



# **CORSO PREPARATORIO PER OPERATORI NEL CAMPO GALVANICO**

**I  
PARTE**

# Impianti galvanici: un approccio moderno alla loro progettazione e realizzazione

di Renzo Contin

Dopo la fine dell'ultima guerra, per alcuni decenni la Galvanica è stata considerata una "tecnologia a basso livello" ed i suoi operatori una specie di alchimisti, detentori di chissà quali ricette miracolose.

Da un po' di anni invece, ormai, la galvanica sta rivalutando questa prima sua immagine, con notevole recupero sul piano scientifico e tecnologico.

Questa opportuna rivalutazione, provocata anche dalle mutate esigenze del mercato in campo nazionale ed internazionale, è merito però anche di iniziative di divulgazione scientifica e di corsi di istruzione come questo, meritevoli di togliere la galvanica dal ghetto in cui si trovava, conferendole la dignità di una tecnologia basata su criteri scientifici.

Nello stesso tempo gratifica gli operatori di quel riconoscimento professionale che a mio giudizio è stato per troppo tempo sconosciuto.

Come si sa, ogni tecnologia porta con sé l'uso di determinati strumenti operativi, di parametri da rispettare, di precauzioni da prendere, di scelte da evitare, di migliorie da apportare.

Ognuna di queste condizioni a sua volta esige e richiede, ogni giorno di più, che le varie branche o settori che determinano l'insieme e cioè:

- la chimica di processo;
- le apparecchiature a corredo degli impianti;
- gli impianti di produzione;
- i mezzi di movimentazione dei materiali;

- i mezzi di alimentazione degli additivi e dei sali;
- la limitazione del drag-out delle soluzioni, il recupero dei metalli, lo smaltimento dell'aria ed acqua esausti, nei limiti stabiliti dalle vigenti leggi.

Siano tra loro collegati e ben presenti a chi ordina un impianto e soprattutto a chi lo deve progettare.

Si aggiungono poi incalzanti esigenze come ad esempio:

- a)** lo scarico, sempre più tendente a zero per gli impianti di depurazione;
- b)** la segregazione degli impianti (con conseguente variazione della tipologia di aspirazione dei fumi)
- c)** l'automatismo del carico e scarico dei pezzi sul telaio porta merce negli impianti statici, la pesatura, la dosatura controllata del materiale, ed in alcuni casi anche l'imballaggio negli impianti a rotobarile.
- d)** L'utilizzazione di apparecchiature e/o sistemi impiantistici intesi ad evitare il rilascio di Pb dai manufatti che utilizzano acqua a scopo domestico (vedi esigenze americane e canadesi).
- e)** La certificazione della produzione fatta non solo barra per barra, ma telaio per telaio, ed in qualche caso anche l'introduzione del controllo di spessore, misurato direttamente sui pezzi ancora agganciati al telaio.

Il valore degli spessori rilevato, è da interfacciare con i dati derivanti dalla analisi chimica dei bagni e di tutte le altre condizioni, tempo, temperatura, correnti, tensioni, valori PH.

Tutto ciò esige che chi ordina un impianto conosca bene cosa desidera veramente e lo trasmetta a chi deve progettarlo. Che poi si debba fare tutto subito, o che certe soluzioni tecnologiche siano previste, ma attuate poi gradualmente nel tempo, è questione di una scelta aziendale.

Basta un semplice esame di qualche interrelazione tra qualcuno dei punti menzionati per capire come può cambiare la costruzione di un impianto, il suo costo, le potenze impiegate e le dimensioni dei locali che devono contenerlo.

Pertanto oggi non basta più dire desidero un impianto che produca tot barre ora, con tot tempi di immersione!

Occorre invece un'analisi più attenta dei molti fattori che influiscono sulla scelta. Pertanto ove non ci sia un particolareggiato capitolato di appalto, occorre corredare le richieste fondamentali, di altre indicazioni, come quelle indicate in un tipo di questionario (o check list) che in calce portiamo solo a titolo di esempio.

Da tutto questo si evince anche, che il fornitore o meglio il progettista di un impianto non può essere un semplice manipolatore di carpenteria, plastica, cavi elettrici, bulloni, ma deve conoscere il più possibile anche l'arte della Galvanica.

