

POLITECNICO DI TORINO

**Corso di Laurea Magistrale
in Ingegneria Gestionale**

Tesi di Laurea Magistrale

**Applicazione web per il controllo di
indici relativi alla performance**



Relatore

prof. Luca Settineri

Candidato

Matteo Bonacci

Sommario

1.	Introduzione	7
2.	Industria 4.0	8
2.1.	Piano industria 4.0	11
2.2.	Monitoraggio ed efficienza	15
3.	OEE (Overall Equipment Effectiveness).....	17
3.1.	Definizione del OEE	17
3.1.1.	Tipi di perdite	17
3.1.2.	Cause delle perdite.....	17
3.1.3.	Perdite esterne.....	18
3.1.4.	Divisione delle perdite.....	18
3.1.5.	Perdite per Downtime	19
3.1.6.	Perdite di Velocità	19
3.1.7.	Perdite di Qualità.....	20
3.2.	Calcolo del OEE.....	20
3.2.1.	OEE.....	20
3.2.2.	OEE e la manutenzione	22
3.3.	Misure economiche basate sul OEE.....	24
3.3.1.	Impatto dell'OEE su un impianto.....	26
4.	Applicazione Web – OEE Manager.....	28
4.1.	Interfaccia Utente	29
4.2.	Scambio dati con il sistema di automazione	36
4.3.	Calcolo del OEE.....	37
4.4.	Gestione degli Eventi	38
5.	Caso Pratico	40

5.1.	Cogeneratore	40
5.2.	Configurazione Cogeneratori	42
6.	Conclusioni	46
7.	Appendice	48
7.1.	DB	48
7.2.	SQL	49
7.2.1.	sched_oee_PPMcheckevt	49
7.2.2.	sp_oee_PPMcalcOEE	51
7.2.3.	sp_oee_schedObjTemp.....	53
7.2.4.	sp_oee_updateEvents.....	54
7.3.	PHP.....	55
7.3.1.	machine.php.....	55
7.3.2.	prod_schedule.php.....	65
7.3.3.	sched_ajax.php.....	69
8.	Bibliografia	80
9.	Ringraziamenti.....	82

Elenco delle figure

1. Rivoluzioni Industriali	8
2. Divisione delle perdite	19
3. Suddivisione temporale	21
4. Dettaglio dell'OEE	21
5. Fattori dell'OEE	23
6. Calcolo dei fattori	24
7. Esempi di OEE per settore.....	25
8. Impianto con OEE al 60%	26
9. Impianto con OEE al 70%	26
10. Aumento di prezzo del 6.2%	27
11. Riduzione dei costi equivalente	27
12. Interfaccia Siti.....	29
13. Interfaccia Preferenze	30
14. Interfaccia Utenti	30
15. Interfaccia Creazione Utente	31
16. Interfaccia Prodotti	31
17. Interfaccia Prodotto	32
18. Interfaccia Template calendario	32
19. Interfaccia Creazione macchina.....	33
20. Interfaccia Macchina	34
21. Tab KPI giornaliero	34
22. Tab KPI settimanale	35
23. Tab PPM	35
24. Tab Parametri.....	36
25. Riclassificazione evento	37
26. Interfaccia Gestione eventi	39
27. Impianto di Cogenerazione.....	40
28. Schema cogenerazione.....	41
29. Siti Cogeneratore	43

30. Risultati suddivisi per mese	44
31. Dettaglio Luglio	44
32. Dettaglio Agosto	45
33. DB Schema parte 1	48
34. DB Schema parte 2	48

1. Introduzione

OEEmanager nasce con l'obiettivo di monitorare il funzionamento degli impianti industriali di produzione e di tenere sotto controllo l'efficacia di ciascuna macchina o parte dell'impianto, mediante la misura dell'OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) di ciascuna macchina o gruppo di macchine.

L'OEE è lo standard massimo per misurare la produttività di un sistema e/o operazione. Si tratta di identificare la percentuale di tempo di produzione che è veramente produttivo. Un punteggio OEE del 100% significa che si producono solo le parti buone, il più velocemente possibile, senza tempo di arresto. Tradotto nel linguaggio dell'OEE ciò significa:

- qualità del 100% (solo buone parti),
- prestazioni del 100% (il più velocemente possibile)
- disponibilità del 100% (nessun tempo di arresto).

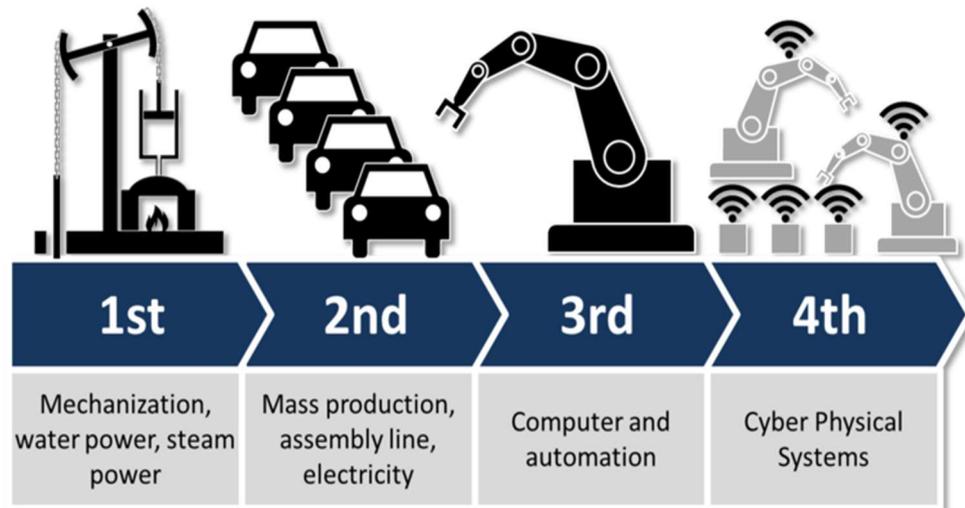
L'OEE è la singola metrica migliore per individuare le perdite, il benchmarking del progresso e migliorare la produttività delle apparecchiature di produzione (cioè eliminare i rifiuti).

Al fine di ottimizzare e migliorare il sistema di produzione abbiamo creato un'applicazione WebBased in grado di raccogliere queste informazioni, elaborarle con il supporto dell'utente e presentare i risultati in un formato comprensibile.

L'OEE misura, appunto, quanto si è vicini alla perfetta produzione. Ma monitorare il solo punteggio OEE non è del tutto utile per migliorare la produzione. Il vero valore dell'OEE deriva dalla comprensione delle perdite sottostanti: perdita di disponibilità, perdita di prestazioni e perdita di qualità. Focalizzandosi su queste perdite, e soprattutto, intraprendendo azioni per ridurle, il punteggio OEE migliorerà naturalmente. È in questo processo di comprensione, analisi e ottimizzazione che OEEmanager si inserisce per fornire il maggior supporto possibile al responsabile di produzione al fine di prendere le decisioni corrette.

2. Industria 4.0

Fino ad oggi si sono susseguite nel tempo tre rivoluzioni industriali che, partendo da quella di fine 1700, con la nascita della macchina a vapore e conseguente meccanizzazione della produzione, all'avvento dei primi computer nelle fabbriche (1960-1970), hanno portato un radicale cambiamento non solo nella produzione in ambito industriale, ma anche nella società.



1. Rivoluzioni Industriali

- **Industria 1.0:** nel XVIII secolo si assiste all'introduzione delle macchine a vapore nelle fabbriche. La produzione diventa più veloce e potente.
- **Industria 2.0:** nel XIX secolo l'energia elettrica e il petrolio danno un'ulteriore spinta di rinnovamento all'industria. Si arriva alla produzione di massa.
- **Industria 3.0:** un nuovo cambiamento avviene nel XX secolo con l'utilizzo delle prime forme di tecnologia informatica ed elettronica. Nelle fabbriche si diffonde l'automazione e la diversificazione della produzione.
- **Industria 4.0:** è quella in corso, in cui si ridefiniscono i concetti di macchina e prodotto.

L'espressione **Industria 4.0** è stata usata per la prima volta durante la Fiera di Hannover del 2011 in Germania. A ottobre 2012 un gruppo di lavoro dedicato all'Industria 4.0, presieduto da Siegfried Dais della multinazionale di ingegneria ed elettronica Robert Bosch GmbH e da Henning Kagermann della Acatech (Accademia tedesca delle Scienze e dell'Ingegneria), presentò al governo federale tedesco una serie di raccomandazioni per la sua implementazione. L'8 aprile 2013, all'annuale Fiera di Hannover, fu diffuso il report finale del gruppo di lavoro. [1]

Da allora il termine Industria 4.0 compare sempre più frequentemente nei programmi degli imprenditori e delle istituzioni. Il paradigma dell'Industria 4.0 è che saranno i prodotti e le macchine a contenere dentro di sé tutte le informazioni necessarie alla realizzazione del prodotto stesso e le macchine saranno in grado di coordinarsi condividendo informazioni e suddividendosi il lavoro, anche dal punto di vista del calcolo e del controllo.

In altre parole, non si tratta solamente di costruire un sistema attraverso l'impiego di tecnologie provenienti dal mondo dell'informatica, ma anche di creare una forma di intelligenza distribuita che faccia diventare i processi autonomi e in grado di autoregolarsi.

Industria 4.0 definisce quindi la trasformazione in atto, il cui punto centrale sono i dati, le informazioni ed il loro sfruttamento attraverso un utilizzo pervasivo delle tecnologie digitali per connettere, innovare e governare l'intera catena del valore.

Ci sono di fatto delle ragioni tecnologiche, che stanno fortemente spingendo in questo senso:

- La disponibilità di tecnologie sempre più evolute, affidabili e meno costose, interconnesse tra di loro e disponibili in ogni momento (la tecnologia Cloud ne è un esempio);
- La riduzione dei costi di progettazione e sviluppo, dovuta alla presenza di primi casi di successo che fanno da modello;

- La disponibilità di dati e sorgenti di informazioni esterne al processo, grazie all'avvento di unità sensoristiche sempre più accessibili e alla condivisione di dati e modelli;
- La possibilità di tradurre i processi e le competenze tipici degli operatori umani in processi automatici (Intelligenza Artificiale). [2]

Si può quindi dire che l'insieme di tecnologie abilitanti dell'Industria 4.0 compone un'architettura modulare, cioè modellizzabile su livelli differenti, che si può adattare alle necessità della singola azienda, essendo adottabile in tutto o in parte, offrendo la caratteristica di essere ripetibile pur valorizzando le specificità di imprese apparentemente molto diverse tra loro, restituendo soluzioni ed applicazioni specifiche e sempre diverse.

Proprio per questo è importante mettere in evidenza che non esistono ricette preconfezionate, perché gli elementi su cui fare leva cambiano da impresa a impresa e sono fortemente legati alla organizzazione dei processi aziendali, alle strategie da adottare rispetto ai mercati di riferimento e al grado di innovazione che si vuole implementare.

Ad assumere un ruolo di primaria importanza è il *dato*, che passa dall'essere una informazione appartenente a un sistema chiuso a diventare mezzo per creare valore. Questo lo rende uno dei quattro cardini di questo processo rivoluzionario. Gli altri tre fattori sono:

- **Rapporto-interazione macchina-uomo** - tutte quelle modalità con cui l'uomo può interagire con una macchina: linguaggi, strumenti e interfacce (HMI)
- **Analytics** - quelle operazioni di analisi svolte a monte della raccolta dati.
- **La manifattura** - definita come il passaggio tra il digitale e la produzione reale.

Una volta raccolti e processati i dati, il passaggio chiave è trovare gli strumenti per produrre valore.

Uno studio effettuato da UCIMU nel 2016 evidenzia come in Italia prevalgano le piccole e medie imprese che potrebbero trovarsi in difficoltà a sostenere finanziariamente l'investimento per adottare nuovi macchinari. Difatti, secondo questo studio, una fabbrica su tre possiede macchinari che hanno più di 20 anni, e solo una fabbrica su 10 ne ha con meno di 5. Inoltre l'80% delle aziende risultava possedere impianti senza alcuna integrazione ad un sistema informatico, e di conseguenza rendere vecchi macchinari compatibili con le nuove tecnologie diventa dispendioso soprattutto per realtà molto piccole. [3]

Il **piano Industria 4.0** come fattore scatenante e gli obiettivi di **monitoraggio ed efficienza** hanno quindi reso appetibili sviluppi e investimenti in questa direzione.

2.1. Piano industria 4.0

Per favorire questo percorso di innovazione, il piano governativo Industria 4.0 indica le seguenti direttrici strategiche:

- **Investimenti innovativi:** stimolare gli investimenti privati nell'adozione di tecnologie abilitanti dell'Industria 4.0 e aumentare la spesa in ricerca, sviluppo e innovazione;
- **Infrastrutture abilitanti:** assicurare adeguate infrastrutture di rete, garantire la sicurezza e la protezione dei dati, collaborare alla definizione di standard di interoperabilità internazionali;
- **Competenze e Ricerca:** creare competenze e stimolare la ricerca mediante percorsi formativi ad hoc;
- **Awareness e Governance:** diffondere la conoscenza, il potenziale e le applicazioni delle tecnologie Industria 4.0 e garantire una governance pubblico-privata per il raggiungimento degli obiettivi prefissati [4];

Il piano è stato poi conseguentemente basato su misure concrete che seguono tre principali linee guida:

- operare in una logica di neutralità tecnologica, garantendo che il processo, qualunque esso sia, possa essere implementato attraverso piattaforme standardizzate e trasversali, così da poter generalizzare la gestione di tutte le procedure con lo stesso strumento;
- intervenire con azioni orizzontali e non verticali o settoriali;
- agire su fattori abilitanti come l'utilizzo di sistemi informativi, il networking e le risorse umane [5];

A partire dal 2018 sono inoltre state potenziate e indirizzate in una logica 4.0 tutte le misure che si sono rivelate precedentemente efficaci e, per rispondere al meglio alle esigenze emergenti, ne sono state previste di nuove.

Le principali azioni si possono così riassumere:

- **Superammortamento:** supervalutazione del 130% degli investimenti in beni strumentali nuovi, acquistati o in leasing. Per chi beneficia dell'iperammortamento, possibilità di fruire anche di una supervalutazione del 140% per gli investimenti in beni strumentali immateriali (software e sistemi IT).
- **Iperammortamento:** supervalutazione del 250% degli investimenti in beni materiali nuovi, dispositivi e tecnologie abilitanti la trasformazione in chiave 4.0 acquistati o in leasing.
- **Nuova Sabatini:** si tratta di un'agevolazione con l'obiettivo di facilitare l'accesso al credito delle imprese al fine di sostenere investimenti per acquisire in leasing macchinari, attrezzature, impianti, beni strumentali ad uso produttivo e hardware, nonché software e tecnologie digitali.
- **Credito di imposta R&S:** finalizzato a stimolare la spesa privata in Ricerca e Sviluppo per innovare processi e prodotti tramite credito d'imposta del 50% su spese incrementali.
- **Accordi per l'innovazione:** finanziamenti a progetti riguardanti attività di ricerca industriale e di sviluppo sperimentale finalizzati alla realizzazione di nuovi prodotti, processi o servizi o al notevole miglioramento degli stessi, tramite lo sviluppo di una o più delle

tecnologie identificate dal Programma quadro dell'Unione europea per la ricerca e l'innovazione 2014 – 2020 “Orizzonte 2020”, come ad esempio le Biotecnologie.

- **Contratti di Sviluppo:** adeguamento in ottica Industria 4.0 del Contratto di Sviluppo, introdotto nel 2008 ed operativo dal 2011, che rappresenta il principale strumento agevolativo dedicato al sostegno di programmi di investimento produttivi strategici ed innovativi di grandi dimensioni.
- **Start-up e PMI:** estensione alle PMI innovative del quadro di riferimento dedicato in materie come la semplificazione amministrativa, il mercato del lavoro, le agevolazioni fiscali, il diritto fallimentare di cui godono le Start-up.
- **Patent Box:** Il decreto "Patent Box" prevede un regime opzionale di tassazione per i redditi derivanti dall'utilizzo di software protetto da copyright, di brevetti industriali, di disegni e modelli, nonché di processi, formule e informazioni relativi ad esperienze acquisite nel campo industriale, commerciale o scientifico giuridicamente tutelabili.
- **Centri di competenza ad alta specializzazione:** promuove la costituzione dei centri di competenza ad alta specializzazione su tematiche Industria 4.0.
- **Centri di trasferimento tecnologico:** pubblicazione del regolamento per la certificazione di centri che svolgono attività di formazione e consulenza tecnologica, nonché di erogazione di servizi di trasferimento tecnologico verso le imprese.

Andando ad analizzare i risultati del 2017 possiamo notare che:

- L'impatto di IperAmmortamento, SuperAmmortamento e Nuova Sabatini nel 2017 ha portato a un +11% di investimenti fissi lordi rispetto all'anno precedente.¹
- Le imprese che hanno invece beneficiato del credito di imposta per R&S&I sono aumentate del 104% rispetto al 2016.²
- I contratti di sviluppo sono stati determinanti nella salvaguardia e creazione di nuovi posti di lavoro con un risultato di circa 58.000 posti garantiti e con investimenti attivati pari a 4 Mld €.³

Il piano 4.0 si pone anche dei nuovi obiettivi per i prossimi anni che riguardano principalmente gli investimenti in capitale umano, con l'attivazione di percorsi di studio finalizzati a formare studenti sulle nuove competenze digitali e di Industria 4.0, tramite anche il potenziamento degli Istituti Tecnici Superiori: l'obiettivo è di incrementare il numero di studenti iscritti dagli attuali circa 9,000 a circa 20,000 con un investimento di 95 M€ nel triennio 2018-2020.⁴

Per incentivare la formazione 4.0 è in via sperimentale per l'anno 2018 il Credito di Imposta 4.0, che prevede il 40% credito di imposta sul costo del personale impiegato in corsi di formazione specifica con un contributo massimo per impresa pari a 300.000 € / anno.⁵

La strada intrapresa sembra essere quella corretta e risultati non stanno tardando ad arrivare.

