La simulazione del ciclo produttivo

Document change record

Issue	Date	Author
V 1.0	26.03.2015	PhD F. Castaldo Ing. F.P. Tuccinardi

This document is property of Promete Srl. All rights are reserved.

Caso studio

Realizzazione di un modello per la simulazione di un ciclo produttivo semplificato:
- «entità» di una sola tipologia di prodotto
- «lavorazioni» previste in un solo reparto

SW utilizzato per la simulazione:

Free trial di Arena Simulation (*Rockwell Software*)

www.arenasimulation.com/simulation-software-download

Obiettivi della simulazione

- scopo dimostrativo

- analisi generale del centro di lavoro per fornire informazioni sulla dinamica dei flussi di produzione

- evidenziazione punti 'deboli', corrispondenti a lavorazioni con tempi lunghi e/o su macchine a capacità ridotta rispetto al flusso medio di prodotti in lavorazione.

Definizioni

«entità»: unità del prodotto in lavorazione

«risorse»: manodopera; macchinari

INPUT PARAMETRI RISORSE

- **Tempo uomo**
- **Tempo macchina**
- **Tempo di Setup macchina**
- **Capacità macchina**

DESCRIZIONE CICLO PRODUTTIVO:
reparto di preparazione strutture ceramiche

Il ciclo produttivo è schematizzabile in 2 principali sotto-cicli:

1) Realizzazione stampi in gesso in cui colare il materiale ceramico
2) Realizzazione strutture ceramiche finali

Le principali lavorazioni sono:

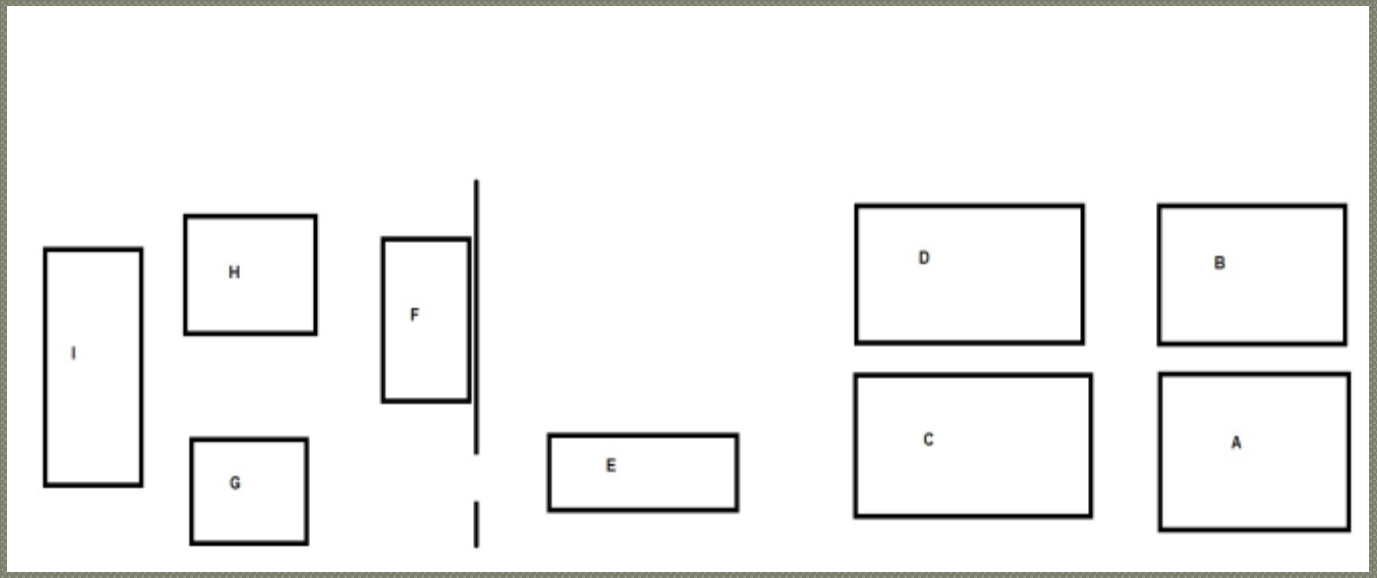
Colaggio gesso
Essiccazione

→ per la realizzazione degli stampi in gesso

Impasto ceramico
Sformatura strutture ceramiche
Sinterizzazione

→ per la realizzazione delle strutture ceramiche finali

Layout del reparto



Legenda:

A: Banco colaggio gesso
B: Impasto gesso
C: Banco sformatura strutture
D: Impastatrice gesso
E: Finitura strutture
F: Piegatura elementi sostegno
G: Essiccatoio
H: Forno sinterizzazione
I: Buffer stampi

Colaggio gesso

All'interno di una macchina impastatrice, costituita da un tank rotante, viene preparato l'impasto con acqua e gesso. L'operazione dura 10 min.

