente emessi, 'WIP_Prima_Emiss (actual)'.

Gli intervalli dei valori e i rispettivi significati sono i medesimi analizzati per il Survival Time Net riguardante i documenti iniziati, quindi del KPI spiegato in precedenza.

- SS_Prima_Emiss: lo Schedule Status descritto all'inizio di questo elenco viene applicato anche ai documenti presenti nella fase di prima emissione.

L'indicatore si calcola sottraendo al numero di documenti di cui era stato pianificato l'inizio, 'WIP_Prima_Emiss (scheduled)', il numero di documenti effettivamente iniziati, 'WIP_Prima_Emiss (actual)'.

I range di accettazione o di allarme per questo KPI restano gli stessi del caso dei documenti iniziati.

- ST_Approvazione: il terzo KPI inerente il Survival Time riguarda la fase di approvazione.

In questo caso viene calcolato come rapporto fra i documenti che devono essere approvati, quindi i WIP_Approvaz, e quelli che procedono diventando documenti completati, ovvero i WIP_Fine.

I range di accettazione o di allarme per questo KPI restano gli stessi dei documenti iniziati e di quelli nella fase di prima emissione.

- STN_Approvaz: il Survival Time Net riferito alla fase di approvazione indica il tempo netto di completamento degli stessi nel processo. Si ottiene effettuando il rapporto tra i documenti in approvazione, i WIP_Approvazione, e la differenza tra i documenti che vengono completati, IN_Fine e quelli ancora in approvazione, IN_Approvaz.

Anche in questo caso i margini di valori e i rispettivi significati sono sempre gli stessi riferiti al Survival Time Net riguardante i documenti iniziati e quelli nella fase di prima emissione.

- SEFF_ Approvaz: la Schedule Efficiency descritta all'inizio di questo elenco viene applicata anche ai documenti presenti nella fase di approvazione. L'indicatore si calcola dividendo il numero di documenti di cui è stata pianificata l'approvazione, 'WIP_Approvaz (scheduled)', per il numero di documenti effettivamente approvati, 'WIP_Aprovaz (actual)'.

Gli intervalli dei valori e i rispettivi significati sono i medesimi analizzati per il Survival Time Net riguardante i documenti iniziati e quelli in prima emissione, quindi del KPI spiegato in precedenza.

- SS_Approvaz: lo Schedule Status descritto all'inizio di questo elenco viene applicato anche ai documenti presenti nella fase di approvazione.

L'indicatore si calcola sottraendo al numero di documenti di cui era stata pianificata l'approvazione, 'WIP_Approvaz (scheduled)', il numero di documenti effettivamente approvati, 'WIP_Approvaz (actual)'.

I range di accettazione o di allarme per questo KPI restano gli stessi sia del caso dei documenti iniziati che di quelli che hanno superato la fase di prima emissione.

- SEFF_Fine: la Schedule Efficiency descritta all'inizio di questo elenco viene applicata anche ai documenti presenti nella fase di conclusione del documento. L'indicatore si calcola dividendo il numero di documenti di cui è stata pianificata la conclusione, 'WIP_Fine(scheduled)', per il numero di documenti effettivamente completati, 'WIP_Fine (actual)'.

Gli intervalli dei valori e i rispettivi significati sono i medesimi analizzati per il Survival Time Net riguardante i documenti iniziati e quelli in prima emissione, quindi del KPI spiegato in precedenza.

- SS_Fine: lo Schedule Status descritto all'inizio di questo elenco viene applicato anche ai documenti presenti nella fase di chiusura dei documenti.

L'indicatore si calcola sottraendo al numero di documenti effettivamente approvati, 'WIP_Approvaz (actual)', il numero di documenti di cui era stata pianificata l'approvazione, 'WIP_Approvaz' (scheduled).

I range di accettazione o di allarme per questo KPI restano gli stessi sia del caso dei documenti iniziati che di quelli che hanno superato la fase di prima emissione.