Nel 2017 il tasso di crescita della produzione industriale è raddoppiato rispetto al 2016, mentre quello dell'export sfiora l'8% superando Francia e

¹ Fonte: Elaborazioni MISE su dati ISTAT (gennaio – novembre 2017 vs. stesso periodo 2016).

² Fonte: Indagine Unioncamere-Infocamere, agosto 2017 su campione di 68.000 imprese di cui 24.000 sostengono una spesa in Ricerca & Sviluppo.

³ Fonte: Invitalia.

⁴ Fonte: Legge di Bilancio 2018.

⁵ Fonte: Legge di Bilancio 2018.

Germania. La nota più importante riguarda però gli ordinativi di beni 4.0 da parte delle imprese italiane che ha superato l'11%.⁶

Il piano Industria 4.0 è fra i fattori hanno contribuito al risultato emerso dall'indagine "2018 Foreign direct investment confidence index", della società di consulenza strategica At Kearney, che riporta l'Italia nella top ten a livello mondiale come attrattiva per gli investitori esteri. Fra gli altri fattori che hanno determinato la performance italiana ci sono la forza della domanda interna, la crescita della domanda estera e il tasso di disoccupazione più basso degli ultimi 5 anni. [6]

2.2. Monitoraggio ed efficienza

Gli ambiti applicativi industriali dell'IoT (*Internet of Things*, neologismo riferito all'estensione di Internet al mondo degli oggetti e dei luoghi concreti) sono diversi ma due sono particolarmente soddisfacenti nel breve periodo: il **monitoraggio degli asset** e l'**efficienza energetica**.

Il blocco degli impianti, la difettosità e il ritardo sono fenomeni che ogni azienda desidererebbe evitare. Di conseguenza la manutenzione predittiva, un tipo di manutenzione che prevede di intervenire in anticipo andando a valutare possibili guasti grazie all'utilizzo di sensori, telecamere ed analisi dei dati, aiuta a rilevare segnali di usura e malfunzionamenti prima che si verifichino le rotture. E grazie all'analisi di questi dati permette di definire un calendario di manutenzione preventiva.

L'approccio IoT per la manutenzione predittiva permette alle aziende una notevole riduzione dei costi di gestione rispetto alla manutenzione tradizionale. Le attività di manutenzione vengono svolte solo quando necessario e dove necessario, permettendo una pianificazione più intelligente della manutenzione, mirando ad evitare fermi di produzione.

⁶ Fonte: Dati Istat sulla Produzione Industriale

Sulla base delle analisi è possibile effettuare una previsione di condizione anomala, che consente un'azione tempestiva al fine di impedire un grave guasto alla linea. Il monitoraggio è quindi un aspetto critico della manutenzione preventiva; assicura che l'attrezzatura sia sempre in funzione o sia mantenuta in anticipo rispetto all'occorrere degli eventi, indicando la varianza nei parametri che vengono monitorati. Ma misurare i parametri non basta, è necessario definire un modello matematico del sistema sotto analisi, da cui ricavare le condizioni di guasto.

È anche necessario che i dati siano direttamente correlati alle condizioni operative del bene oggetto dell'analisi. La decisione relativa all'intervento di manutenzione si basa sullo stato di deterioramento di un macchinario ma anche sulle esigenze aziendali in quel momento. I settori che più di altri hanno affrontato questa trasformazione sono il Petrochimico ed i Trasporti ferroviari ed aerei, che da diversi anni stanno lavorando per implementare soluzioni sempre più efficaci per risolvere criticità che portano inefficienze molto costose dei propri sistemi.

Il secondo ambito applicativo è quello della misurazione dei consumi energetici. Un misuratore intelligente è un dispositivo in grado di misurare il consumo di energia, acqua o gas di un edificio o di una casa, e incrociare questi dati con altri parametri di interesse.

I contatori tradizionali si limitano a misurare i consumi in termini assoluti, i contatori intelligenti con tecnologia IoT sono in grado di misurare quando e come una risorsa viene utilizzata. Un contatore smart permette quindi di ottenere maggiori informazioni sul consumo, aumentando notevolmente la capacità di controllo sull'utilizzo energetico per risparmiare e ridurre le emissioni. Le tecnologie ci consentono ora di controllare in tempo reale, da remoto e in maniera sistematica, i consumi energetici grazie a sistemi di gestione che mirano ad ottenere la massima efficienza energetica possibile senza diminuire il livello di prestazioni ottenute.

3. OEE (Overall Equipment Effectiveness)

L'efficacia generale dell'apparecchiatura (OEE) è un termine coniato da Seiichi Nakajima negli anni '80 per valutare l'efficacia di un'operazione di produzione. [7]

Si basa sulle teorie di Harrington Emerson sull'efficienza del lavoro. I risultati sono riportati in una forma generica che consente il confronto tra unità produttive in settori diversi. Non è tuttavia una misura assoluta ed è meglio utilizzata per individuare l'ambito di miglioramento delle prestazioni dei processi e come ottenerlo.

3.1. Definizione del OEE

3.1.1. Tipi di perdite

L'OEE, acronimo per Overall Equipment Effectiveness, è una misura espressa in punti percentuali che mira a rappresentare tre diversi concetti molto importanti dal punto di vista del controllo di produzione: la *disponibilità*, l'*efficienza* ed il *tasso di qualità* di un impianto.

Analizzando l'output di un processo possiamo incorrere in diverse situazioni:

- Un output pari a 0 per diversi minuti che corrisponde a un periodo di DOWN TIME LOSSES, traducibile con perdite per fermo macchina.
- Un output inferiore alle aspettative che corrisponde a un periodo di SPEED LOSSES, equivalente a una perdita di velocità.
- Un output non conforme alle specifiche di qualità richieste, che corrisponde a un QUALITY LOSSES, cioè una perdita di qualità.
- Un output che per un certo periodo corrisponde alle specifiche di qualità e quantità previste.

3.1.2. Cause delle perdite

Possiamo inoltre suddividere le perdite analizzandone le cause:

- Il malfunzionamento di una macchina che porta a non essere in grado di soddisfare una richiesta.
- Il processo stesso può generare perdite per come è stato realizzato.
- Cause esterne che non possono essere controllate.

C'è un motivo per cui viene utilizzato questo modello. Se l'efficacia deve essere migliorata, solo le perdite causate da malfunzionamenti della macchina e di processo possono essere modificate. Le cause esterne prescindono dall'organizzazione di produzione e manutenzione. Questo tipo di suddivisione permette di trovare le cause delle perdite e l'organizzazione che ne è responsabile.

3.1.3. Perdite esterne

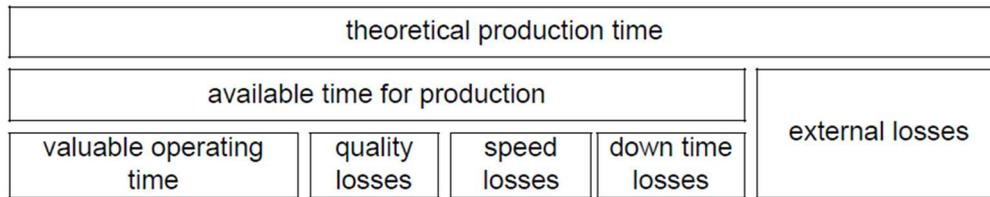
Possiamo suddividere le perdite esterne tra previste e imprevedute e, in maniera determinante al risultato finale, andremo a considerare le manutenzioni programmate come una causa esterna prevista.

Difatti i periodi di tempo in materia di revisioni e manutenzioni programmate hanno a che fare con il futuro e meno con la produzione attuale. Questo è chiaramente legato alla politica del top management e meno all'output di produzione attuale.

Si noti che non tutte le perdite esterne sono DOWN TIME LOSS. Per esempio una mancanza di materie prime può portare ad un periodo di SPEED LOSSES.

3.1.4. Divisione delle perdite

Quando le perdite a causa di cause esterne sono rimosse, le altre perdite possono ancora essere suddivise in DOWN TIME, SPEED e QUALITY LOSSES. La divisione completa delle perdite è indicata nel diagramma seguente:



2. Divisione delle perdite

3.1.5. Perdite per Downtime

Vengono considerate le perdite di Downtime esclusivamente nel tempo disponibile alla produzione, questo significa che le perdite esterne non sono considerate.

Le principali cause di Downtime dovute al malfunzionamento sono:

- Insorgere di malfunzionamenti.
- Interventi di manutenzione preventiva (pianificati e non), da gestire all'esterno delle grandi revisioni.

Le principali cause di Downtime dovute al processo sono:

- Tempo di setup, o attrezzaggio, definito come il periodo di tempo per preparare un mezzo di produzione per essere pronti a funzionare o ad accettare un compito, dovuto ad un cambio di prodotto non pianificato.
- Cambio di parti consumabili (es. Filtri, catalizzatori).
- Attività di preparazione o terminazione di un turno come la pulizia.

3.1.6. Perdite di Velocità

Le principali cause di perdite di Velocità dovute al malfunzionamento sono:

- Insorgere di malfunzionamenti che rallentano la macchina ma senza fermarla.
- Piccole imperfezioni tecniche che possono essere risolte dall'operatore (es. pacco incastrato).

- Ridotto output a causa di Startup/Shutdown in seguito ad un intervento di manutenzione che richiede la fermata della macchina.

Le principali cause di perdita di Velocità dovute al processo sono:

- Aspettativa errata di un output inferiore rispetto al previsto.
- Parametri di processo non sintonizzato allo standard.
- Ridotto output a causa di Startup/Shutdown in seguito ad una fermata per cambio prodotto.

3.1.7. Perdite di Qualità

Le principali cause di perdite di Qualità dovute al malfunzionamento sono:

- Startup/Shutdown del processo di produzione causato da un intervento di manutenzione volto a ripristinare la macchina malfunzionante. Le perdite di qualità si verificano perché un'installazione, nel tempo tra l'avviamento e il rendimento completamente stabile, produce prodotti non completamente conformi alla domanda di qualità.
- Il funzionamento errato della macchina, come l'incapacità di raffreddarsi abbastanza o mantenere la giusta pressione, può provocare una perdita di qualità, eventualmente associata a perdite di velocità.

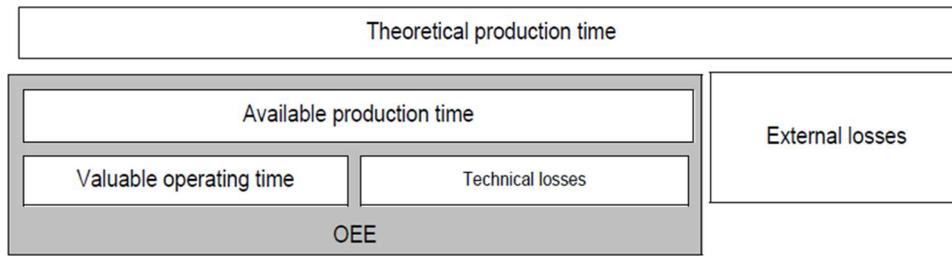
Le principali cause di perdite di Qualità dovute al processo sono:

- Aspettativa errata di un output di qualità inferiore rispetto al previsto.
- Parametri di processo non sintonizzato allo standard.
- Ridotta qualità a causa di Startup/Shutdown in seguito ad una fermata per cambio prodotto. [8]

3.2. Calcolo del OEE

3.2.1. OEE

Il valore della OEE è una misura dell'efficacia dell'impianto nel tempo disponibile per la produzione.

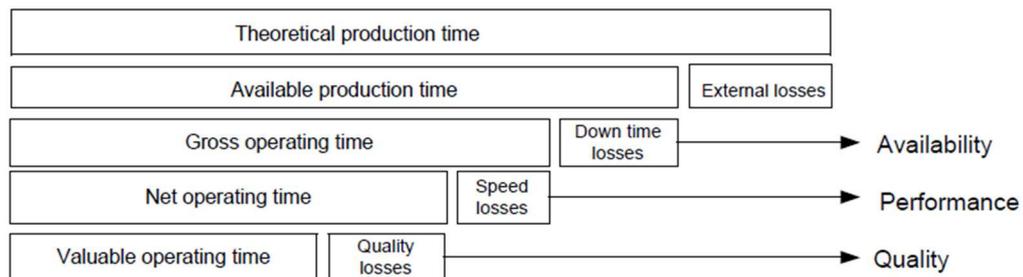


3. Suddivisione temporale

L'OEE è quantificato come segue:

$$OEE = \frac{\text{Valuable Operating Time}}{\text{Available Production Time}}$$

Possiamo analizzare l'OEE maggiormente nel dettaglio:



4. Dettaglio dell'OEE

Con **Availability** intendiamo la disponibilità della macchina:

$$\text{Availability} = \frac{\text{Gross Operating Time}}{\text{Available Production Time}}$$

Quando i DOWN TIME sono nulli la disponibilità della macchina è pari al 100%.

Il fattore di **Performance** è una misura della perdita di velocità:

$$\text{Performance} = \frac{\text{Net Operating Time}}{\text{Gross Operating Time}}$$

Questa variabile rappresenta il rapporto tra la produzione reale della macchina e quella teorica. Proprio perché sarebbe difficile tenere traccia di

eventuali micro fermate, l'efficienza è una variabile che si calcola deduttivamente, attraverso il rapporto tra il numero di pezzi effettivamente prodotti in un intervallo di tempo di UPTIME ed il numero teorico programmato.

$$Performance = \frac{Number\ of\ Parts\ produced}{Gross\ Operating\ Time * Theoretical\ Cycle\ Time}$$

Durante il tempo operativo netto (Net Operating Time) non si verificano perdite di velocità o DOWN TIME. In questo periodo l'output è determinato dalla quantità prevista per il tempo di produzione. Tuttavia non è detto che il totale dell'output prodotto sia conforme alle specifiche di qualità richieste.

Il fattore di **Quality** è così definito:

$$Quality = \frac{Valuable\ Operating\ Time}{Net\ Operating\ Time}$$

Le specifiche di prodotto e le specifiche di produzione sono il punto di partenza per il calcolo del fattore relativo alla qualità.

Abbiamo precedentemente definito l'OEE come il rapporto tra Valuable Operating Time e Available Production Time. Possiamo ora ridefinirlo utilizzando questi tre fattori:

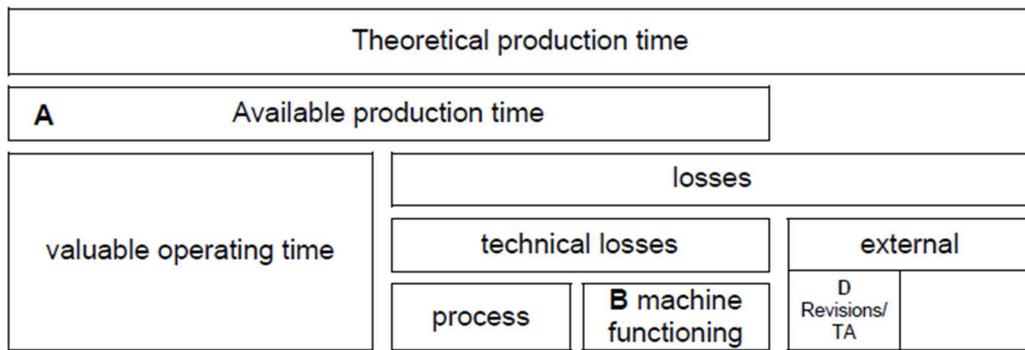
$$OEE = Availability * Performance * Quality$$

Da notare che, in molti casi, perdite di DOWN TIME possono causare anche perdite di velocità e qualità. La velocità di riferimento non viene raggiunta immediatamente dopo una fermata dell'impianto ed i primi prodotti non sono necessariamente conformi alle specifiche di qualità. [9]

3.2.2. OEE e la manutenzione

Sulla base della precedente divisione delle perdite, è possibile definire fattori che sono indicatori delle perdite da imputare alla manutenzione.

Lo schema seguente ci aiuta a capire al meglio questi fattori:



5. Fattori dell'OEE

La manutenzione è responsabile di due tipi di perdite:

- Perdite tecniche dovute al malfunzionamento della macchina durante il tempo di produzione disponibile (B).
- Le perdite esterne necessarie per effettuare revisioni (D).

Per definire i tre fattori di efficacia, il tempo è stato utilizzato come unità di misura.

Altre possibilità sono la Velocità e il Volume.

Una scelta deve essere fatta ma è chiaro che non tutti i fattori di efficacia possono essere calcolati con tutti tipi di unità.

La velocità per esempio non è adatta per il calcolo dell'**Availability** in quanto la velocità non influisce sulla disponibilità della macchina.

Lo stesso vale per il volume e la disponibilità dell'unità.

La seguente tabella mostra come i fattori di efficacia possono essere calcolati utilizzando diverse unità:

	TIME	SPEED	VOLUME
AVAILABILITY	Gross operating time on available production time.		
PERFORMANCE	Net operating time on gross operating time	Actual speed on reference speed	Total number produced on theoretical max produced in gross operating time
QUALITY	Valuable operating time on net operating time		Approved on total number produced
OEE	Valuable operating time on available production time		Approved on theoretical max produced in available production time

6. Calcolo dei fattori

3.3. Misure economiche basate sul OEE

Quando si misura l'OEE è importante determinare quali sono gli obiettivi e chi sono i destinatari dei risultati.

L'OEE può essere impiegato come un indicatore interno al fine di: avere consapevolezza delle perdite, verifica del raggiungimento degli obiettivi prefissati, confronto dei risultati nel tempo, confronto di risultati tra differenti impianti. L'OEE può anche essere utilizzato per misurazioni esterne per avere un confronto con impianti simili, anche se è necessario fare molta attenzione che questo indicatore venga calcolato alla stessa maniera.