L'impasto viene quindi colato all'interno di madreformi in alluminio.

L'operazione di colaggio eseguita dal personale dura 3 min.

Successivamente, il tempo di attesa prima di procedere all'estrazione degli stampi è di 1h e questo avviene su banchi di lavoro.

Impasto **Macchina 1: Tank rotante** **Capacità: 1 stampo** **TM = 10min** **Risorse Personale = 1** **TU = non rilevante**	→	**Colaggio Gesso** **Macchina 2: banco di lavoro** **Capacità: non rilevante** **TM = 3min** **Risorse Personale = 1** **TU = 3min**	→	**Attesa** **Macchina 3: banco di lavoro** **Capacità: non rilevante** **TM = 90min** **Risorse Personale = 1** **TU = 30min (sformatura)**

Essiccazione

Gli stampi vengono estratti dalle madreformi e inviati al forno di essiccazione.

Il ciclo all'interno del forno dura 24h. Il forno può contenere un numero max di carrelli di caricamento (6), e su ogni carrello possono essere disposti 7 stampi.

Dopo l'essiccazione lo stampo è riumidificato 1h e assestato sul banco per 8 h.

Viene quindi messo sulla batteria stampi per la colata ceramica.

Essiccazione
Macchina 4: forno
Capacità: 42 stampi
TM = 24h = 1.440min
Risorse Personale = 1 persona
TU = non rilevante

Riumidificazione
Macchina 5: vasca con acqua demineralizzata
Capacità: 20 stampi
TM = 60min
Risorse Personale = 1
TU = non rilevante

Assestamento
Macchina 6: banco di lavoro
Capacità = 20 stampi
TM = 480min
Risorse Personale = 1 persona
TU = 60min (per carico e scarico)

Impasto ceramico

Per la preparazione dell'impasto ceramico si introduce il materiale di partenza in 2 rotary tank, ognuno della capacità di 300kg di impasto.

Il tempo di preparazione è 2h.

Dopo ogni impasto occorre procedere al lavaggio del rotary tank, e questa operazione dura 20 min.

La quantità max di impasto da versare in uno stampo è 1,2 kg.

Preparazione **Macchina 7: 2 rotary tank** **Capacità: 600 kg / 500 strutture ceramiche** **TM = 210min** **Risorse Personale = 0** **TU = 0**	→	**Lavaggio** **Macchina 7: 2 rotary tank** **Capacità** **TM = 20min (fermo produzione)** **Risorse Personale = 1** **TU = 20min**

Colaggio e sformatura strutture ceramiche

Ci sono 2 banchetti di lavoro che contengono 26 stampi dove avviene il colaggio del materiale ceramico.

La vita di 1 stampo è calcolata in 10 sformature.

Per ogni struttura ceramica occorrono 1,5 min.

Colaggio Ceramico **Macchina 8: 2 banchi di lavoro** **Capacità: 26 strutture ceramiche** **TM = non rilevante** **Risorse Personale = 1** **TU 10 min / 20 stampi**	→	**Attesa** **Macchina 8: 2 banchi di lavoro** **Capacità: 26 strutture ceramiche** **TM =60min** **Risorse Personale = 0** **TU = 0**	→	**Sformatura strutture** **Macchina 8: 2 banchi di lavoro** **Capacità: 26 strutture ceramiche** **TM = 0** **Risorse Personale = 1** **TU = 1.5min/struttura ceramica**

Sinterizzazione

L'operazione di caricamento del carrello dura 7h – Capacità carrello: 550-600 strutture ceramiche.

Il forno di sinterizzazione può essere caricato solo con un carrello.

Il ciclo ha una durata di 25h - a cui aggiungere un tempo di attesa di 5-6 ore prima di estrarre il carrello, per fare sì che la temperatura scenda da una valore di 450° a 100°.

Il processo di sinterizzazione ha una durata totale di 30-31h.