- WKL_Fine: il WorkLoad calcola la quantità di lavoro che è stata effettuata rispetto al carico di lavoro totale, mostrando il grado di avanzamento del processo.

Viene calcolato come il rapporto tra il WIP_Fine, ovvero i documenti completati, e la somma di tutta la documentazione precedente e in corso di lavorazione nella pipeline: i documenti iniziati (WIP_Inizio), i documenti in prima emissione (WIP_Prima_Emiss), i documenti approvati (WIP_Approvaz) e i documenti completati (WIP_Fine).

Il WorkLoad rileva efficienza quando il suo risultato è compreso tra 0,68 e 1, perché indica

progressi elevati. Nel caso in cui il valore sia tra 0,34 e 0,68, i progressi si mostrano più moderati; se scende tra 0,34 e 0 significa che vi è un accumulo di lavoro.

- WKLEFF_Fine: L'indicatore della WorkLoad Schedule Efficiency misura quanto il carico di lavoro reale rispetta quello pianificato.

Viene calcolato come $WKL_Fine (actual) - WKL_Fine (scheduled)$.

Anche per questo indicatore si individuano tre fasce di valori: se risulta essere minore di 0,8 significa che il lavoro è in ritardo rispetto al previsto; tra 0,8 e 1 indica che il lavoro procede quasi simultaneo alla sua pianificazione; un valore maggiore di 1 prevede che il lavoro è svolto in tempo o in anticipo rispetto ai piani.

10. La procurement pipeline

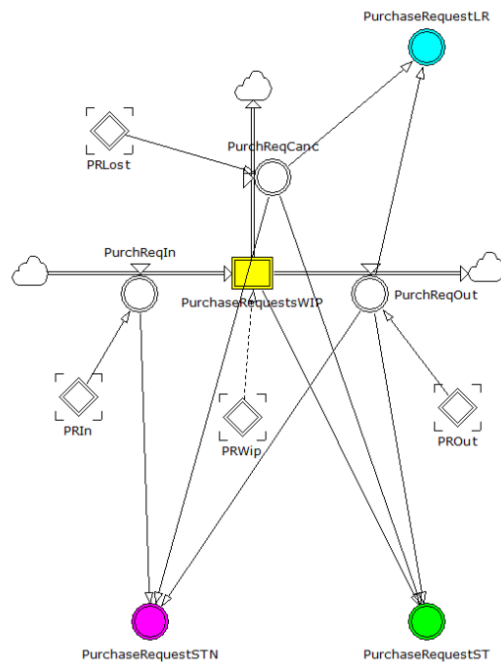
10. La procurement pipeline

La terza e fondamentale pipeline individuata all'interno del modello sviluppato per Ansaldo Energia è quella relativa agli acquisti, definita come Procurement Pipeline. All'interno di un'azienda che opera nel settore EPC (Engineering, Procurement, Construction), la fase di approvvigionamento rappresenta uno snodo critico di importanza strategica assoluta. Questa pipeline non si limita a svolgere una funzione puramente transazionale o amministrativa, ma costituisce il vero e proprio ponte di collegamento tra la fase di progettazione (Engineering) e la fase di realizzazione fisica dell'opera in cantiere (Construction).

L'obiettivo primario della Procurement Pipeline è garantire che tutti i materiali, i componenti e i servizi necessari per la realizzazione dell'impianto vengano acquisiti rispettando i vincoli di budget, le specifiche tecniche di qualità e, soprattutto, le rigorose tempistiche imposte dal cronoprogramma (schedule) del progetto. Dal punto di vista della simulazione dinamica e del controllo delle performance, questa pipeline diventa il banco di prova su cui misurare la capacità dell'azienda di trasformare i fabbisogni ingegneristici in ordini effettivi e, successivamente, in materiali consegnati e pronti per l'installazione. Un modello strutturato della pipeline degli acquisti comporta benefici molteplici e trasversali: assicura trasparenza e tracciabilità nei rapporti con i fornitori, permette di identificare tempestivamente i colli di bottiglia all'interno delle procedure di acquisto e facilita l'allineamento tra il flusso finanziario in uscita (i costi sostenuti) e l'avanzamento fisico del progetto. In sintesi, la procurement pipeline rappresenta la traduzione organizzata e controllata della catena di fornitura, trasformando la complessa rete di interazioni con i vendor esterni in un flusso continuo, misurabile e ottimizzabile attraverso gli strumenti della System Dynamics.