Basandosi sul Total Productive Maintenance (TPM)⁷:

⁷ CFR www.jipm.com per maggiori informazioni sui TPM Awards.

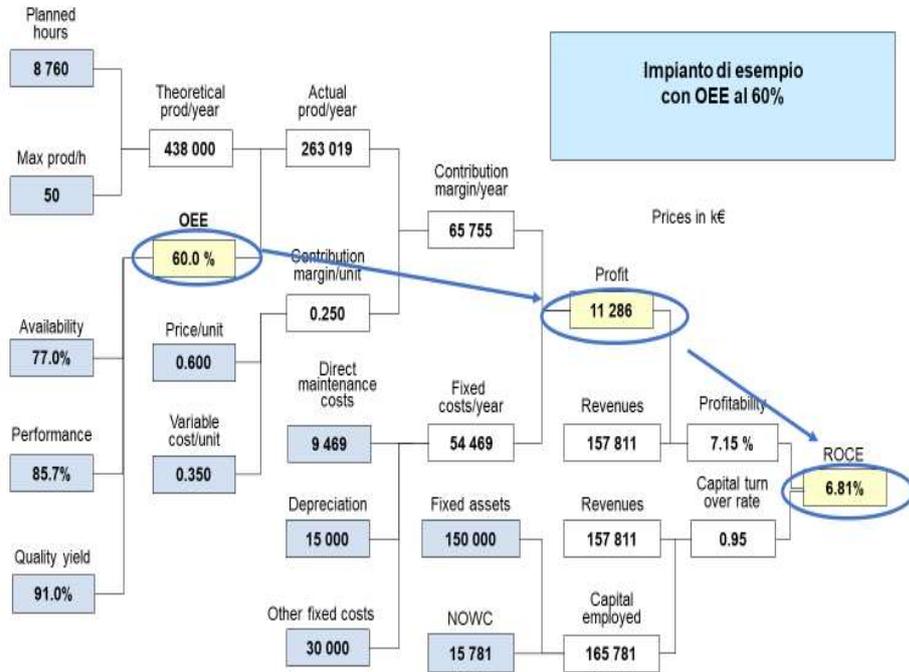
Industry	OEE top-level	Total OEE
Manufacturing	85%	60%
Process	> 90%	> 68%
Metallurgy	75%	55%
Paper	95%	> 70%
Cement	> 80%	60%

7. Esempi di OEE per settore

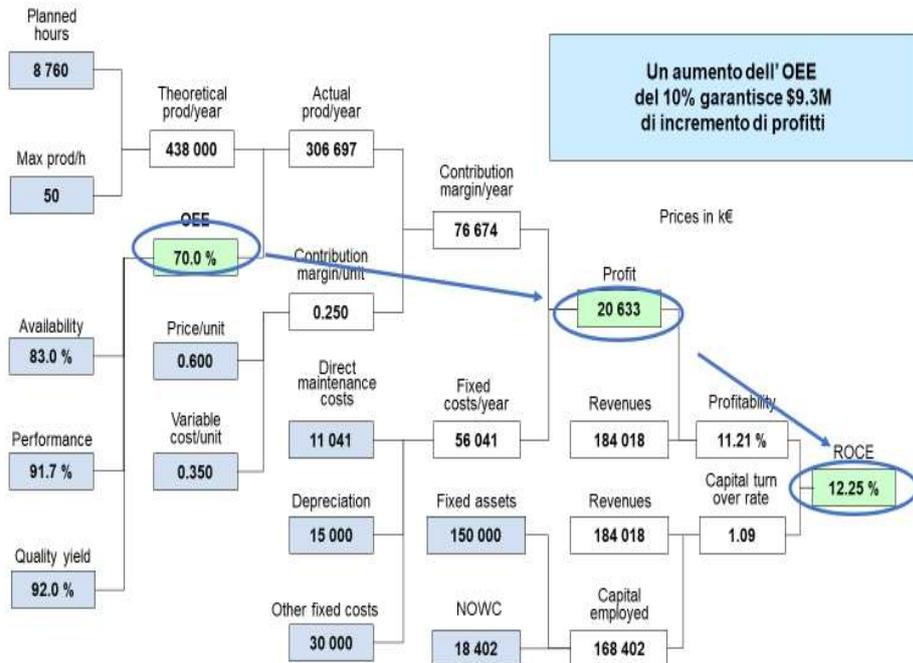
In definitiva possono essere effettuate differenti analisi economiche utilizzando l'OEE, le due principali sono:

- 'Production Economy' è un modo di guardare agli aspetti economici della manutenzione. Lo scopo è quello di avere un'idea di tutti i costi di manutenzione in un dato momento nel tempo. Questo può essere usato per rendere le imprese consapevoli di questi costi o per avere un quadro dei costi quando viene offerto un servizio completo di manutenzione.
- L'analisi 'Dupont', in quanto come lo schema Dupont suddivide il ROE in tre componenti, aiuta a determinare come l'OEE influisca sul ROA (Return on Assets). È inoltre uno strumento per dare una priorità alle linee di produzione o per valutarne possibili miglioramenti.

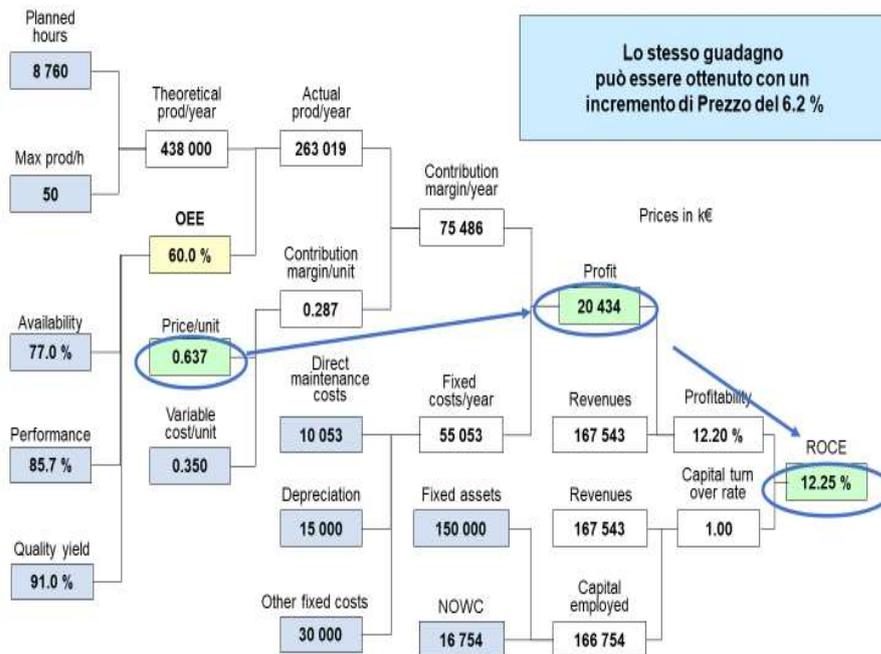
3.3.1. Impatto dell'OEE su un impianto



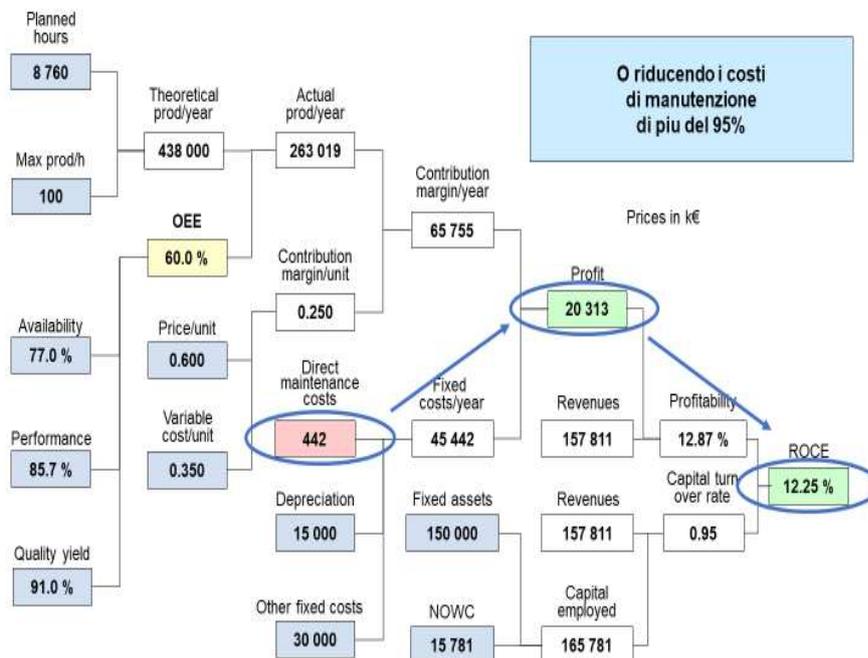
8. Impianto con OEE al 60%



9. Impianto con OEE al 70%



10. Aumento di prezzo del 6.2%



11. Riduzione dei costi equivalente

4. Applicazione Web – OEE Manager

OEEmanager permette di monitorare il funzionamento degli impianti industriali di produzione e di tenere sotto controllo l'efficacia di ciascuna macchina o parte dell'impianto, di misurare cioè l'OEE di ciascuna macchina, la disponibilità e le performance, il MTBF (*mean time between failure* cioè il tempo medio tra le fermate) e il MTTR (*mean time to restore* cioè il tempo medio per ripristinare il funzionamento).

Si tratta di un'applicazione web-based utilizzabile sia da PC tramite Web Browser (IE, Chrome, Firefox) che da device mobili (tablet / smartphone) in quanto implementata utilizzando librerie e accorgimenti che ne garantiscono l'ottimizzazione su dispositivi mobile.

OEE manager richiede di specificare, per ciascuna macchina, i piani di produzione giornalieri di dettaglio. Per semplificare l'inserimento e l'aggiornamento dei piani di produzione, OEEmanager gestisce calendari di produzione standard a livello settimanale facilmente associabili alle singole macchine, tramite i quali genera in automatico i piani di produzione dettagliati. Gli addetti di produzione possono poi verificare ed eventualmente aggiornare la pianificazione utilizzando una potente interfaccia grafica (Gantt attivo).

OEEmanager lavora in stretta cooperazione con i sistemi di automazione industriale che gestiscono e monitorano il funzionamento delle macchine e degli impianti. È necessario ricevere, per ciascuna macchina e con frequenza configurabile, la quantità prodotta in ciascun intervallo di tempo. In base a queste informazioni e alla sua variazione nel tempo OEEmanager rileva lo stato di funzionamento della macchina (macchina ferma, macchina in funzione, macchina in funzione a velocità ridotta) e genera eventi di transizione da uno stato all'altro. Gli addetti alla produzione dovranno “classificare” questi eventi di transizione (specificare i motivi di fermate / rallentamenti della produzione) tramite l'interfaccia a loro disposizione. Dovranno inoltre specificare, se queste

informazioni non sono disponibili automaticamente, le quantità o le percentuali di prodotto “scartato” (o rilavorato) per ciascun turno/lotto di produzione.

Tutte queste informazioni (eventi, qualità) serviranno a un calcolo più preciso dell’OEE.

4.1. Interfaccia Utente

In homepage l’utente collegato troverà un elenco di voci di menu in base alle sue credenziali. L’utente amministratore con visibilità massima vedrà: Home, About, Preferenze, Utenti, Prodotti, Produzione, Macchine, Calendario, Upload, Logout.

Nella home sono inoltre visualizzati, in una struttura ad albero su 3 livelli, i siti, le linee e i macchinari. Ogni voce macchina è cliccabile e riporta alla scheda macchina singola. Sono accessibili solo i siti assegnati all’utente.

Codice	Descrizione
04	Settimo Torinese - Olon
SET-OLO	SET-OLO
ACQ01	Coge x ACQUA CALDA
ELE01	Coge x elettricità
RE-ELE01	Coge x rendimento elettrico
RE-VAP01	Coge x rendimento termico
VAP01	Coge. x VAPORE
02	SIR
COGE-SIR	COGE-SIR
ACQUA_CALDA	ACQUA_CALDA-SIR
ELE	ELETTTRICO-SIR
VAP	VAPORE-SIR

12. Interfaccia Siti

È difatti possibile creare gruppi utenti in modo da differenziare la visibilità alle differenti parti dell’applicazione.

Nella schermata **About** sono presenti informazioni sulla versione dell’applicazione, la data di rilascio e il Tenant (client organization) in uso.

Nella schermata **Preferenze** è invece possibile modificare alcune informazioni relative al proprio account.

QUANT. OEEmanager 1.2
Welcome: Oee Admin

Home About Preferenze Utenti Prodotti Produzione Macchine Calendario Upload Logout

Nome Utente: oeeadmin

Gruppo Utente: Admin

Nome: Oee Admin

Lingua: Italian

Separatore Decimale: .

Email: matteo.bonacci@netsurf.it

Password:

Salva Reset

13. Interfaccia Preferenze

La schermata **Utenti** fornisce una vista di tutti gli utenti e la possibilità di Creare, Modificare o Eliminare un Utente.

Per la creazione di un nuovo utente è necessario specificare i siti di produzione su cui l'utente ha visibilità e il gruppo utente tra Amministratore, Manutentore e Produzione.

QUANT. OEEmanager 1.2
Welcome: Oee Admin

Home About Preferenze Utenti Prodotti Produzione Macchine Calendario Upload Logout

Utenti + Nuovo Modifica Elimina

Nome Utente	Gruppo	Nome	Lingua	E-Mail
Default	Production	Default User	IT	oeeadmin
Man1	Management	Man 1	EN	oeeadmin
oeeadmin	Admin	Oee Admin	IT	oee_admin@temp.it

14. Interfaccia Utenti

Nuovo Utente

Nome Utente

Gruppo Utente

Nome

Siti
SIR

Lingua

Separatore Decimale

Email

Password

15. Interfaccia Creazione Utente

La schermata **Prodotti**, disponibile solo al gruppo Amministratori, fornisce una vista di tutti i prodotti disponibili e la possibilità di crearli, modificarli o eliminarli.

Un prodotto è caratterizzato da Codice, Descrizione, Unità di Misura, Unità di tempo (nella quale avviene il campionamento), un campo Tag che fa riferimento alla tabella per l'interscambio dati, la velocità di produzione attesa, la velocità di produzione standardizzata (automaticamente calcolata) e il colore associato per la visualizzazione in Active Gantt.

QUANT OEEmanager 1.0
Welcome: Oee Admin

Home About Preferences Users Products Production Machines Schedule Logout

Products list

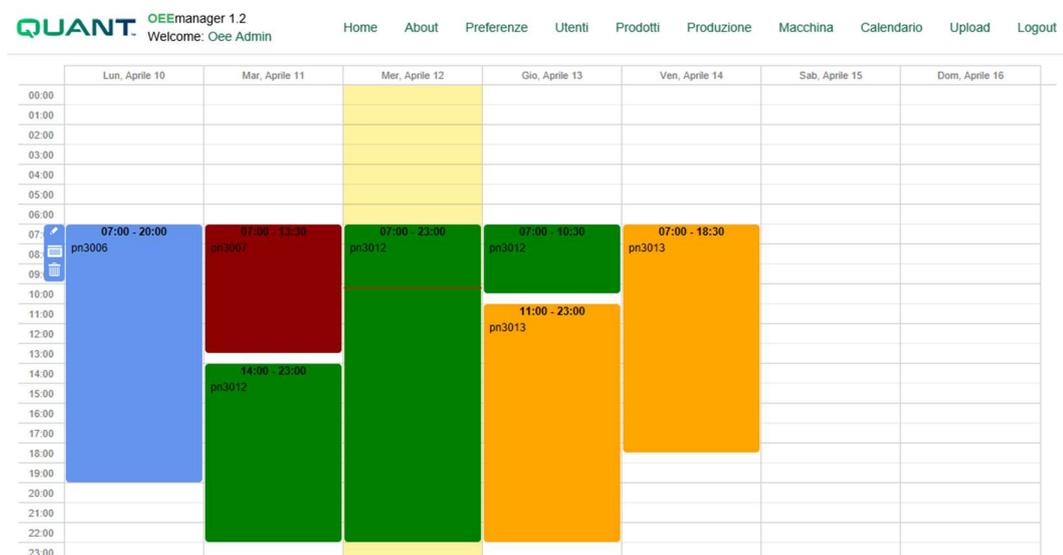
ID	Description	Product Code	Unit of Measure	Unit of time	Production speed
1	pn3006	pn3006	u	mm	2.6
2	pn3007	pn3007	u	mm	3.5
3	pn3012	pn3012	u	mm	4
4	pn3013	pn3013	u	h	250

16. Interfaccia Prodotti

ID	<input type="text" value="11"/>
Descrizione Prodotto	<input type="text" value="Rn - Rendimento Ele"/>
Codice Prodotto	<input type="text" value="Rn-Ele"/>
Unità di misura	<input type="text" value="Unit"/>
Unità di tempo	<input type="text" value="Minute"/>
Tag	<input type="text" value="R hd_s0004_i000082"/>
Velocità di produzione	<input type="text" value="100"/>
Velocità di produzione standardizzata	<input type="text" value="100 u/min"/>
Colore	<input type="text" value="OrangeRed"/>
<input type="button" value="Salva"/> <input type="button" value="Reset"/> <input type="button" value="Indietro"/>	

17. Interfaccia Prodotto

Il tab Produzione permette di creare Template di Calendari di produzione da associare a una o più macchine. Tramite un'interfaccia di calendario si possono associare dei prodotti ad un periodo di produzione. Associando poi questo template ad una macchina esso verrà riportato nel calendario di produzione della macchina.



18. Interfaccia Template calendario

Il tab Calendario permette la visualizzazione giornaliera o settimanale del calendario di produzione di tutte le macchine visualizzabili dall'utente.

Il tab centrale di quest'applicazione è sicuramente il tab Macchina. Esso permette appunto la gestione delle macchine. Dalla loro creazione,

all'associazione di un template di produzione e quindi alla creazione di un suo calendario, fino al calcolo degli indici di performance.