Caricamento Carrello **Macchina 9: carrello** **Capacità:** **1 carrello: 550-600 strutture** **TM = 0** **Risorse Personale = 1** **TU = 720min**	→	**Forno** **Macchina 10: forno sinterizzazione** **Capacità 1 carrello** **TM = 1860min** **Risorse Personale = 0** **TU = 0**

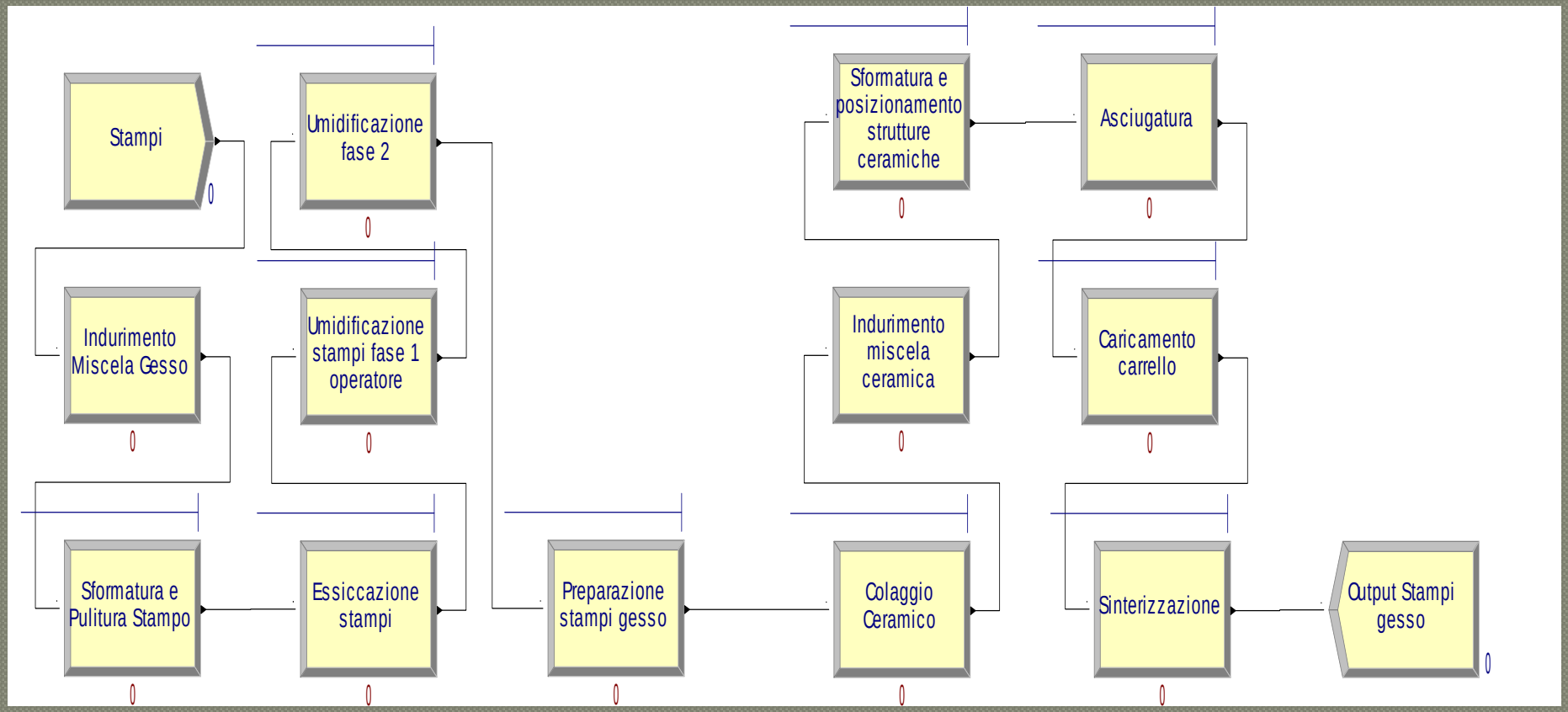
Schematizzazione del modello

1 stampo serve per realizzare 10 strutture ceramiche.

Dunque NUMERO STRUTTURE MODELLO = NUMERO STRUTTURE/10.

Di conseguenza, quando nella simulazione si passa da STAMPI GESSO a STRUTTURE CERAMICHE, per ottenere il reale numero di strutture ceramiche bisogna moltiplicare x 10 il numero di entità.