10.1 Il percorso dei documenti e dei materiali

In generale il percorso che seguono tutti i documenti e i materiali legati all'approvvigionamento, affinché possa essere considerata conclusa la catena di fornitura, è costituito da una serie di fasi.



Dall'immagine soprastante possiamo vedere in giallo gli stock, ovvero i blocchi che scandiscono gli step del flusso logistico e documentale. Ricordiamo che l'orizzonte temporale di riferimento prevede un arco di tre mesi precedenti alla data di revisione della commessa. Per cui tra gli elementi in entrata o considerati in lavorazione, cioè i WIP (Work In Progress), sono presenti tutti quelli inclusi solamente in questo lasso di tempo.

Le componenti principali del percorso sono suddivise nei seguenti stadi logici e operativi:

- **Purchase Request Process (Richieste di Acquisto - RDA):** Il primo blocco, in giallo, che notiamo è quello delle RDA. Esse nascono come output diretto delle attività di ingegneria: non appena le specifiche tecniche vengono consolidate, viene emessa una richiesta formale. I fabbisogni generano un flusso in entrata (PurchReqIn) che va ad alimentare lo stock delle richieste in fase di lavorazione (PurchaseRequestsWIP). In questo elenco rientrano tutte le richieste attivate nel corso dei tre mesi precedenti e anche tutte quelle già presenti e in lavorazione. Il flusso in uscita può trasformarsi nello step successivo (PurchReqOut) oppure essere annullato (PurchReqCapc).
- **Order Process (Ordini di Acquisto - PO):** A seguito di un processo decisionale e di negoziazione, le RDA escono dallo stock precedente e si trasformano nel secondo elemento cruciale del flusso: i PO (Purchase Order). La trasformazione genera un flusso in ingresso (OrdIn) che svuota lo stock delle richieste e va ad accumularsi nello stock degli ordini in corso (OrdersWIP). Questo passaggio segna il momento in cui l'azienda si impegna formalmente con un fornitore. Gli ordini possono poi confluire in ordini consegnati (OrdersDelivered) oppure essere cancellati (OrdCanceled).
- **Materials & Delivery Process (Materiali e Consegna):** Il flusso prosegue poi uscendo dal dominio puramente documentale per entrare in quello fisico e logistico. L'evoluzione successiva del Purchase Order genera un flusso in ingresso definito come Materials Purchase che va ad alimentare lo stock dei materiali in lavorazione logistica (WIP Materials). Qui i materiali subiscono i tempi tecnici del ciclo di

approvvigionamento (ProcurementCycleTime) e sfociano nello stock finale dei materiali consegnati (Delivered Materials).

- **Packing List Process (Distinte di Imballo):** L'ultimo step documentale che accompagna fisicamente la merce in cantiere è rappresentato dalle Packing Lists. Le Packing Lists entrano (PLIn) in uno stock di lavorazione (PackingListsWIP) per la validazione logistica e, una volta processate, completano il ciclo uscendo verso la fase di consegna definitiva (PackingListDelivered).

Avere una chiara scomposizione di questi passaggi è ciò che consente al modello di calcolare indicatori di performance mirati per ogni singola transizione.

10.2 I dati di riferimento

In Ansaldo, la pipeline di approvvigionamento è alimentata principalmente dal sistema gestionale PDA (Piano Degli Approvvigionamenti). Per la rappresentazione ottimale all'interno del simulatore, nell'attesa del collegamento in tempo reale con i sistemi aziendali, è stato sviluppato un database artificiale relazionale su Microsoft Access e MySQL.