La scheda per la creazione di una nuova macchina richiede l'inserimento dei seguenti dati: il nome, il codice tecnico della macchina, il caricamento di un'immagine di riferimento, il tipo di macchina tra Sito, Linea, Macchina al fine di permettere la creazione di un'alberatura che permetta il calcolo di un OEE agglomerato per le macchine di livello più alto, il codice della macchina "padre" se disponibile, gli indicatori da calcolare, un indice per l'ordine di visualizzazione se si vuole dare priorità a certe macchine e il Template del calendario di riferimento.

Successiva alla creazione di una Macchina è necessario inserire le tipologie di eventi disponibili per quella macchina.

The screenshot shows the 'Nuovo Oggetto' (New Object) form in the QUANT OEEmanager 1.2 application. The form is titled 'Nuovo Oggetto' in green text. It contains the following fields and controls:

- ID:** A text input field containing the value '31'.
- Nome:** A text input field containing the placeholder text 'Nome'.
- Codice:** A text input field containing the placeholder text 'Codice'.
- Immagine:** A text input field containing the placeholder text 'Immagine'.
- Tipo:** A dropdown menu with a blue border and a downward arrow on the right.
- Padre:** A dropdown menu with a downward arrow on the right.
- KPI:** A group of three checkboxes: 'Disponibilità' (checked), 'Prestazioni' (checked), and 'Qualità (OEE)' (unchecked).
- Ordine visualizzazione:** A text input field containing the placeholder text 'Ordine visualizzazione'.
- Template:** A dropdown menu with a downward arrow on the right.

At the bottom of the form, there are three green buttons: 'Salva', 'Reset', and 'Indietro'.

19. Interfaccia Creazione macchina

Una volta creata una macchina sarà possibile controllarne i risultati tramite la sua schermata di riferimento.



20. Interfaccia Macchina

Questa schermata riassume le informazioni principali disponibili per la macchina. Vengono riportati dati di funzionamento istantaneo della macchina (stato, prodotto e velocità) e l'OEE e i suoi tre coefficienti calcolati per il prodotto corrente e per la giornata corrente.

Il tab KPI riporta in grafico per intervalli di tempo differenti (giornaliero, settimanale, mensile o per un periodo custom) le informazioni relative a disponibilità, prestazioni, qualità e OEE. Vengono inoltre riportate informazioni sul MTBF e MTTR.

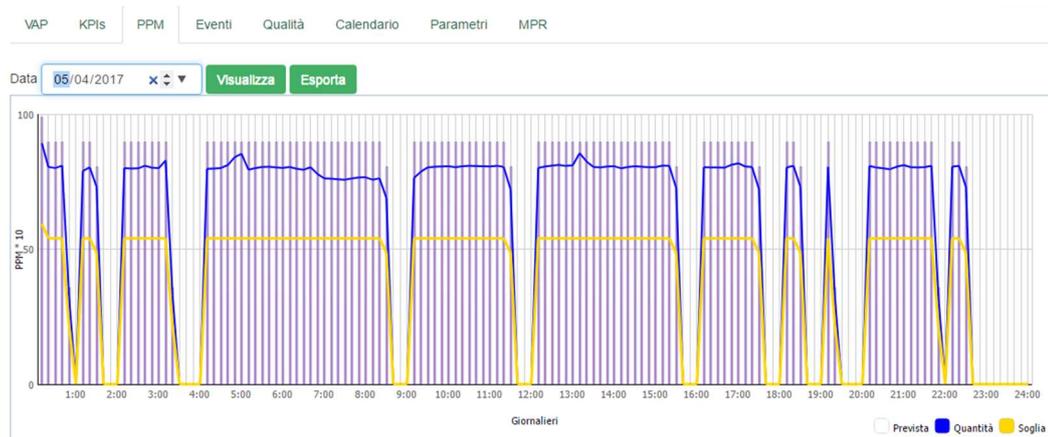


21. Tab KPI giornaliero



22. Tab KPI settimanale

Il successivo tab PPM permette di visualizzare il grafico giornaliero relativamente alla quantità prevista, effettivamente prodotta e la soglia per la gestione degli eventi.



23. Tab PPM

Il tab parametri permette di gestire i parametri della macchina necessari alla gestione degli eventi, analizzati nel paragrafo 3.4.

VAP KPIs PPM Eventi Qualità Calendario Parametri MPR

ID	<input type="text" value="23"/>
Indice Soglia	<input type="text" value="60.00"/> %
Numero osservazioni	<input type="text" value="10"/>
Numero di minuti consecutivi sotto soglia	<input type="text" value="4"/>
Numero di minuti consecutivi senza produzione	<input type="text" value="5"/>

24. Tab Parametri

4.2. Scambio dati con il sistema di automazione

OEEmanager lavora in stretta cooperazione con i sistemi di automazione industriale che gestiscono e monitorano il funzionamento delle macchine e degli impianti. In particolare OEEmanager necessita ricevere (per ciascuna macchina e con frequenza configurabile) la quantità prodotta in ciascun intervallo di tempo. In mancanza di questo dato la macchina non è gestibile da OEEmanager.

La frequenza con cui ricevere i dati di aggiornamento è un parametro generale configurabile a livello di ogni installazione. La frequenza da selezionare dipende dal tipo di produzione e deve essere scelta in modo che in ogni intervallo di tempo la quantità prodotta sia significativa.

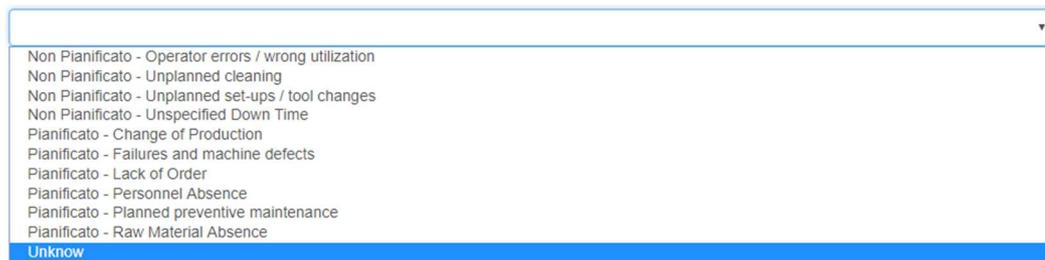
Il sistema di automazione (da qui in avanti riferito come “Automazione”) scriverà i dati di produzione, con la frequenza concordata, in una apposita tabella “di interscambio” condivisa con OEEmanager.

Ogni prodotto ha valorizzato un campo Tag che fa riferimento alla tabella in cui Automazione inserisce i dati. Una stored procedure a frequenza oraria (personalizzabile in base alle esigenze) si occupa di recuperare questi dati per tutte le macchine e inserirli nelle apposite tabelle utilizzate dall’applicazione.

Successivamente OEEmanager rende disponibili ad Automazione gli Eventi generati per permettere la loro classificazione a bordo macchina.

Quando l'utente interviene su un evento classificandolo, Automazione lo restituisce ad OEEmanager.

Qualora l'evento sia già stato classificato in OEEmanager la classificazione da bordo macchina è ignorata. Da OEEmanager è invece possibile "riclassificare" un evento già classificato da bordo macchina. OEEmanager associa agli eventi una classificazione di default all'atto della creazione, in modo da poter calcolare l'OEE anche in assenza di classificazione da parte dell'utente.



25. Riclassificazione evento

Gli eventi possono essere classificati ed eventualmente riclassificati per una settimana dalla loro nascita. All'atto della classificazione/riclassificazione, il sistema ricalcola l'OEE se necessario. Scaduta la settimana gli eventi non sono riclassificabili e l'OEE non viene ricalcolato.

In base alla tipologia di evento (planned / unplanned) l'OEE tiene conto o meno di questo evento. Se l'evento è pianificato l'eventuale Stop o Slowdown non va ad influire sul calcolo dell'OEE finale che si adegua alla nuova pianificazione.

4.3. Calcolo del OEE

Con frequenza oraria una Stored Procedure, cioè un gruppo di istruzioni SQL compattate in un modulo e memorizzati per un successivo utilizzo, si occupa di ricalcolare ed aggiornare gli OEE per tutte le macchine che presentano ancora dati disponibili nella tabella ProductionPerMinute. Questa tabella contiene le informazioni di produzione necessarie per il calcolo ed è ripulita dai dati vecchi e consolidati secondo dei parametri di installazione con un default di 7 giorni. Di conseguenza l'OEE viene ricalcolato fino a X giorni nel passato in cui è

necessario giustificare gli eventi ed è possibile modificare il calendario di produzione.

L'OEE viene salvato in tabella con campionatura oraria e mostrato nei grafici secondo questa campionatura o per intervalli di tempo maggiori (giornaliere nella schermata macchina).

Per ogni Oggetto viene calcolato, salvato e reso disponibile l'OEE ed anche i valori che lo compongono, quindi Availability, Performance e Quality.

Con frequenza oraria viene quindi richiamata la `sched_oe_PPMcalcOEE` che ciclando su ogni oggetto per cui è necessario il calcolo dell'OEE richiama la:

```
PROCEDURE [dbo].[sp_oe_PPMcalcOEE]
    @objectid int, -- ID OGGETTO
    @date date, -- DATA
    @hour int, -- ORA
    @prodid int -- ID PRODOTTO IN QUEL ORA/DATA
```

4.4. Gestione degli Eventi

Sono stati creati due tipi di eventi (Slowdown e Stop) che fanno riferimento a due equivalenti Stati macchina che insieme allo stato Running rappresentano l'insieme degli stati che un Oggetto può assumere.

Attraverso la seguente interfaccia l'utente può configurare per ogni macchina come andranno gestiti e generati gli eventi.

ID	<input type="text" value="25"/>
Indice Soglia	<input type="text" value="20.00"/> %
Numero osservazioni	<input type="text" value="10"/>
Numero di minuti consecutivi sotto soglia	<input type="text" value="4"/>
Numero di minuti consecutivi senza produzione	<input type="text" value="5"/>
	<input type="button" value="Salva"/> <input type="button" value="Reset"/>

26. Interfaccia Gestione eventi

Partendo da una quantità di produzione pianificata si può impostare una soglia percentuale che rappresenta il limite sotto il quale si può parlare di un rallentamento di una macchina.

Il sistema ogni minuto controlla la media delle N osservazioni precedenti (da configurazione) e verifica se gli N2 minuti precedenti presentano una media sotto soglia, nel qual caso genera un evento di Slowdown che l'utente dovrà in seguito giustificare e la macchina cambierà di stato. Se queste osservazioni di sotto soglia rappresentano una fermata e la mancata produzione si protrae per più di N3 minuti, allora verrà generato un evento di Fermata.

Seguendo lo stesso principio il sistema riconosce la chiusura dell'evento, per esempio con una produzione che ritorna a valori accettabili, riportando quindi la macchina allo stato Running e completando le informazioni sull'evento da giustificare.

5. Caso Pratico

La prima applicazione dell'OEE Manager fa riferimento alla gestione di un sistema di cogenerazione.

5.1. Cogeneratore

Un sistema di cogenerazione consiste nel produrre energia termica ed energia elettrica attraverso un unico impianto alimentato da una sola fonte di energia primaria.

La cogenerazione viene realizzata in particolari centrali termoelettriche, dove si recuperano l'acqua calda e/o il vapore di processo prodotti da un motore primo alimentato sia da un combustibile fossile (gas naturale, olio combustibile) sia da combustibili organici non fossili (biomasse, biogas, gas di sintesi). In questo caso si ottiene un notevole risparmio di energia rispetto alla produzione separata di elettricità ed 'energia termica.



27. Impianto di Cogenerazione

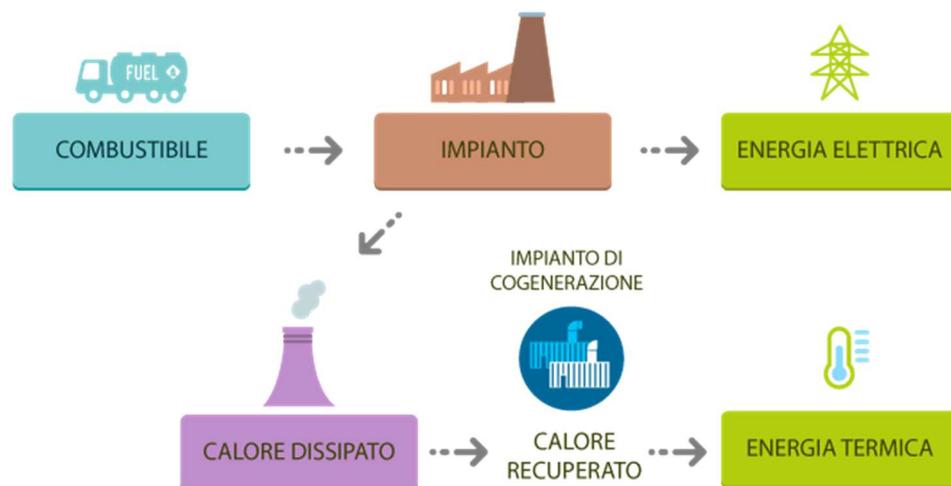
Sempre in termini semplificati, un impianto di cogenerazione funziona grazie a un “motore primo” (che può essere alimentato in vari modi come

abbiamo visto), un generatore elettrico che, mosso dall'impianto motore, converte l'energia meccanica in elettricità e degli scambiatori di calore, che svolgono la funzione di recupero del calore.

Tutte le tipologie fondamentali di impianti di cogenerazione si differenziano per il tipo di "motore primo" adottato. I più utilizzati e consolidati sono:

- motori a combustione interna
- turbine a gas
- turbine a vapore
- impianti a ciclo combinato turbina a gas/turbina a vapore

Gli ultimi 2 danno origine a impianti di potenza elevata e vengono quindi usati quasi esclusivamente per applicazioni industriali, mentre i motori a combustione interna e le turbine a gas trovano applicazione sia su impianti di potenza elevata che su sistemi di mini e micro-cogenerazione.



28. Schema cogenerazione

È importante sottolineare che non tutto il calore dissipato può essere recuperato. Una porzione viene comunque dispersa anche nel ciclo di produzione combinata.

Gli impianti di cogenerazione nascono dall'esigenza di aumentare l'efficienza dei sistemi di generazione di energia elettrica, sfruttando il calore che deve necessariamente essere dissipato dall'impianto. I principali vantaggi sono:

- Energetico, il primo vantaggio di un cogeneratore è di ridurre il consumo dell'energia primaria (combustibile), dato che la stessa può essere sfruttata per produrre elettricità e calore. In sostanza si ottiene un miglioramento del rendimento complessivo e quindi una diminuzione dei consumi (dell'ordine del 35% – 40%).
- Ambientale, in quanto diminuiscono le emissioni di sostanze inquinanti causate dalla produzione di energia, riducendo quindi l'impatto ambientale della produzione di energia termoelettrica.
- Economico, con la produzione di energia a costi più bassi e con la possibilità di usufruire degli incentivi se si investe nella cogenerazione.

5.2. Configurazione Cogeneratori

Il sistema di cogenerazione preso in esame è composto da 2 siti principali, di questi due siti si sono messe sotto controllo 2 macchine. Di ogni macchina si è voluto tenere sotto osservazione la produzione di 3 prodotti realizzati contemporaneamente, cioè Acqua, Vapore ed Elettricità. Sono quindi state create 3 macchine logiche su cui gestire un calendario mono-prodotto.

Elenco siti

Codice	Descrizione
04	Settimo Torinese - Olon
SET-OLO	SET-OLO
ACQ01	Coge x ACQUA CALDA
ELE01	Coge x elettricità
RE-ELE01	Coge x rendimento elettrico
RE-VAP01	Coge x rendimento termico
VAP01	Coge. x VAPORE
02	SIR
COGE-SIR	COGE-SIR
ACQUA_CALDA	ACQUA_CALDA-SIR
ELE	ELETTRICO-SIR
VAP	VAPORE-SIR

29. Siti Cogeneratore

Sono stati creati 3 diversi gruppi utenti:

- Admin, per la gestione del sistema da parte dell'IT, con visibilità completa su tutte le schermate.
- Management, per la gestione dell'impianto, la creazione di macchine e calendari, la visione dei risultati.
- Produzione, con visibilità limitata alle macchine e al loro piano di produzione, con il compito di giustificare gli eventi.

I prodotti tenuti sotto osservazione per questi impianti sono quindi come detto Elettricità, Acqua e Vapore.

Il calendario di produzione sulla macchina relativa è di conseguenza mono-prodotto e gestisce solamente le fermate. È stata data la possibilità all'utente Management di fare upload di questi calendari tramite Xml.

Ecco alcuni esempi dei risultati fin ora ottenuti.

Il primo grafico ci mostra i risultati suddivisi per mese per la macchina Vapore-Sir.

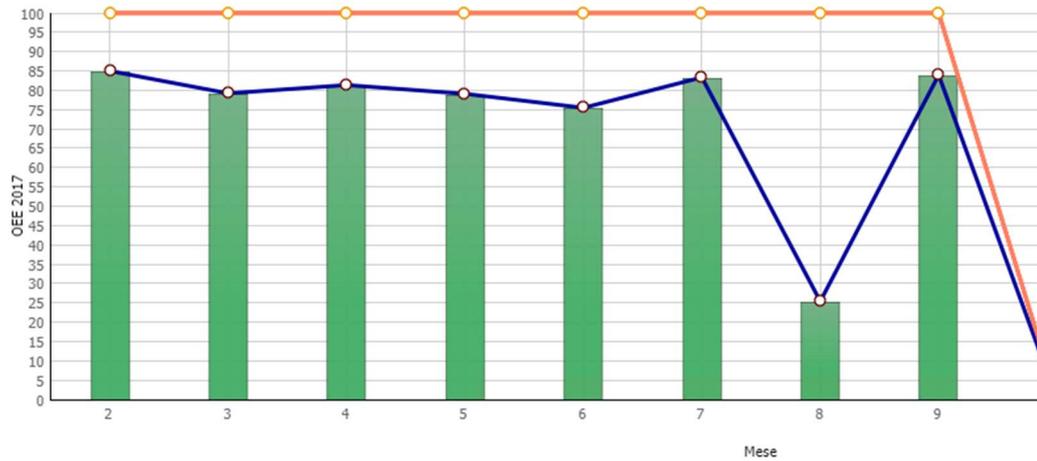
Successivamente abbiamo il dettaglio dei mesi di luglio e agosto.