Schema su SW Arena



La simulazione effettuata

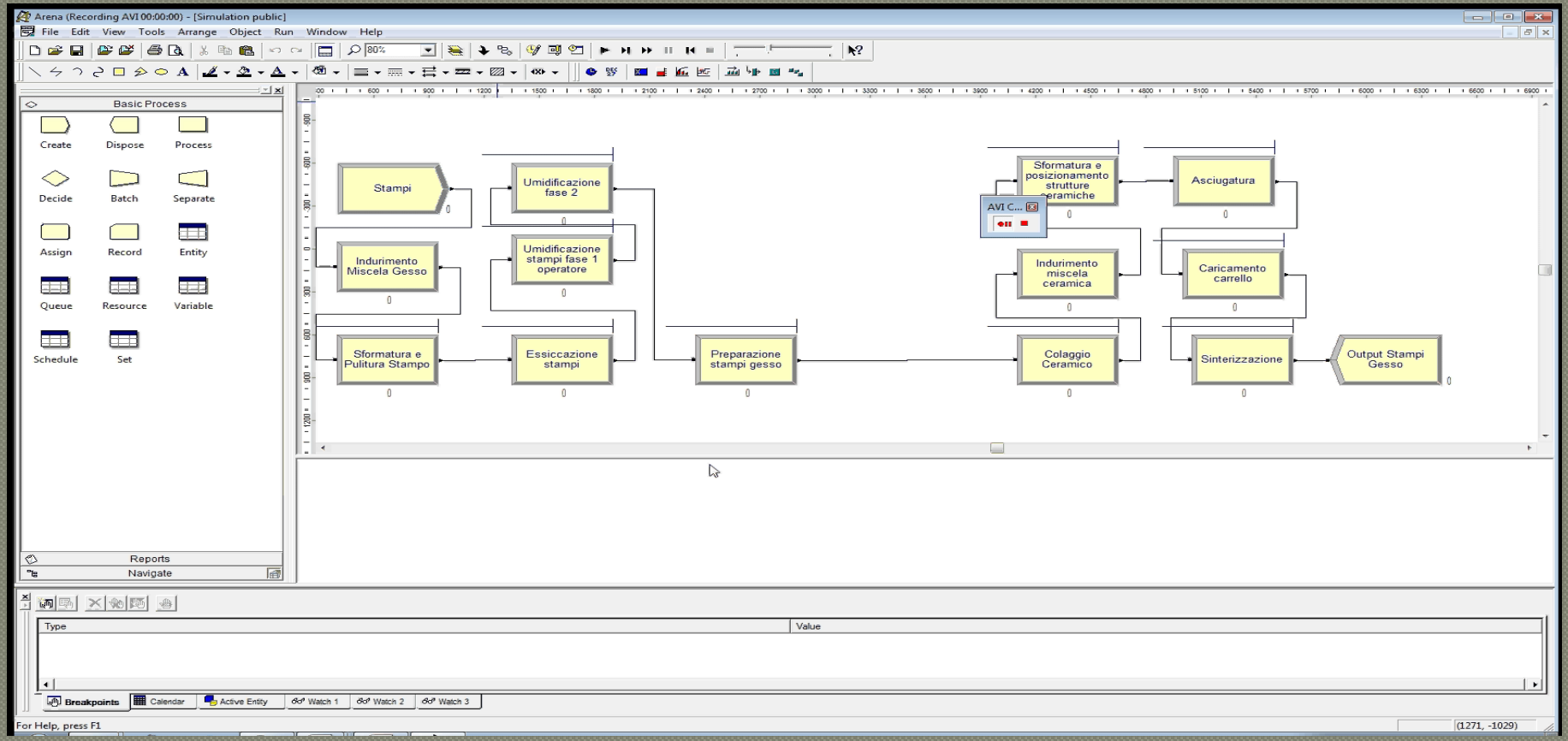
La simulazione si riferisce alle lavorazioni di **100 stampi in gesso** e dunque di **1000 strutture ceramiche**. E' stata effettuata ponendo pari a **3** il numero di '***replications***' ossia il numero di iterazioni effettuate nel calcolo.

La simulazione restituisce l'esatto andamento delle lavorazioni nel ciclo produttivo ed in particolare evidenzia code e colli di bottiglia.

Il tutto è basato su una analisi di capacità massime delle risorse utilizzate (macchinari, manodopera).