Il database è stato popolato sviluppando delle vere e proprie "Storie" (Scenari), ovvero simulazioni di casi reali distribuiti nell'orizzonte temporale analizzato (dal 1 ottobre 2024 al 31 dicembre 2024). Queste macrostorie comprendono scenari diversificati: dalla "commessa conclusa correttamente", alla "commessa in ritardo per la mancanza di componenti in fase di costruzione", fino a scenari caratterizzati da ritardi dovuti a rilavorazioni interne. Le procedure di validazione e preparazione dei dati hanno incluso passaggi fondamentali. A differenza di altre pipeline, i dati utilizzati all'interno della pipeline di procurement presentano sia le date effettive in cui ogni elemento ha attraversato una determinata fase (actual), sia le date che erano state precedentemente pianificate (scheduled). Questa distinzione risulta essere molto utile poiché ci permette di analizzare la performance aziendale andando a confrontare le previsioni con la realtà.

A questo livello, assume un'importanza vitale la **Data Validation**. Come emerso dall'analisi di estrazioni su MySQL e Workbench (ad esempio sul caso della commessa "Almaty"), l'osservazione di una curva di accumulo anomala che indica un volume di lavoro drasticamente inferiore al dovuto non è sempre sintomo di un reale ritardo nei processi di acquisto. Spesso, tale discrepanza è la spia di "buchi" di dati all'interno del gestionale: le attività fisiche vengono svolte, ma non tracciate tempestivamente a sistema. Occorre quindi far tornare i conti verificando l'integrità dei flussi informativi; se non sanata, l'assenza di date corrette falserebbe l'intera fisica del sistema, invalidando le curve che confrontano l'Actual con lo Scheduled.

10.3 I KPI individuati

All'interno del simulatore la pipeline presenta alcuni indicatori che abbiamo creato e legato al flusso nei diversi stock. Se per le altre pipeline ci si concentrava sull'efficienza di rilascio o conversione, in questo caso il focus si sposta sulla reattività del sistema e sul mantenimento delle promesse schedulate. In particolare, abbiamo individuato i seguenti KPI per questa specifica pipeline, presenti sotto forma di cerchi colorati nello screen del simulatore:

- **WIP (Work in Progress):** Misura il numero di elementi attualmente in corso di lavorazione in un dato periodo. Serve a monitorare i livelli di carico di lavoro. Un alto

valore indica una possibile congestione, mentre un basso valore indica un flusso efficiente o un sottoutilizzo delle risorse.