La linea rosa indica la disponibilità della macchina.

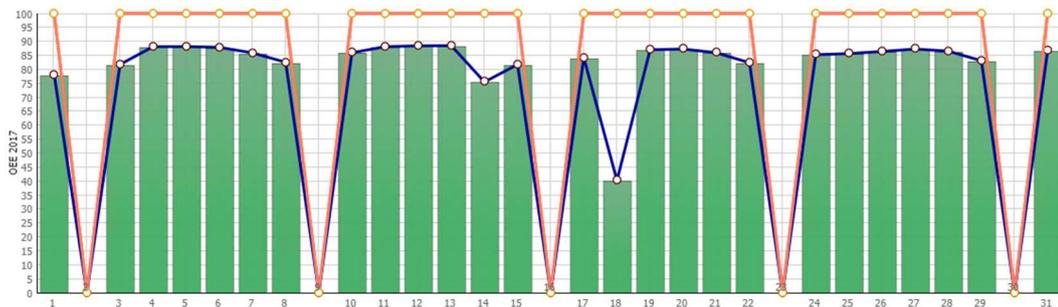
La linea gialla (equivalente alla rosa) indica la qualità del prodotto.

La linea blu la performance realizzata dalla macchina.

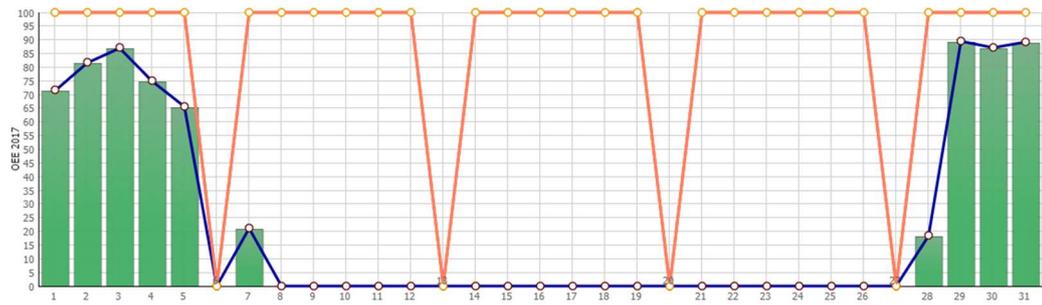
La barra verticale verde rappresenta il risultante OEE.



30. Risultati suddivisi per mese



31. Dettaglio Luglio



32. Dettaglio Agosto

6. Conclusioni

Durante lo sviluppo di questa tesi si è visto come l'IOT e l'avanzare dell'industria 4.0 permettano un'integrazione sempre più spinta tra macchine e strumenti tecnologici per la loro pianificazione e controllo, rendendo le informazioni e i dati disponibili in ogni momento e manipolabili con maggiore facilità e autonomia. Con l'obiettivo ultimo di creare una forma di intelligenza distribuita che faccia diventare i processi autonomi e in grado di autoregolarsi.

Per raggiungere questo scopo si è partiti dallo sviluppo dell'OEEmanager che ha portato come risultato ad automatizzare il calcolo dell'OEE tramite un'interfaccia web di facile comprensione e utilizzo.

Come abbiamo precedentemente detto e analizzato l'OEE nasce con l'obiettivo di monitorare il funzionamento degli impianti e di tenere sotto controllo l'efficacia di ciascuna macchina. Si tratta quindi di fornire un indice che faccia da benchmark per il progresso e il miglioramento del sistema di produzione. L'OEE permette di stabilire standard sempre più alti e seguirne l'andamento. Si può quindi definire come un meccanismo e strumento che spinge all'azione.

Per questo motivo ci si è indirizzati nella realizzazione di un'applicazione web in grado di raccogliere queste informazioni, elaborarle con il supporto dell'utente e presentare i risultati in un formato immediato e fruibile. OEEmanager cerca appunto di strutturarsi nel modo più flessibile possibile con portabilità tra ambienti DB e browser differenti, presentando inoltre una configurabilità elevata che permette di adattarlo già così alla maggior parte di situazioni di produzione e di impianti.

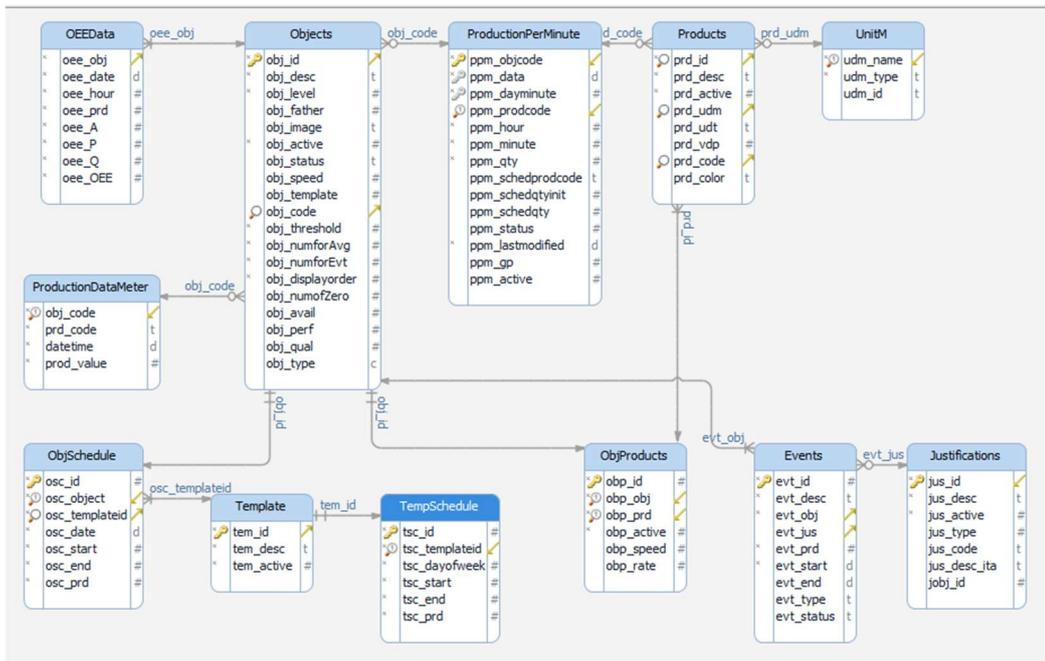
Per l'immediato futuro sono previste nuove implementazioni che riguardano principalmente la reportistica dei dati in tempo reale e di quelli storicizzati, permettendo un maggior livello di personalizzazione da parte dell'utente finale. In particolare con la possibilità di visualizzare grafici e tabelle custom, e con la creazione automatica di report con il successivo invio allo scattare di determinate

condizioni a sistema. Inoltre il cuore del programma, la parte sql che si occupa di raccogliere e elaborare i dati, è stata recentemente resa indipendente dall'interfaccia web e, con le necessarie e opportune parametrizzazioni, inserita in contesti pre-esistenti.

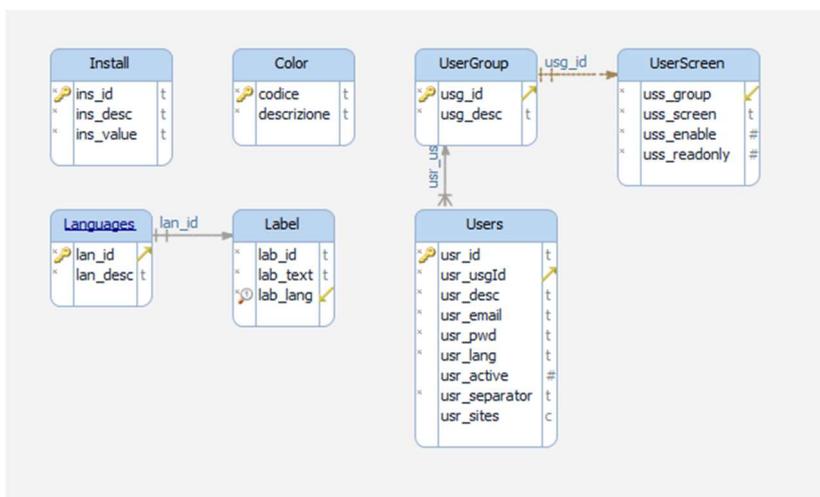
7. Appendice

7.1. DB

Il db utilizzato è un'istanza di SQL Server. Di seguito lo schema:



33. DB Schema parte 1



34. DB Schema parte 2

7.2. SQL

Di seguito sono state riportate alcune procedure sql di esempio utilizzate dall'applicazione.

7.2.1. sched_oe_PPMcheckEvt

Si tratta di una procedura schedulata che si occupa di verificare se ci sono eventi da generare.

```
-- =====
-- Author:      <Bonacci Matteo>
-- Description: <Controllo e generazione eventi>
-- =====
ALTER PROCEDURE [dbo].[sched_oe_PPMcheckEvt]
    @return int out
AS
BEGIN

    declare @objcode nvarchar(50)
    declare @prodcode nvarchar(50)
    declare @ratio numeric(9,4)
    declare @objratio numeric(9,4)
    declare @status nvarchar(50)
    declare @numrighe int
    declare @control int
    declare @objid int
    declare @prdid int

    Declare @CrsrVar Cursor
    Set @CrsrVar = Cursor For
    select distinct ppm_objcode from ProductionPerMinute where
ppm_data=cast(getDate() as date)

    Open @CrsrVar

    Fetch Next From @CrsrVar
    Into @objcode

    While (@@FETCH_STATUS = 0)
    begin

        set @control=0
        declare @qty int
        declare @schedqty int
        --get ratio
        select
@ratio=dbo.getAvgRatio(@objcode),@objratio=obj threshold,@status=obj status,@numri
ghe=obj_numforEvt,@objid=obj_id from Objects where Obj_code=@objcode;
        -- se produco zero vado in stop, se sono in under devo chiudere evento under
        -- se sono in stop e produco vado in ok
        if (@ratio is not null) begin
            if (@status='STOP') begin
                set @qty=0
                select top 1 @qty = ppm_qty from ProductionPerMinute where
ppm_objcode=@objcode
                and ppm_dayminute<(datePart(hh,getdate()))*60+
DATEPART(mi,getdate()))
                and ppm_data = cast (getdate() as date) order by ppm_dayminute
            desc
                if (@qty>0) begin
```

```

        update Objects set obj_status='OK' where Obj_code=@objcode
        Update Events set
        evt_end=getdate(),evt_desc='Updated',evt_status='Complete' where evt_obj=@objid
        and evt_type='Stop' and evt_status='Open'
    end
end

else if(@status!='STOP')begin
    set @qty=0
    select @qty=sum(ppm_qty) from ProductionPerMinute where
ppm_objcode=@objcode
    and ppm_dayminute<(datePart(hh,getdate())*60+
DATEPART(mi,getdate()))
    and ppm_dayminute>=(datePart(hh,getdate())*60+
DATEPART(mi,getdate()))-(select obj_numofZero from Objects where
obj_code=@objcode)
    and ppm_data = cast (getdate() as date)
    if(@qty=0)begin
        update Objects set obj_status='STOP' where
Obj_code=@objcode
        if(@status='UNDER') begin
            Update Events set
            evt_end=getdate(),evt_desc='Updated',evt_status='Complete' where evt_obj=@objid
            and evt_status='Open' and evt_type='Slowdown'
        end
        select @prdid=prd_id from Products where prd_code=(select
top 1 ppm_procode from ProductionPerMinute where ppm_data=cast(getdate() as date)
and ppm_objcode=@objcode and
ppm_dayminute<(datePart(hh,getdate())*60+ DATEPART(mi,getdate())) order by
ppm_dayminute desc)
        --creo anche evento!
        INSERT INTO
[dbo].[Events] ([evt_desc],[evt_obj],[evt_jus],[evt_prd],[evt_start],[evt_status],[
evt_type])
        VALUES ('Auto
generated',@objid,3,@prdid,getdate(),'Open','Stop')
        set @status='STOP'
    end
end

if (@status='OK' and @ratio<@objratio)
begin
    select @prdid=prd_id from Products where prd_code=(select top 1
ppm_procode from ProductionPerMinute where ppm_data=cast(getdate() as date)
and ppm_objcode=@objcode and
ppm_dayminute<(datePart(hh,getdate())*60+ DATEPART(mi,getdate())) order by
ppm_dayminute desc)
    --controllo per discesa status -> se ho numrighe consecutive
sotto ratio
    select @control= count(*) from ProductionPerMinute where
ppm_objcode=@objcode
    and ppm_dayminute<(datePart(hh,getdate())*60+
DATEPART(mi,getdate()))
    and ppm_dayminute>=(datePart(hh,getdate())*60+
DATEPART(mi,getdate()))-(select obj_numforEvt from Objects where
obj_code=@objcode)
    and ppm_data = cast (getdate() as date)
    and ppm_qty > (@objratio*ppm_schedqty)
    --print @control
    --se non ci sono valori buoni negli ultimi N minuti allora
cambio stato
    if(@control = 0) begin
        update Objects set obj_status='UNDER' where
Obj_code=@objcode
        --creo anche evento!
        INSERT INTO
[dbo].[Events] ([evt_desc],[evt_obj],[evt_jus],[evt_prd],[evt_start],[evt_status],[
evt_type])
        VALUES ('Auto
generated',@objid,3,@prdid,getdate(),'Open','Slowdown')
    end
end

```

```

                else if (@status='UNDER' and @ratio>@objratio) begin
                    --controllo per risalita a OK
                    select @control= count(*) from ProductionPerMinute where
ppm_objcode=@objcode
                    and ppm_dayminute<(datePart(hh,getdate()))*60+
DATEPART(mi,getdate())
                    and ppm_dayminute>=(datePart(hh,getdate()))*60+
DATEPART(mi,getdate())-(select obj_numforEvt from Objects where
obj_code=@objcode)
                    and ppm_data = cast (getdate() as date)
                    and ppm_qty < (@objratio*ppm_schedqty)
                    --print @control
                    --se non ci sono valori cattivi negli ultimi N minuti allora
cambio stato
                    if(@control = 0) begin
                        update Objects set obj_status='OK' where Obj_code=@objcode
                        --devo aggiornare evento!
                        Update Events set
evt_end=getdate(),evt_desc='Updated',evt_status='Complete' where evt_obj=@objid
                        and evt_status='Open' and evt_type='Slowdown'
                        end
                    end
                end
                Fetch Next From @CrsrVar Into @objcode

            end

Close @CrsrVar
Deallocate @CrsrVar

set @return=0;

END

```

7.2.2. sp_oe_PPMcalcOEE

Si tratta di una procedura che riceve in input oggetto, data e prodotto e si occupa di calcolarne l'OEE relativo.

```

-- =====
-- Author:         <Bonacci,Matteo>
-- Description:    <Calcola l'OEE orario per la combinazione oggetto/data/prodotto
passata>
-- =====
ALTER PROCEDURE [dbo].[sp_oe_PPMcalcOEE]
    @objectid int,
    @date date,
    @hour int,
    @prodid int
AS
BEGIN
    SET NOCOUNT ON;
    declare @TPT numeric(9,4)
    declare @PPT numeric(9,4)
    declare @AOT numeric(9,4)
    declare @PP numeric(9,4) --possible production
    declare @TP numeric(9,4) --total production
    declare @NOT numeric(9,4) --net operating time -> AOT *TP /PP
    declare @PERCGP numeric(9,4) --good production percent
    declare @GP numeric(9,4) --good production TP * %GP
    declare @VOT numeric(9,4) -- valuable producing time
    declare @oe numeric(9,4)

```

```

---OEE
declare @A numeric(9,4)
declare @Q numeric(9,4)
declare @P numeric(9,4)
set @TPT=60; --THEORETICAL PRODUCTION TIME 60
select @PPT=(count(*)) from ProductionPerMinute where ppm_objcode=(select
obj_code from Objects where obj_id=@objectid) and ppm_hour=@hour and
ppm_schedqty!=0 and CAST(ppm_data AS DATE)=cast(@date as Date) and
ppm_schedprodcode is not null and ppm_prodcode = (select prd_code from Products
where prd_id=@prodid)
if(@PPT>0) begin
--AOT = PPT - minuti a qty !=0 per schedulata
select @AOT=(count(*)) from ProductionPerMinute where ppm_objcode=(select
obj_code from Objects where obj_id=@objectid) and ppm_hour=@hour and
ppm_schedqty!=0 and ppm_active!=0 and CAST(ppm_data AS DATE)=cast(@date as Date)
and ppm_prodcode = (select prd_code from Products where prd_id=@prodid)
--PP. somma del rateo dei possibili prodotti nei minuti in cui si è prodotto
effettivamente
select @PP=sum(ppm_schedqty) from ProductionPerMinute where
ppm_objcode=(select obj_code from Objects where obj_id=@objectid) and
ppm_hour=@hour and ppm_schedqty!=0 and ppm_active!=0 and CAST(ppm_data AS
DATE)=cast(@date as Date) and ppm_prodcode = (select prd_code from Products where
prd_id=@prodid)
--TT
select @TP=sum(ppm_qty) from ProductionPerMinute where ppm_objcode=(select
obj_code from Objects where obj_id=@objectid) and ppm_hour=@hour and
ppm_schedqty!=0 and ppm_active!=0 and CAST(ppm_data AS DATE)=cast(@date as Date)
and ppm_prodcode = (select prd_code from Products where prd_id=@prodid)
--GP
select @PERCGP = avg(case when ppm_gp=0 then 1 else ppm_gp end )from
ProductionPerMinute where ppm_objcode=(select obj_code from Objects where
obj_id=@objectid) and ppm_hour=@hour and ppm_schedqty!=0 and ppm_active!=0 and
CAST(ppm_data AS DATE)=cast(@date as Date) and ppm_prodcode = (select prd_code
from Products where prd_id=@prodid)

set @GP = @TP * @PERCGP
--NOT
set @NOT= @AOT*@TP/@PP
--VOT
if(@TP>0) begin
set @vot= @NOT*@GP/@TP
end
--A
Set @a = @aot/@PPT
--P
set @p = @tp/@PP
--q
if(@TP>0) begin
set @q = @gp/@TP
end
else begin
set @q=1
end
--oee
set @oee = @a*@p*@q
declare @existrow int
select @existrow= count(*) from OEEData where oee_obj=@objectid and
oee_date=@date and oee_hour=@hour and oee_prd=@prodid
if(@existrow !=0 ) begin
update OEEData set oee_a=@a, oee_P=@p, oee_Q=@q, oee_OEE=@oee
where oee_obj=@objectid and oee_date=@date and oee_hour=@hour and oee_prd=@prodid
end
else begin
insert into OEEData ( oee_obj,
oee_date,oee_hour,oee_prd,oee_A,oee_P,oee_Q,oee_OEE)
values (@objectid,@date,@hour,@prodid,@a,@p,@q,@oee)
end
end
END