Il video della simulazione

attiva il video



Reports della simulazione

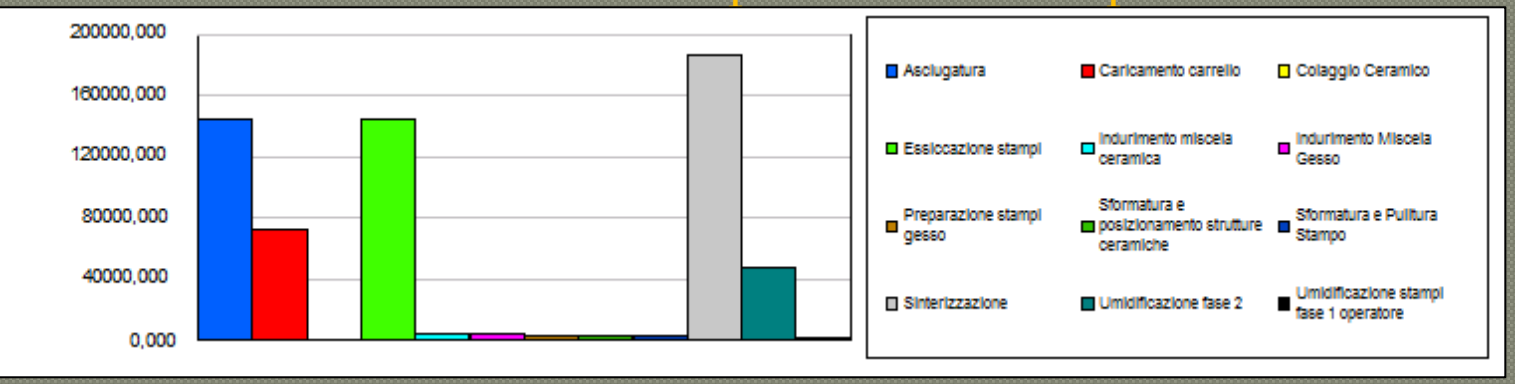
Tra gli output del software le informazioni su come si è svolto il ciclo produttivo:

Dati Complessivi:

- Analisi di efficienza
- Start Time ciclo produttivo = 0.0
- Stop Time ciclo produttivo = 12.421 min

Dati per entità:

- Tempi delle lavorazioni
- Tempi di attese/code
- Tempo effettivo ciclo produttivo