- **LR (Loosing Ratio):** Indica la percentuale di elementi persi, cancellati o rilavorati. La formula utilizzata è: $Cancellati / (Cancellati + Usciti)$. Se inferiore al 20% il processo è stabile ; tra il 20% e il 40% vi sono inefficienze moderate ; sopra il 40% vi sono alte perdite che indicano colli di bottiglia.
- **ST (Survival Time):** Calcola il tempo medio di permanenza di un elemento prima di essere completato. Declinato ad esempio come ST_RDA, si calcola dividendo lo stock accumulato (WIP) per il flusso in uscita (Outflow). Il valore dovrebbe restare compreso tra 0 e 1 perché il processo risulti stabile ; tra 1 e 3 segnala inefficienze ; oltre il 3 si stanno verificando gravi colli di bottiglia.
- **STN (Survival Time Net):** Indica il tempo netto di permanenza dell'oggetto nel sistema considerando sia i flussi in entrata che quelli in uscita. La formula divide il WIP per la differenza netta tra l'output e l'input (Out - In), utilizzando una divisione protetta (DIVZ0). Un flusso stabile è rappresentato da un valore maggiore di 0 ; tra -0,2 e 0 segnala la necessità di controllo ; un valore inferiore a -0,2 indica un forte rischio di ingorgo, poiché gli elementi si accumulano più velocemente di quanto vengano smaltiti.
- **WKL (WorkLoad):** Calcola la quantità di lavoro che è stata effettuata rispetto al carico di lavoro totale, mostrando il grado di avanzamento reale e fisico del processo. Si calcola come: $Final / (Final + WIP)$. Un risultato tra 0,68 e 1 indica progressi elevati ; tra 0,34 e 0,68 i progressi sono moderati ; tra 0 e 0,34 vi è un grave accumulo di compiti.
- **SEFF (Schedule Efficiency):** Misura l'allineamento del lavoro effettivamente eseguito rispetto a quanto si era pianificato. Si calcola dividendo il *WIP Actual* per il *WIP Scheduled*. Un valore maggiore di 0,9 indica una grande aderenza alle previsioni ; tra 0,7 e 0,9 deviazioni minori ; minore di 0,7 mostra significativi ritardi.
- **SS (Schedule Status):** Misura la differenza assoluta tra il lavoro effettivamente svolto e quello previsto. Si calcola sottraendo il *WIP Scheduled* al *WIP Actual*. Valori positivi indicano un lavoro in anticipo sui volumi, valori negativi indicano ritardi.
- **WKLS (Workload Schedule Efficiency):** Misura quanto il carico di lavoro reale rispetta quello pianificato. Si ottiene dal rapporto tra il *WKL Actual* e il *WKL Scheduled*. Un fenomeno tipico riscontrato è che valori superiori a 1 nelle fasi finali di progetto non indicano necessariamente un'ottima performance, ma segnalano un paradosso analitico: l'ufficio si ritrova con un picco di lavoro inatteso ed è costretto a gestire oggi attività che, secondo i piani, dovevano essere concluse mesi prima.
- **OVER (Overall Comparison):** Un parametro macroscopico ausiliario che confronta i valori registrati per uno specifico progetto con la media generale calcolata su tutti i progetti dell'azienda, permettendo di valutare se i ritardi sono endemici di una commessa o generalizzati.

Bibliografia

- [1] Stefano Marasca, 2011, Misurazione della performance e strumenti di controllo strategico, Esculapio, Bologna.
- [2] Carl-Fredrik Lindberg, SieTing Tan, JinYue Yan, Fredrik Starfelt, 2015, Key Performance Indicators Improve Industrial Performance, Energy Procedia, Volume 75, pagine 1785-1790.
- [3] Tesi di Nicholas Carbone, corso di laurea in comunicazione, Università degli studi di Padova, anno accademico 2022-2023, disponibile online su Google Scholar.
- [4] Robert S. Kaplan, 2009, Conceptual Foundations of the Balanced Scorecard, Handbooks of Management Accounting Research, Volume 3, pagine 1253-1269.
- [5] Robert N. Anthony, Denis F. Hawkins, Diego M. Macri, Kenneth A. Merchant, 2021, Sistemi di controllo: Analisi economiche per le decisioni e la valutazione della performance, McGraw-Hill Education, USA.
- [6] www.ansaldoenergia.com/it/media-center/comunicati-stampa
- [7] <https://www.profit.co/blog/kpis-library/schedule-performance-index-metric>
- [8] <https://blog.horsa.com/oracle/controllo-di-gestione-5-kpi-da-monitorare>
- [9] <https://loopsrl.agency/blog/digital-strategy/kpi-da-monitorare/>
- [10] <https://www.blog.shippypro.com/it/kpi-produzione>
- [11] <https://www.crmpartners.it/magazine/projects/project-management-kpi/>
- [12] <https://www.businesstheory.it/catena-del-valore-porter/>
- [13] Donny Kelwig, Catena del valore: definizione, esempi e guida, articolo online, Zendesk.
- [14] Shuai Ruan, 2020, Research on Strategic Cost Management of Enterprises Based on Porter's Value Chain Model, Journal of Physics: Conference Series, pagine da 1553.
- [15] <https://www.ansaldoenergia.com/offering/equipment>
- [16] Tesi di Andrea Perugini, Corso di laurea in ingegneria gestionale, Politecnico di Torino, anno accademico 2017-2018, disponibile online su Google Scholar.