```

7.2.3. sp_oe_schedObjTemp

Si tratta di una procedura schedulata che si occupa di gestire i template di produzione per i singoli oggetti.

```
-- =====
-- Author:      <Bonacci Matteo>
-- Description: <Gentione Schedule e Template>
-- =====
ALTER PROCEDURE [dbo].[sp_oe_schedObjTemp]
    @return int out
AS
BEGIN

    SET NOCOUNT ON;
    set @return=-1

    declare @datetoset date;
    declare @dayofWeek int;
    declare @first int;
    declare @add int;

    declare @objid int;
    declare @objtemp int;

    declare @dw int
    declare @start bigint
    declare @end bigint
    declare @prd int

    set @first = @@DATEFIRST
    --print @first;

    if(@first=1)begin
        set @add=0
    end
    if(@first=7)begin
        set @add=-1
    end

    set @datetoset= GETDATE() +6 ;
    set @dayofWeek= datepart(dw,@datetoset);
    set @dayofWeek = @dayofWeek + @add;
    --print @datetoset;
    --print @dayofWeek;

    Declare @CrsrVar Cursor
    Set @CrsrVar = Cursor For
    Select obj_id,obj_template from Objects where obj_active=1;

    Open @CrsrVar

    Fetch Next From @CrsrVar
    Into @objid,@objtemp

    print '--START--'
    print @objid
    print @objtemp

    While (@@FETCH_STATUS = 0)
    begin
        --print @objid;
        Declare @CrsrVar2 Cursor
        Set @CrsrVar2 = Cursor For
        Select tsc_dayofweek,tsc_start,tsc_end,tsc_prd from TempSchedule
        where tsc_templateid=@objtemp and tsc_dayofweek=@dayofWeek
```

```

        Open @CrsrVar2

        Fetch Next From @CrsrVar2
        Into @dw,@start,@end,@prd

        While (@@FETCH_STATUS = 0)
        begin

                insert                into                ObjSchedule
        (osc_object,osc_templateid,osc_date,osc_start,osc_end,osc_prd)
        (@objid,@objtemp,@datetoset,@start,@end,@prd);
                print @start;
                print @end;
                print @prd;

        Fetch Next From @CrsrVar2 Into @dw,@start,@end,@prd

        end

        Close @CrsrVar2
        Deallocate @CrsrVar2

--
Fetch Next From @CrsrVar Into @objid,@objtemp

end

Close @CrsrVar
Deallocate @CrsrVar

set @return=0;

return @return;
END

```

7.2.4. sp_oe_updateEvents

Si tratta di una procedura richiamata da interfaccia con parametri in input relativi all' evento e alla giustificazione per la chiusura.

```

-- =====
-- Author:      <Bonacci Matteo>
-- Description: <Gestione Eventi>
-- =====
ALTER PROCEDURE [dbo].[sp_oe_updateEvents]
    @evt_id int,
    @jus_id int
AS
BEGIN
    Update Events set evt_jus=@jus_id,evt_status='Close',evt_desc='Close by
user' where evt_id=@evt_id;

    declare @evtype nvarchar(50)
    declare @objcode nvarchar(50)
    declare @datestart datetime
    declare @dateend datetime
    --due tipi di eventi e di jus
    -- se just è tipo Unplanned -> non faccio nulla
    declare @justype int -- 1=planned 2=unplanned

```

```

select @justype=jus_type from Justifications where jus_id=@jus_id
if(@justype=1)begin
select          @evtttype=evt_type,@datestart=evt_start,@dateend=evt_end,
@objcode=obj_code
from Events,Objects where evt_id=@evt_id and obj_id=evt_obj
-- Se planned, SLOWDOWN --> update su ppm_scheqty
if(@evtttype='Slowdown') begin
Update ProductionPerMinute set ppm_schedqty=ppm_qty where
ppm_objcode=@objcode
and DATEADD(mi,ppm_dayminute,convert(datetime,ppm_data,103))
between @datestart and @dateend
end
-- Se planned, STOP --> abbasso scheqty in modo da non perdere in
performance
else if(@evtttype='Stop') begin
Update ProductionPerMinute set ppm_schedqty=ppm_qty where
ppm_objcode=@objcode
and DATEADD(mi,ppm_dayminute,convert(datetime,ppm_data,103))
between @datestart and @dateend
end
end
if(@justype=2)begin
select          @evtttype=evt_type,@datestart=evt_start,@dateend=evt_end,
@objcode=obj_code
from Events,Objects where evt_id=@evt_id and obj_id=evt_obj
-- Se Unplanned, STOP --> set active a 0, perdo in disponibilit 
if(@evtttype='Stop') begin
Update ProductionPerMinute set ppm_active=0 where
ppm_objcode=@objcode
and DATEADD(mi,ppm_dayminute,convert(datetime,ppm_data,103))
between @datestart and @dateend
end
end
end

DECLARE @RC int
DECLARE @return int

EXECUTE @RC = [dbo].[sched_oeo_PPMcalcOEE]
@return OUTPUT

END

GO

```

7.3. PHP

Di seguito sono state riportate alcune pagine php che rappresentino la complessit  e a tipologia di lavoro svolto:

7.3.1. machine.php

```

<?php
include 'utils.php'; ?>

<!doctype html>
<html>
<head>

```

```

<meta name="viewport" content="initial-scale=1.0, maximum-
scale=1.0, user-scalable=no" />
<title>QUANT - OEEmanager 1.2</title>
<script type="text/javascript"
src="http://ajax.googleapis.com/ajax/libs/jquery/1/jquery.min.js">
</script>
<link rel="stylesheet" href="css/bootstrap.min.css">
<link rel="stylesheet" href="css/bootstrap-theme.min.css">
<script src="js/bootstrap.min.js"></script>
<script src="js/ns_utils.js"></script>
<link rel="stylesheet" href="quant.css">

<script src="dhtmlxGrid/dhtmlxtreegrid.js"
type="text/javascript"></script>
<script src="dhtmlxGrid/ext/dhtmlxgrid_srnd.js"
type="text/javascript"></script>
<script src="dhtmlxCommon/codebase/connector.js"></script>
<script src="dhtmlxCommon/codebase/dhtmlxcommon.js"></script>
<link rel="STYLESHEET" type="text/css"
href="dhtmlxGrid/dhtmlxtreegrid.css">
<script src="dhtmlxScheduler/dhtmlxscheduler.js"
type="text/javascript"></script>
<script src="dhtmlxScheduler/ext/dhtmlxscheduler_limit.js"
type="text/javascript"></script>

<script src="dhtmlxScheduler/ext/dhtmlxscheduler_timeline.js"
type="text/javascript"></script>
<script src="dhtmlxScheduler/ext/dhtmlxscheduler_tooltip.js"
type="text/javascript"></script>
<script src="dhtmlxScheduler/ext/dhtmlxscheduler_minical.js"
type="text/javascript"></script>
<link rel="stylesheet" href="dhtmlxScheduler/dhtmlxscheduler.css"
type="text/css" media="screen" title="no title" charset="utf-8">

<link rel="stylesheet" type="text/css"
href="codebase/dhtmlxchart.css"/>
<script src="codebase/dhtmlxchart.js"></script>

<?php
    $usrInfo = getUserInfo($_SESSION['username']);
    $lang = $usrInfo->lang;
    if ($lang!='EN'){
        echo ( '<script
src="dhtmlxScheduler/locale/locale_' . strtolower($lang) . '.js"
type="text/javascript"></script>');
    }
?>

</head>

<?php include 'menu.php'; ?>
<?php
$objid= $_REQUEST['id'];
$objInfo = getObjInfo($objid);
$obj_type = $objInfo->type;
$objData = getObjData($objid);

```

```
$objTemplate= $objInfo->template;
```

```
?>
```

```
<script type="text/javascript">
```

```
var p_events;
```

```
var p_products;
```

```
var p_desc_prodotto;
```

```
var events;
```

```
function callAjax(azione,id){
```

```
    if (window.XMLHttpRequest){ // code for IE7+, Firefox,  
    Chrome, Opera, Safari
```

```
        xmlhttp=new XMLHttpRequest();
```

```
    }
```

```
    else{// code for IE6, IE5
```

```
        xmlhttp=new ActiveXObject("Microsoft.XMLHTTP");
```

```
    }
```

```
    xmlhttp.onreadystatechange=function(){
```

```
        if (xmlhttp.readyState==4 && xmlhttp.status==200){
```

```
            if (azione=='popolaWeek'){
```

```
                p_events=xmlhttp.responseText;
```

```
            }else if (azione=='popolaDaily'){
```

```
                events=xmlhttp.responseText;
```

```
            }else if (azione=='getProducts'){
```

```
                p_products=JSON.parse(xmlhttp.responseText);
```

```
            }else if (azione=='getProdDesc'){
```

```
                p_desc_prodotto=JSON.parse(xmlhttp.responseText);
```

```
            }
```

```
            // alert("events = "+p_events);
```

```
        }
```

```
    };
```

```
    xmlhttp.open("GET","sched_ajax.php?azione="+azione+"&id="+id,
```

```
false);
```

```
    xmlhttp.send();
```

```
}
```

```
function callAjaxEvents(azione,id,jsonObj){
```

```
    var ret;
```

```
    if (window.XMLHttpRequest){ // code for IE7+, Firefox,  
    Chrome, Opera, Safari
```

```
        xmlhttp=new XMLHttpRequest();
```

```
    }
```

```
    else{// code for IE6, IE5
```

```
        xmlhttp=new ActiveXObject("Microsoft.XMLHTTP");
```

```
    }
```

```
    xmlhttp.onreadystatechange=function(){
```

```
        if (xmlhttp.readyState==4 && xmlhttp.status==200){
```

```
            if (azione=='creaSched' || azione=='deleteSched' ||  
azione=='updSched'){
```

```
                ret=xmlhttp.responseText;
```

```
                // alert(ret);
```

```
            }
```

```
        }
```

```
    };
```

```

        xmlhttp.open("GET","sched_ajax.php?azione="+azione+"&id="+id+
"&json="+jsonObj, false);

        xmlhttp.send();
        return ret;
    }

<?php
    $evtid = getLabel("id");
    $status = getLabel("Status");
    $type = getLabel("Type");
    $start = getLabel("start");
    $end = getLabel("end");
    $prod = getLabel("products");
    $just = getLabel("justification");
?>

var mygrid;
var jsID=0;
var periodo='';
function doOnLoad(){

    //vado al tab giusto di events
<?php
$idevent=0;
$tab='';
$evtData;
if (isset($_GET['idevt'])) {
    $idevent= $_GET['idevt'];
    $tab = $_GET['tab'];
    $evtData = getEventData($idevent);
?>
document.getElementById('events').className="tab-pane active";
document.getElementById('home').className="tab-pane";
document.getElementById('li_home').className="";
document.getElementById('li_events').className="active";
document.getElementById('records').className="tab-pane active";
document.getElementById('daily').className="tab-pane";
document.getElementById('li_daily').className="";
document.getElementById('li_records').className="active";
document.getElementById('all').className="tab-pane";
document.getElementById('li_all').className="";
<?php
}
?>

        createEventsGrid();
    }

function createEventsGrid(){

    mygrid = new dhtmlXGridObject('gridbox');
    mygrid.setImagePath("dhtmlxGrid/imgs/");

    mygrid.setHeader("<?php echo $evtid . "," . $status . "," .
$type . "," . $start . "," . $end . "," . $prod . "," . $just;
?>");

```

```

mygrid.setInitWidths("40,*,*,*,*,*,*");
mygrid.enableColumnAutoSize(true);
mygrid.setColAlign("left,left,left,left,left,left");
mygrid.attachHeader("#connector_text_filter,#connector_text_f
ilter,#connector_text_filter,#connector_text_filter,#connector_tex
t_filter,#connector_text_filter,#connector_text_filter");
mygrid.enableAutoWidth(true);
mygrid.setColTypes("ro,ro,ro,ro,ro,ro,ro");
mygrid.setColSorting("int,str,str,date,date,str,str");

mygrid.init();
mygrid.enablePreRendering(true,30);
mygrid.enableSmartRendering(true,30);
mygrid.load("gridEvents.php?evtid=<?php echo $objid ?>");

mygrid.attachEvent("onRowDbClicked", function(rId,cInd){
    jsID=rId;
    reload();
    $('#myTab a[href="#events"]').tab('show');
    $('#myTabEvents a[href="#records"]').tab('show');
});

mygrid.attachEvent("onRowSelect", function(rId,cInd){
    jsID=rId;
    reload();
});

mygrid1 = new dhtmlXGridObject('gridbox1');
mygrid1.setImagePath("dhtmlxGrid/imgs/");
mygrid1.setHeader("<?php echo $evtid . "," . $status . "," .
$type . "," . $start . "," . $end . "," . $prod . "," . $just;
?>");
mygrid1.setInitWidths("40,*,*,*,*,*,*");
mygrid1.enableColumnAutoSize(true);
mygrid1.setColAlign("left,left,left,left,left,left");
mygrid1.attachHeader("#connector_text_filter,#connector_text_
filter,#connector_text_filter,#connector_text_filter,#connector_te
xt_filter,#connector_text_filter,#connector_text_filter");
mygrid1.enableAutoWidth(true);
mygrid1.setColTypes("ro,ro,ro,ro,ro,ro,ro");
mygrid1.setColSorting("int,str,str,date,date,str,str");
mygrid1.init();
mygrid1.enablePreRendering(true,30);
mygrid1.enableSmartRendering(true,30);
mygrid1.load("gridEventsdaily.php?evtid=<?php echo $objid
?>");

mygrid1.attachEvent("onRowDbClicked", function(rId,cInd){
    jsID=rId;
    reload();
    $('#myTab a[href="#events"]').tab('show');
    $('#myTabEvents a[href="#records"]').tab('show');
});
mygrid1.attachEvent("onRowSelect", function(rId,cInd){
    jsID=rId;
    reload();
});
}

```

```

function getEventData(id) {
    var ret;
    if (window.XMLHttpRequest) { // code for IE7+, Firefox,
    Chrome, Opera, Safari
        xmlhttp=new XMLHttpRequest();
    }
    else{// code for IE6, IE5
        xmlhttp=new ActiveXObject("Microsoft.XMLHTTP");
    }
    xmlhttp.onreadystatechange=function() {
        if (xmlhttp.readyState==4 && xmlhttp.status==200) {

            ret=xmlhttp.responseText;
            // alert(ret);

        }
    };
    xmlhttp.open("GET","utils.php?azione=getEventData&id="+id,false);

    xmlhttp.send();
    return ret;
}

function reload() {
    var myjson= JSON.parse(getEventData(jsID));
    var desc=myjson[0].desc;
    var start=myjson[0].start;
    var fine=myjson[0].fine;
    var jusid=myjson[0].jusid;
    var just=myjson[0].just;
    var prdid=myjson[0].prdid;
    var prd=myjson[0].prd;
    var objid=myjson[0].objid;
    var obj=myjson[0].obj;
    var stato=myjson[0].stato;
    document.getElementById('id').value=jsID;
    // document.getElementById('Description').value=desc;
    document.getElementById('Start').value=start;
    document.getElementById('End').value=fine;
    document.getElementById('Justification').value=jusid;
    if (stato=='Close' || stato=='Open' ){
        document.getElementById('Justification').disabled=true;
        document.getElementById('evt_submit').disabled=true;
        document.getElementById('evt_reset').disabled=true;
    }else{
        document.getElementById('Justification').disabled=false;
        document.getElementById('evt_submit').disabled=false;
        document.getElementById('evt_reset').disabled=false;
    }
    document.getElementById('ProductId').value=prdid;
    document.getElementById('Product').value=prd;
    document.getElementById('MachineId').value=objid;
    document.getElementById('Machine').value=obj;
}