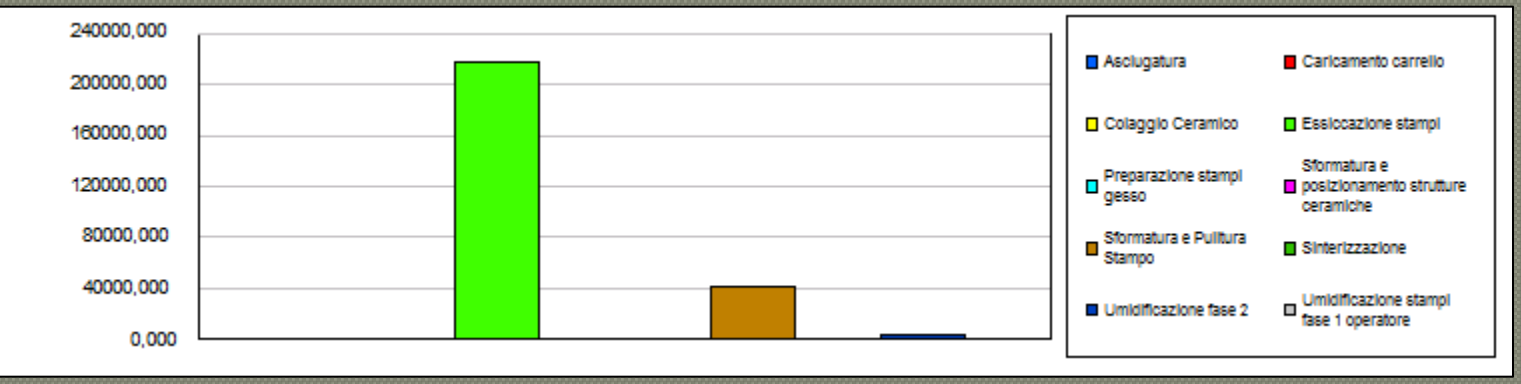


tempi delle lavorazioni sulle macchine

Reports della simulazione

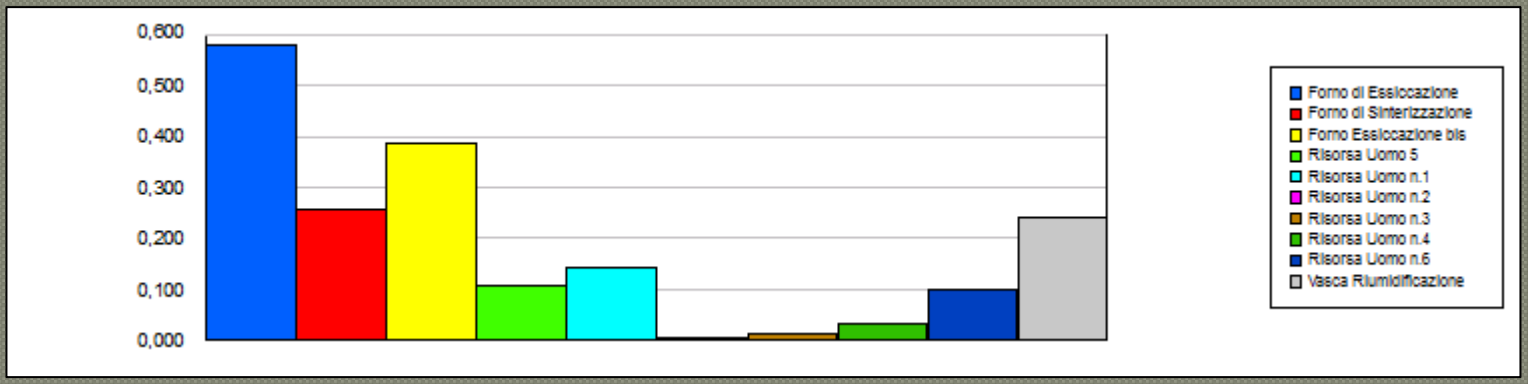
Dati per Risorse:

- Fattori di utilizzazione risorse
- Percentuali di carico macchine
- Setup e Attrezzaggio macchine in funzione delle sequenze di lavoro



Code e attese sulle risorse

Reports della simulazione



Fattori di utilizzazione delle risorse

I dati restituiti sono completi di **Tabelle – Istogrammi - Distribuzioni Statistiche - Fattori di rischio – Animazioni Grafiche 2D/3D**

Output e Modalità Grafiche **configurabili dall'utente**.

Risultati della simulazione

L'analisi evidenzia:

Le capacità delle singole macchine all'interno del sotto-ciclo PREPARAZIONE STRUTTURE sono congruenti.

Al contrario c'è una discrepanza importante tra la Capacità Totale del sotto-ciclo PREPARAZIONE STAMPI IN GESSO e la Capacità Totale del sotto-ciclo PREPARAZIONE STRUTTURE , in quanto risulta :

Capacità PREPARAZIONE STAMPI GESSO < Capacità PREPARAZIONE STRUTTURE

Il potenziamento del sotto-reparto PREPARAZIONE STAMPI IN GESSO dovrebbe consistere nell'aumento di capacità delle macchine 4 e 6 (Essiccatoio G, Banco E).

Prospettive

Il presente esempio mostra le potenzialità di uno strumento informatico nella sola parte di simulazione del ciclo produttivo.

Nella realtà produttiva numerosi fattori contribuiscono ad aumentare il livello di complessità del problema da affrontare:

1) **Entità** di differenti tipologie con differenti sequenze (e tempi) di lavorazione
2) **Risorse macchina** con capacità, tempi di lavorazione, di set-up, attrezzaggio, ecc. dipendenti dalle tipologia delle entità da lavorare e/o dal loro mix
3) **Manodopera** con qualifiche differenti e relativa potenzialità/limite nel loro impiego in diversi reparti e su diverse macchine
4) **Vincoli** dettati da piani di produzione, priorità negli ordini, rispetto delle date di consegna, disponibilità di materiali/componenti nel magazzino, fermi macchina programmati, ecc.
5) **Componenti dinamiche** generate in input, ordini non pianificati, guasti, ecc, ovvero intrinseche dell'andamento del processo, scarti, cicli di correzione, ecc.

Prospettive

Per affrontare nella sua completezza la problematica:

- **a livello di simulazione**, è possibile configurare degli scenari di calcolo ed analisi che mostrano possibili soluzioni al variare di parametri di interesse, consentendo l'adozione di quelle più convenienti in funzione di prestabilite politiche aziendali (livellamento utilizzo delle risorse, rispetto date di consegna, ecc.); l'utente analizzando i differenti scenari sceglie la soluzione da adottare.

- **a livello di schedulazione**, determinando la soluzione ottima in termini di sequenze delle entità da lavorare e di bilanciamento dei carichi sulle macchine e relativamente a funzioni obiettivo, variabili e vincoli definite dall'utente.