```

```

function saveSDP() {
    var ret;
    var id=document.getElementById("idspd").value;
    var thr=document.getElementById("thr").value;
    thr=thr.replace(',','');
    thr=parseFloat(thr)/100;
    var numavg=document.getElementById("numavg").value;
    var nummin=document.getElementById("nummin").value;
    var json = '{"id":"' +id+'", "thr":"' +thr+'",
    "numavg":"' +numavg+'", "nummin":"' +nummin+'"}';
    if (window.XMLHttpRequest) { // code for IE7+, Firefox,
    Chrome, Opera, Safari
        xmlhttp=new XMLHttpRequest();
    }
    else{// code for IE6, IE5
        xmlhttp=new ActiveXObject("Microsoft.XMLHTTP");
    }
    xmlhttp.onreadystatechange=function() {
        if (xmlhttp.readyState==4 && xmlhttp.status==200) {
            ret=xmlhttp.responseText;
            if (isNaN(ret)){

                document.getElementById("sdp_esito").className="alert alert-
                danger";

                document.getElementById("sdp_esito_String").innerHTML =
                "ERROR";
                }else{

                document.getElementById("sdp_esito").className="alert alert-
                success";

                document.getElementById("sdp_esito_String").innerHTML =
                "Saved";
                }
            }
        };
    xmlhttp.open("GET","utils.php?azione=saveSDP&json="+json,false);

    xmlhttp.send();
}

function saveJust() {
    var ret;
    var just=document.getElementById("Justification").value;

    if (window.XMLHttpRequest) { // code for IE7+, Firefox,
    Chrome, Opera, Safari
        xmlhttp=new XMLHttpRequest();
    }
    else{// code for IE6, IE5
        xmlhttp=new ActiveXObject("Microsoft.XMLHTTP");
    }
    xmlhttp.onreadystatechange=function() {

```

```

        if (xmlhttp.readyState===4 && xmlhttp.status===200) {
            ret=xmlhttp.responseText;
            if (isNaN(ret)){

                document.getElementById("evt_esito").className="alert alert-
                danger";

                document.getElementById("evt_esito_String").innerHTML =
                "ERROR";
                    }else{

                document.getElementById("evt_esito").className="alert alert-
                success";

                document.getElementById("evt_esito_String").innerHTML =
                "Saved";
                    }

            }
            xmlhttp.open("GET","utils.php?azione=saveJust&id="+jsID+"&jus
            t="+just,false);

            xmlhttp.send();

        }

function hideMessage(idDIV,idString){
    var element = document.getElementById(idDIV );
if (typeof(element) != 'undefined' && element != null)
    {
        document.getElementById(idDIV).className="";
        document.getElementById(idString).innerHTML = "";
    }
}

</script>

<body onload="doOnLoad();" >

<div class="section">
    <div class="container">
        <div class="row"><div class="col-md-
12"><p>Quant</p><p>OEEmanager</p></div></div>
        <div class="row"><div class="col-md-11 text-right
titmach"><h4><?php echo getLabel("Object")." : ". $objInfo->desc;
?></h4></div>
            <div class="col-md-1 text-right "><button type="button"
class="btn btn-default" onClick="history.go(-1);"><?php echo
getLabel("Back");?></button></div> </div>

            <ul class="nav nav-tabs" role="tablist" id="myTab">
                <li role="presentation" id="li_home" class="active"><a
href="#home" aria-controls="home" role="tab" data-
toggle="tab"><?php echo $objInfo->code; ?></a></li>

```

```

                                <?php
                                if(checkScreen("M_OEE") &&
($obj_type=='M')){ ?>
                                <li role="presentation"
onClick="destroyGraphOEE();" ><a href="#oee" aria-controls="oee"
role="tab" data-toggle="tab"><?php echo
getLabel("KPIs");?></a></li>
                                <?php
                                }
                                if(checkScreen("M_PPM")&&
($obj_type=='M')){ ?>
                                <li role="presentation"
onClick="destroyGraphPPM();"><a href="#ppm" aria-controls="ppm"
role="tab" data-toggle="tab"><?php echo
getLabel("PPM");?></a></li>
                                <?php
                                }
                                if(checkScreen("M_Event")&&
($obj_type=='M')){ ?>
                                <li role="presentation"
id="li_events"><a href="#events" aria-controls="events" role="tab"
data-toggle="tab"><?php echo getLabel("Events");?></a></li>
                                <?php
                                }
                                if(checkScreen("M_Quality") &&
(htmlentities($objInfo->objQual)==1)){ ?>
                                <li role="presentation"
onClick="getQualitygrid(<?php echo $objid; ?>);"><a
href="#quality" aria-controls="settings" role="tab" data-
toggle="tab"><?php echo getLabel("Quality");?></a></li>
                                <?php
                                }
                                if(checkScreen("M_Prod")&&
($obj_type=='M')){ ?>
                                <li role="presentation"
onClick="createProdSched();"><a href="#prodschedule" aria-
controls="settings" role="tab" data-toggle="tab"><?php echo
getLabel("Production Schedule");?></a></li>
                                <?php
                                }
                                if(checkScreen("M_DPS")&&
($obj_type=='M')){ ?>
                                <li role="presentation"
onClick="createDaylySched();"><a href="#dps" aria-
controls="settings" role="tab" data-toggle="tab"><?php echo
getLabel("DPS");?></a></li>
                                <?php
                                }
                                if(checkScreen("M_SDP")&&
($obj_type=='M')){ ?>
                                <li role="presentation"><a
href="#sdp" aria-controls="settings" role="tab" data-
toggle="tab"><?php echo getLabel("Slow Down
Parameters");?></a></li>
                                <?php
                                }
                                if(checkScreen("M_MPR")&&
($obj_type=='M')){ ?>

```

```

        <li role="presentation"
onClick="getMPRgrid(<?php echo $objid; ?>);"><a href="#mpr" aria-
controls="settings" role="tab" data-toggle="tab"><?php echo
getLabel("MPR");?></a></li>
                <?php
                    }
                ?>
        </ul>
        <div class="tab-content">
        <div role="tabpanel" class="tab-pane active" id="home">
            <?php include 'machine_home.php'; ?>
        </div>
        <div role="tabpanel" class="tab-pane" id="oeo">
            <?php include 'machine_oeo.php'; ?>
        </div>
        <div role="tabpanel" class="tab-pane" id="ppm">
            <?php include 'machine_ppm.php'; ?>
        </div>
        <div role="tabpanel" class="tab-pane" id="events">
            <?php include 'machine_event.php'; ?>
        </div>
        <div role="tabpanel" class="tab-pane" id="quality">
            <?php include 'machine_quality.php'; ?>
        </div>
        <div role="tabpanel" class="tab-pane" id="prodschedule">
            <?php include 'machine_schedule.php'; ?>
        </div>
        <div role="tabpanel" class="tab-pane" id="dps">
            <?php include 'machine_dps.php'; ?>
        </div>
        <div role="tabpanel" class="tab-pane" id="sdp">
            <?php include 'machine_sdp.php'; ?>
        </div>
        <div role="tabpanel" class="tab-pane" id="mpr">
            <?php include 'machine_mpr.php'; ?>
        </div>
    </div>
</div>

<script type="text/javascript">
function destroyGraphOEE() {
    if (typeof myLineChart != "undefined") {
        myLineChart.destructor();
    }
}
function destroyGraphPPM() {
    if (typeof myLineChart2 != "undefined") {
        myLineChart2.destructor();
    }
}
}

```

```

createGauge('foo',<?php echo ($objData->oeo_oeo * 100 ); ?>
,'text',0,<?php echo ($objData->maxv * 100); ?>);
createGauge('g1',<?php echo ($objData->oeo_a * 100 ); ?>
,'txg1',1,<?php echo ($objData->maxv * 100); ?>);
createGauge('g2',<?php echo ($objData->oeo_p * 100 ); ?>
,'txg2',2,<?php echo ($objData->maxv * 100); ?>);
createGauge('g3',<?php echo ($objData->oeo_q * 100 ); ?>
,'txg3',3,<?php echo ($objData->maxv * 100); ?>);

$('a[data-toggle="tab"]').on('shown.bs.tab', function (e) {
    hideMessage('evt_esito','evt_esito_String');
    hideMessage('temp_esito','esito_String');
    hideMessage('sdp_esito','sdp_esito_String');
});

</script>

<?php include 'footer.php'; ?>

<?php include 'modal.php'; ?>

</body>
</html>

```

7.3.2. prod_schedule.php

```

<div id="scheduler_here" class="dhx_cal_container"
style="width:100%; height:620px;">
    <div class="dhx_cal_navline">
    <div class="dhx_cal_date"></div>
    </div>
    <div class="dhx_cal_header"></div>
    <div class="dhx_cal_data"></div>
</div>

<script type="text/javascript">
var events;
var p_products;
var p_desc_prodotto;

function callAjax(azione,id){
    if (window.XMLHttpRequest){ // code for IE7+, Firefox,
Chrome, Opera, Safari
        xmlhttp=new XMLHttpRequest();
    }
    else{// code for IE6, IE5
        xmlhttp=new ActiveXObject("Microsoft.XMLHTTP");
    }
    xmlhttp.onreadystatechange=function(){
        if (xmlhttp.readyState==4 && xmlhttp.status==200){
            if (azione=='popola'){
                events= xmlhttp.responseText;
            }else if (azione=='popolaWeek'){
                p_events=xmlhttp.responseText;
            }else if (azione=='popolaDaily'){

```

```

        events=xmlhttp.responseText;
    }else if (azione=='getProducts'){
        p_products=JSON.parse(xmlhttp.responseText);
    }else if (azione=='getProdDesc'){
        p_desc_prodotto=xmlhttp.responseText;
    }
    // alert("events = "+p_events);

    // alert("events = "+events);
}
};
xmlhttp.open("GET","sched_ajax.php?azione="+azione+"&id="+id,
false);
xmlhttp.send();
}

```

```

function callAjaxEvents(azione,id,jsonObj){
    var ret;
    if (window.XMLHttpRequest){ // code for IE7+, Firefox,
Chrome, Opera, Safari
        xmlhttp=new XMLHttpRequest();
    }
    else{// code for IE6, IE5
        xmlhttp=new ActiveXObject("Microsoft.XMLHTTP");
    }
    xmlhttp.onreadystatechange=function(){
        if (xmlhttp.readyState==4 && xmlhttp.status==200){
            if (azione=='creaTemplate' ||
azione=='deleteTemplate' || azione=='updTemplate'){
                ret=xmlhttp.responseText;
                //alert(ret);
            }
        }
    };
    xmlhttp.open("GET","sched_ajax.php?azione="+azione+"&id="+id+
"&json="+jsonObj,false);

    xmlhttp.send();
    return ret;
}

```

```

function createSched(){

    $('#myTab a[href="#Schedule"]').tab('show');
    var my_id=mygrid.getSelectedRowId();
    //if (my_id==null) {$('#myTab
a[href="#Template"]').tab('show');return;}

    scheduler1 = Scheduler.getSchedulerInstance();

    scheduler1.clearAll();

    scheduler1.config.xml_date="%Y-%m-%d %H:%i";
    scheduler1.config.start_on_monday = true;
}

```

```

scheduler1.config.dblclick_create = true;
scheduler1.config.fix_tab_position = false;
scheduler1.config.details_on_create=true;
scheduler1.config.details_on_dblclick=true;

scheduler1.config.first_hour = 00;
scheduler1.config.last_hour = 24;
scheduler1.config.check_limits = true;
scheduler1.config.icons_select = [
    "icon_details",
    "icon_delete"
];

var step = 60;
var format = scheduler1.date.date_to_str("%H:%i");

scheduler1.config.hour_size_px=(60/step)*22;
scheduler1.templates.hour_scale = function(date){
html="";
for (var i=0; i<60/step; i++){
    html+="<div style='height:22px;line-
height:22px;'>"+format (date)+"</div>";
    date = scheduler1.date.add(date,step,"minute");
}
return html;
}

scheduler1.init('scheduler_here',null,"week");
scheduler1.setLoadMode("week");

scheduler1.locale.labels.section_template = '<?php echo
getLabel("Products");?>';// sets the name of the section

callAjax("getProducts",my_id);
var len_lightbox=scheduler1.config.lightbox.sections.length;
if (len_lightbox != 1){
    scheduler1.config.lightbox.sections = [
        { name:"<?php echo getLabel("Products");?>",
height: 40, type:"select", map_to:"prodotto",options:p_products }
    ];
}

callAjax("popola",my_id);

scheduler1.parse(events,"json");

scheduler1.attachEvent("onEventSave",function(id,ev,is_new){
    // console.log("save "+is_new);
    callAjax("getProdDesc",ev.prodotto);
    ev.text=p_desc_prodotto;
    var format_day=scheduler1.date.date_to_str("%Y-%m-%d");
    var format_hour=scheduler1.date.date_to_str("%H:%i");
    if (!is_new){ // arrivo qui solo se sto modificando il
prodotto
        var obj =
'{"rowid":"'+id+'","start_date":"'+format_day(ev.start_date)+'" ,
"end_date":"'+format_day(ev.end_date)+'" ,'+

```

```

        "start_hour":"' +format_hour(ev.start_date)+'"
        ,"end_hour":"' +format_hour(ev.end_date)+'" ,
        "prodotto":"' +ev.prodotto+'"}';
        var x=callAjaxEvents('updTemplate',my_id,obj);

        if (isNaN(x)){
            alert('ERROR!');
            return false;
        }else{
            return true;
        }
    }else{

        var obj =
        '{"start_date":"' +format_day(ev.start_date)+'" ,
        "end_date":"' +format_day(ev.end_date)+'" ,'+
        "start_hour":"' +format_hour(ev.start_date)+'"
        ,"end_hour":"' +format_hour(ev.end_date)+'" ,
        "prodotto":"' +ev.prodotto+'"}';

        ev.color='green'; ev.textColor='#000000';
        var x=callAjaxEvents('creaTemplate',my_id,obj);
        ev.tsc_id=x;
        scheduler1.changeEventId(id, x);

        if (isNaN(x)){
            alert('ERROR!');
            return false;
        }else{
            return true;
        }
    }
}

scheduler1.attachEvent("onBeforeEventChanged", function(ev,
e, is_new, original){
    if (scheduler1.getEvents(ev.start_date,
ev.end_date).length>1) { return false;}
    var format_day=scheduler1.date.date_to_str("%Y-%m-%d");
    var format_hour=scheduler1.date.date_to_str("%H:%i");
    if (!is_new){
        var obj =
        '{"rowid":"' +ev.tsc_id+'", "start_date":"' +format_day(ev.start_date
)+'" , "end_date":"' +format_day(ev.end_date)+'" ,'+
        "start_hour":"' +format_hour(ev.start_date)+'"
        ,"end_hour":"' +format_hour(ev.end_date)+'" ,
        "prodotto":"' +ev.prodotto+'"}';
        var x=callAjaxEvents('updTemplate',my_id,obj);
        if (isNaN(x)){
            alert('ERROR!');
            return false;
        }else{
            return true;
        }
    }else{
        return true; // se è un task nuovo passa poi da
onEventSave con anche il prodotto impostato
    }
}

```

```

    });

scheduler1.attachEvent("onBeforeEventDelete", function(id,e){
    if (!e.tsc_id) return true;
    var obj = '{"temp_id":"' + id + '"}';
    var x=callAjaxEvents('deleteTemplate',my_id,obj);
    if (x!=0)
        return false;
    return true;
});

}
</script>

```

7.3.3. sched_ajax.php

```

<?php

include 'utils.php';

$azione = $_GET['azione'];
$id= $_GET['id'];
$ret='';

if ($azione=='saveTemplate'){
    $tempId=$_GET['tempID'];
    $ret=setTemplate($id,$tempId);
}
if ($azione=='saveTemplateNow'){
    $tempId=$_GET['tempID'];
    $ret=setTemplateNow($id,$tempId);
}

if ($azione=='popola'){
    $conn2 = connOpen();
    if(!$conn2){
        die ('Could not open');
    }
    $sql="select tsc_id, tsc_start, tsc_end, tsc_prd, p.prd_desc,
coalesce(p.prd_color,'green') as prd_color, ".
    "year(tsc_start) as anno_start, month(tsc_start) as
mese_start, ".
    "day(tsc_start) as giorno_start, datepart(hh,tsc_start) as
ore_start, datepart(mi, tsc_start) as min_start, ".
    "year(tsc_end) as anno_end, month(tsc_end) as mese_end, ".
    "day(tsc_end) as giorno_end, datepart(hh,tsc_end) as ore_end,
datepart(mi, tsc_end) as min_end ";
    "from dbo.view_oe_temp left join Products p on
p.prd_id=tsc_prd where tsc_templateid=".$id ;
    $stmt= sqlsrv_query($conn2,$sql);
    if(!$stmt){
        die('Error Query');
    }
}

```

```

$ret_temp='';

while($row = sqlsrv_fetch_array($stmt,SQLSRV_FETCH_ASSOC)) {
    if ($ret_temp!='') {
        $ret_temp.=",";
    }
    $desc=$row['prd_desc'];
    $desc=str_replace("'", "", $desc);
    $ret_temp.= "{
id: ".$row['tsc_id'].",tsc_id: ".$row['tsc_id'].",
readonly:false , color: ".$row['prd_color'].", textColor
: '#000000', prodotto: ".$row['tsc_prd'].", ".
    "start_date: new
Date(".$row['anno_start'].", ".$row['mese_start']."-
1, ".$row['giorno_start'].", ".$row['ore_start'].", ".$row['min_
start']."), ".
    "end_date: new
Date(".$row['anno_end'].", ".$row['mese_end']."-
1, ".$row['giorno_end'].", ".$row['ore_end'].", ".$row['min_end'
])."), ".
    "text: ".$desc."}";
}

$ret= "[".$ret_temp."]";

sqlsrv_free_stmt($stmt);
connClose($conn2);
echo $ret;
}

if ($azione=='popolaDaily' || $azione=='popolaWeek'){
    $conn2 = connOpen();
    $delta=getInstallParameter('sched_ppm');
    if ($delta==''){
        $delta='0';
    }
    if(!$conn2){
        die ('Could not open');
    }
    $sql="select osc_id,osc_start, osc_end, osc_prd, prd_desc,
(select top 1 obj_template from Objects where obj_id=osc_object)
as template, ".
    "coalesce(prd_color,'green') as prd_color, year(osc_start) as
anno_start, month(osc_start) as mese_start, ".
    "day(osc_start) as giorno_start, datepart(hh,osc_start) as
ore_start, datepart(mi, osc_start) as min_start, ".
    "year(osc_end) as anno_end, month(osc_end) as mese_end, ".
    "day(osc_end) as giorno_end, datepart(hh,osc_end) as ore_end,
datepart(mi, osc_end) as min_end ".
    "from dbo.view_oe_objSched where osc_object=".$id;

    if ($azione=='popolaDaily'){
        $sql.=" and cast(osc_start as date)= cast(getDate() as
date) ";
    }else if($azione=='popolaWeek'){

```

```

        $sql.=" and cast(osc_start as date) between dateadd(d,-
".$delta.",cast(getDate() as date)) and dateadd(d,7,cast(getDate()
as date)) ";
    }

    $stmt= sqlsrv_query($conn2,$sql);
    if(!$stmt){
        die('Error Query');
    }

    $ret_temp='';

    while($row = sqlsrv_fetch_array($stmt,SQLSRV_FETCH_ASSOC)){
        if ($ret_temp!='') {
            $ret_temp.=",";
        }
        $desc=$row['prd_desc'];
        $desc=str_replace("'", "", $desc);
        $ret_temp.= "{ id:'".$row['osc_id']."', section_id:'1',
tsc_id:'".$row['osc_id']."', template:'".$row['template']."',
readonly:false , color:'".$row['prd_color']."', textColor
:'#000000', prodotto: '".$row['osc_prd']."',".
        "start_date: new
Date('".$row['anno_start']."','".$row['mese_start']."-
1','".$row['giorno_start']."','".$row['ore_start']."','".$row['min_
start']."').",".
        "end_date: new
Date('".$row['anno_end']."','".$row['mese_end']."-
1','".$row['giorno_end']."','".$row['ore_end']."','".$row['min_end'
]).").",".
        "text:'".$desc."'"}";
    }

    $ret= "[".$ret_temp."]";

    sqlsrv_free_stmt($stmt);
    connClose($conn2);
    echo $ret;
}

if ($azione=='getProducts'){
    $retProd='';

    $conn2 = connOpen();
    if(!$conn2){
        die ('Could not open');
    }
    $sql="select prd_id, prd_desc from Products where
prd_active=1";

    $stmt= sqlsrv_query($conn2,$sql);
    if(!$stmt){
        die('Error Query');
    }

    $ret_tempProd='';

```

```

        while($row = sqlsrv_fetch_array($stmt,SQLSRV_FETCH_ASSOC)) {
            if ($ret_tempProd!='') {
                $ret_tempProd.=",";
            }
            $desc=$row['prd_desc'];
            $desc=str_replace("'", "", $desc);
            $ret_tempProd.= '{ "key":"' . $row['prd_id'] . '",
"label":"' . $desc . '" }';

        }

        $retProd= "[" . $ret_tempProd . "];

        sqlsrv_free_stmt($stmt);
        connClose($conn2);
        echo $retProd;
    }

    if ($azione=='getProdDesc') {
        $ret='';
        $retDesc='';
        $retColor='';
        $conn2 = connOpen();
        if(!$conn2) {
            die ('Could not open');
        }
        $sql="select prd_desc, coalesce(prd_color,'green') as
prd_color from Products where prd_id='".$id."'";

        $stmt= sqlsrv_query($conn2,$sql);
        if(!$stmt) {
            die('Error Query');
        }

        while($row = sqlsrv_fetch_array($stmt,SQLSRV_FETCH_ASSOC)) {
            $retDesc= $row['prd_desc'];
            $retColor= $row['prd_color'];
            $ret.= '[ { "desc":"' . $row['prd_desc'] . '",
"color":"' . $row['prd_color'] . '" } ]';
        }

        sqlsrv_free_stmt($stmt);
        connClose($conn2);
        echo $ret;
    }

    if ($azione=='creaTemplate') {
        $json = $_GET['json'];

        $obj = json_decode($json, true);

        $data_start=$obj["start_date"];
        $ora_start=$obj["start_hour"];
        $ora_end=$obj["end_hour"];
        $prodotto=$obj["prodotto"];
        $data_start_completa=$data_start.' '.$ora_start;
        $d=date_create($data_start_completa) ;
    }
}

```

```

$dw =date_format($d, 'N');

$time_start = explode(':', $ora_start);
$msstart = + $time_start[0]*3600000 + $time_start[1]*60000 ;

$time_end = explode(':', $ora_end);
$msend = + $time_end[0]*3600000 + $time_end[1]*60000 ;

$conn = connOpen();
if(!$conn){
    die ('Could not open');
}

$sql_callSP = "{call sp_oe_addRow( ?, ?, ?, ?, ?, ?)}";

$return = 1;

$params = array(
    array($id, SQLSRV_PARAM_IN),
    array($dw, SQLSRV_PARAM_IN),
    array($msstart, SQLSRV_PARAM_IN),
    array($msend, SQLSRV_PARAM_IN),
    array($prodotto, SQLSRV_PARAM_IN),
    array($return, SQLSRV_PARAM_INOUT)
);
$stmt = sqlsrv_query( $conn, $sql_callSP, $params);

if( $stmt === false ) {
    echo "Error in executing statement 3.\n";
    die( print_r( sqlsrv_errors(), true)); }
sqlsrv_next_result($stmt);

sqlsrv_free_stmt($stmt);
connClose($conn);

echo $return;
}

if ($azione=='updTemplate'){
    $json = $_GET['json'];

    $obj = json_decode($json, true);
    $rowid=$obj["rowid"];
    $data_start=$obj["start_date"];
    $ora_start=$obj["start_hour"];
    $ora_end=$obj["end_hour"];
    $prodotto=$obj["prodotto"];
    $data_start_completa=$data_start.' '.$ora_start;

    $d=date_create($data_start_completa) ;
    $dw =date_format($d, 'N');

    $time_start = explode(':', $ora_start);
    $msstart = + $time_start[0]*3600000 + $time_start[1]*60000 ;

```

```

$time_end = explode(':', $ora_end);
$msend = + $time_end[0]*3600000 + $time_end[1]*60000 ;

$conn = connOpen();
if(!$conn){
    die ('Could not open');
}

$sql_callSP = "{call sp_oe_editRow( ?, ?, ?, ?, ?, ?, ?)}";

$return = 1;

$params = array(
    array($id, SQLSRV_PARAM_IN),
    array($rowid, SQLSRV_PARAM_IN),
    array($dw, SQLSRV_PARAM_IN),
    array($msstart, SQLSRV_PARAM_IN),
    array($msend, SQLSRV_PARAM_IN),
    array($prodotto, SQLSRV_PARAM_IN),
    array($return, SQLSRV_PARAM_INOUT)
);
$stmt = sqlsrv_query( $conn, $sql_callSP, $params);

if( $stmt === false ) {
    echo "Error in executing statement 3.\n";
    die( print_r( sqlsrv_errors(), true)); }
sqlsrv_next_result($stmt);

sqlsrv_free_stmt($stmt);
connClose($conn);

echo $return;
}

if ($azione=='deleteTemplate'){

    $json = $_GET['json'];

    $obj = json_decode($json, true);
    $tsc_id=$obj["temp_id"];

    $conn = connOpen();
    if(!$conn){
        die ('Could not open');
    }

    $sql_callSP = "{call sp_oe_deleteRow( ?, ?)}";

    $return = 0;

    $params = array(
        array($id, SQLSRV_PARAM_IN),
        array($tsc_id, SQLSRV_PARAM_IN),
    );
}

```

```

$stmt = sqlsrv_query( $conn, $tsql_callSP, $params);

if( $stmt === false ) {
echo "Error in executing statement 3.\n";
die( print_r( sqlsrv_errors(), true)); }
sqlsrv_next_result($stmt);

sqlsrv_free_stmt($stmt);
connClose($conn);

echo $return;
}

if ($azione=='creaSched'){
$json = $_GET['json'];

$obj = json_decode($json, true);

$template_id=$obj["template_id"];
$data_start=$obj["start_date"];
$ora_start=$obj["start_hour"];
$ora_end=$obj["end_hour"];
$prodotto=$obj["prodotto"];

$time_start = explode(':', $ora_start);
$msstart = + $time_start[0]*3600000 + $time_start[1]*60000 ;

$time_end = explode(':', $ora_end);
$msend = + $time_end[0]*3600000 + $time_end[1]*60000 ;

$conn = connOpen();
if(!$conn){
die ('Could not open');
}

$tsql_callSP = "{call sp_oe_addObjRow( ?, ?, ?, ?, ?,
?, ?)}";

$return = 1;

$params = array(
array($template_id, SQLSRV_PARAM_IN),
array($id, SQLSRV_PARAM_IN),
array($data_start, SQLSRV_PARAM_IN),
array($msstart, SQLSRV_PARAM_IN),
array($msend, SQLSRV_PARAM_IN),
array($prodotto, SQLSRV_PARAM_IN),
array($return, SQLSRV_PARAM_INOUT)
);
$stmt = sqlsrv_query( $conn, $tsql_callSP, $params);

if( $stmt === false ) {
echo "Error in executing statement 3.\n";
die( print_r( sqlsrv_errors(), true)); }
sqlsrv_next_result($stmt);

sqlsrv_free_stmt($stmt);

```

```

connClose($conn);

echo $return;

}

if ($azione=='updSched'){

$return = 1;

$json = $_GET['json'];

$obj = json_decode($json, true);
$rowid=$obj["rowid"];
$data_start=$obj["start_date"];
$ora_start=$obj["start_hour"];
$ora_end=$obj["end_hour"];
$prodotto=$obj["prodotto"];

$time_start = explode(':', $ora_start);
$msstart = + $time_start[0]*3600000 + $time_start[1]*60000 ;

$time_end = explode(':', $ora_end);
$msend = + $time_end[0]*3600000 + $time_end[1]*60000 ;

$conn = connOpen();
if(!$conn){
    die ('Could not open');
}

$sql_callSP = "{call sp_oe_editObjRow( ?, ?, ?, ?, ?, ?)}";

$params = array(
    array($rowid, SQLSRV_PARAM_IN),
    array($data_start, SQLSRV_PARAM_IN),
    array($msstart, SQLSRV_PARAM_IN),
    array($msend, SQLSRV_PARAM_IN),
    array($prodotto, SQLSRV_PARAM_IN),
    array($return, SQLSRV_PARAM_INOUT)
);
$stmt = sqlsrv_query( $conn, $sql_callSP, $params);

if( $stmt === false ) {
    echo "Error in executing statement 3.\n";
    die( print_r( sqlsrv_errors(), true)); }
sqlsrv_next_result($stmt);

sqlsrv_free_stmt($stmt);
connClose($conn);

$return = 0;

echo $return;

```

```

}

if ($azione=='deleteSched'){

    $json = $_GET['json'];

    $obj = json_decode($json, true);
    $tsc_id=$obj["temp_id"];

    $conn = connOpen();
    if(!$conn){
        die ('Could not open');
    }

    $tsql_callSP = "{call sp_oe_deleteObjRow( ?, ?, ?)}";

    $return = 1;

    $params = array(
        array($id, SQLSRV_PARAM_IN),
        array($tsc_id, SQLSRV_PARAM_IN),
        array($return, SQLSRV_PARAM_INOUT)
    );
    $stmt = sqlsrv_query( $conn, $tsql_callSP, $params);

    if( $stmt === false ) {
        echo "Error in executing statement 3.\n";
        die( print_r( sqlsrv_errors(), true)); }
    sqlsrv_next_result($stmt);

    sqlsrv_free_stmt($stmt);
    connClose($conn);

    echo $return;
}

if ($azione=='getSectionsMachine'){
    $conn2 = connOpen();

    if(!$conn2){
        die ('Could not open');
    }
    $sql="select obj_id, obj_code, obj_desc from Objects where
obj_active=1 and obj_type='M'";

    $stmt= sqlsrv_query($conn2,$sql);
    if(!$stmt){
        die('Error Query');
    }

    $ret_temp='';

    while($row = sqlsrv_fetch_array($stmt, SQLSRV_FETCH_ASSOC)){
        if ($ret_temp!='') {

```

```

        $ret_temp.=",";
    }
    $desc=$row['obj_desc'];
    $desc=**str_replace**("''", "", $desc);
    $ret_temp.= '{ "key":'."'$row['obj_id'].'"',
"label":'."'$desc.'" }';
}

$ret= "[".$ret_temp."";

**sqlsrv_free_stmt**($stmt);
connClose($conn2);
echo $ret;

}

if ($azione=='popolaAllMachines'){
    $conn2 = connOpen();
    $delta=getInstallParameter('sched_ppm');
    if ($delta==''){
        $delta='0';
    }
    if(!$conn2){
        die ('Could not open');
    }
    $sql="select osc_id, osc_object, osc_start, osc_end, osc_prd,
prd_desc, (select top 1 obj_template from Objects where
obj_id=osc_object) as template, "
"coalesce(prd_color,'green') as prd_color, year(osc_start) as
anno_start, month(osc_start) as mese_start,"
"day(osc_start) as giorno_start, datepart(hh,osc_start) as
ore_start, datepart(mi, osc_start) as min_start,"
"year(osc_end) as anno_end, month(osc_end) as mese_end,"
"day(osc_end) as giorno_end, datepart(hh,osc_end) as ore_end,
datepart(mi, osc_end) as min_end "
"from dbo.view_oe_objSched where cast (osc_start as date )
between dateadd(d,-'".$delta."',cast(getDate() as date)) and
dateadd(d,7,cast(getDate() as date)) ";

    $stmt= **sqlsrv_query**($conn2,$sql);
    if(!$stmt){
        die('Error Query');
    }

    $ret_temp='';

    while($row = **sqlsrv_fetch_array**($stmt,**SQLSRV_FETCH_ASSOC**)){
        if ($ret_temp!='') {
            $ret_temp.=",";
        }
        $desc=$row['prd_desc'];
        $desc=**str_replace**("''", "", $desc);
        $ret_temp.= "{ id:'."'$row['osc_id'].'"',
section_id:'."'$row['osc_object'].'"', tsc_id:'."'$row['osc_id'].'"',
template:'."'$row['template'].'"', readonly:false ,"
" color: '."'$row['prd_color'].'"', textColor
:'#000000', prodotto: '."'$row['osc_prd'].'"',";
    }
}

```

```

        "start_date: new
Date(".$row['anno_start']).", ".$row['mese_start'])."-
1, ".$row['giorno_start']).", ".$row['ore_start']).", ".$row['min_
start'])."), ".
        "end_date: new
Date(".$row['anno_end']).", ".$row['mese_end'])."-
1, ".$row['giorno_end']).", ".$row['ore_end']).", ".$row['min_end'
])."), ".
        "text: '$desc.'"");
    }
    $ret= "[".$ret_temp."]";

    sqlsrv_free_stmt($stmt);
    connClose($conn2);
    echo $ret;
}

function mostraData($dataOriginale) {
    $data= date_create($dataOriginale) ;
    $dataFormattata= date_format($data, 'd/m/Y');
    return $dataFormattata;
}

?>

```

8. Bibliografia

L. Maci, «Che cos'è l'Industria 4.0 e perché è importante saperla affrontare,» 09 Ottobre 2017. [Online]. Available: <https://www.economyup.it/innovazione/cos-e-l-industria-40-e-perche-e-importante-saperla-affrontare/>. [Consultato il giorno 11 Aprile 2018].

G. Gruosso, «industria-4-0-strategia-scenari-innovazione,» 16 Ottobre 2017. [Online]. Available: <https://ricominciada4.fondirigenti.it/industria-4-0-strategia-scenari-innovazione/>. [Consultato il giorno 4 Aprile 2018].

G. Iozzia, «Industria 4.0, la sfida è cominciata,» 17 Giugno 2016. [Online]. Available: <https://quifinanza.it/editoriali/industria-4-0-la-sfida-e-cominciata-cosa-significa-e-come-non-perdere-loportunita/66148/>. [Consultato il giorno 11 Aprile 2018].

Ministero dello sviluppo economico, «il-piano-nazionale-industria-40,» 17 Febbraio 2017. [Online]. Available: <http://www.governo.it/approfondimento/il-piano-nazionale-industria-40-2017-2020/6711>. [Consultato il giorno 19 Aprile 2018].

Ministero dello Sviluppo Economico, «industria40,» 16 Aprile 2018. [Online]. Available: <http://www.sviluppoeconomico.gov.it/index.php/it/industria40>. [Consultato il giorno 19 Aprile 2018].

Ansa, «Italia piace a investitori esteri,» 03 Maggio 2018. [Online]. Available: http://www.ansa.it/sito/notizie/economia/2018/05/03/italia-piace-a-investitori-esteri_fc3b648e-20b5-41bb-8ae1-23db5015c8ae.html. [Consultato il giorno 03 Maggio 2018].

Oeefoundation, «origin-of-oe,» [Online]. Available:

7] <http://www.oefoundation.org/origin-of-oe/>. [Consultato il giorno 04 Maggio 2018].

Vorne, «[oee-factors](https://www.oe.com/oe-factors.html),» [Online]. Available: <https://www.oe.com/oe-factors.html>. [Consultato il giorno 4 Aprile 2018].

J. M. Francis Wauters, «OEE, Overall Equipment Effectiveness,»
9] ABB, 2016.

R. Garbellano, «Che cosa sono davvero smart factory e Industria 4.0,»
10] 31 Maggio 2016. [Online]. Available: <https://www.industriaitaliana.it/cosa-davvero-la-smart-factory/>. [Consultato il giorno 11 Aprile 2018].

9. Ringraziamenti

Ringrazio anzitutto il professor Settineri, per avermi accompagnato in questa ultima parte del mio percorso universistario, per il supporto e la guida senza la quale questa tesi non esisterebbe.

Un ringraziamento particolare va ai colleghi della Netsurf, realtà aziendale in cui ho iniziato e sto portando avanti il mio percorso professionale e che mi ha permesso di lavorare ad un progetto che ha dato vita al caso pratico esposto in questa tesi.

Vorrei infine ringraziare le persone a me più care: i miei amici, la mia famiglia e mia moglie, il cui supporto mi ha permesso di concludere questo percorso e a cui questo lavoro è dedicato.