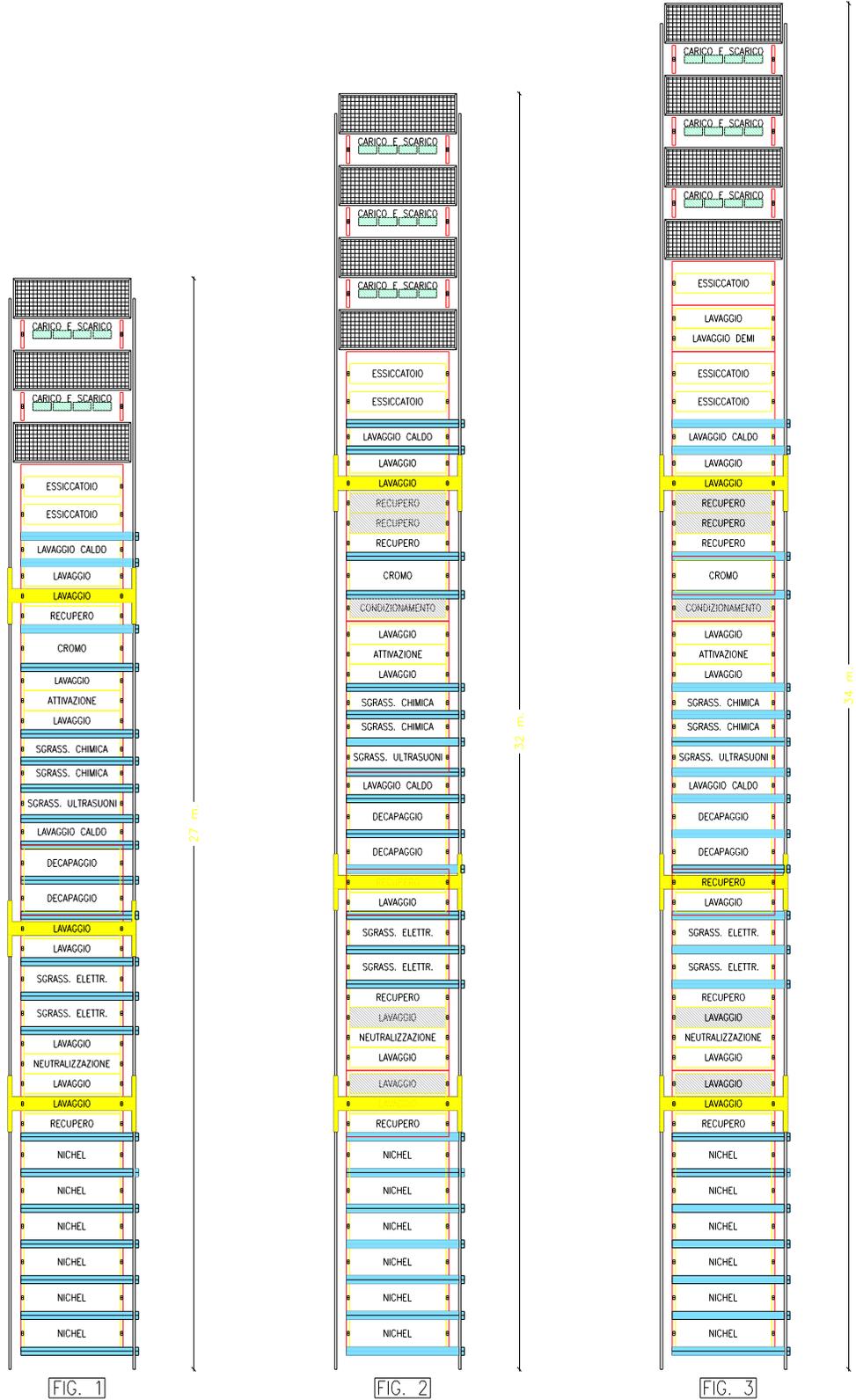
**Forniamo alcuni esempi pratici**

- Nella figura 1 è schematizzato un Impianto a carri generico, previsto per lavorare con un impianto di depurazione delle acque di scarico di tipo chimico-fisico, classico.

- La figura 2 mostra lo stesso impianto studiato per essere collegato con un impianto a forte recupero delle acque di scarico o per impianto tendente a zero. Si noterà l'aggiunta necessaria delle vasche di lavaggio in più.

La figura 3 mostra l'impianto della figura 2, con aggiunta la metallizzazione in linea dei telai.

Si nota facilmente che la lunghezza dal primo all'ultimo impianto è passata da mt. 27 a mt. 34.



La figura 4 mostra lo stesso impianto con l'aggiunta del magazzino polmone. Si nota che in questo caso il movimento dei materiali va sempre in un senso, ma che si è reso necessario sdoppiare l'impianto a forma di "U", aggiungendo un traslatore.

La Figura 5 mostra un impianto segregato come esigono le attuali norme.

La Figura 6 fa vedere invece la sezione di un impianto che non utilizza coperchi automatici, mentre nella Figura 7 la sezione dello stesso impianto che utilizza i coperchi (automatici per limitare i fumi e diminuire la potenza degli aspiratori).

Se vogliamo guardare alla produttività, l'impianto in Figura 1, ha una produttività superiore agli altri, perchè a causa delle aggiunte riportate, gli altri hanno un tempo ciclo più alto, quindi una quantità di battute/ora inferiore.

Gli altri impianti però offrono altri servizi e maggiori garanzie produttive, e costano ovviamente di più.

Si tratta pertanto di scegliere oculatamente ciò che è più conveniente richiedere per il servizio che si vuole attuare.

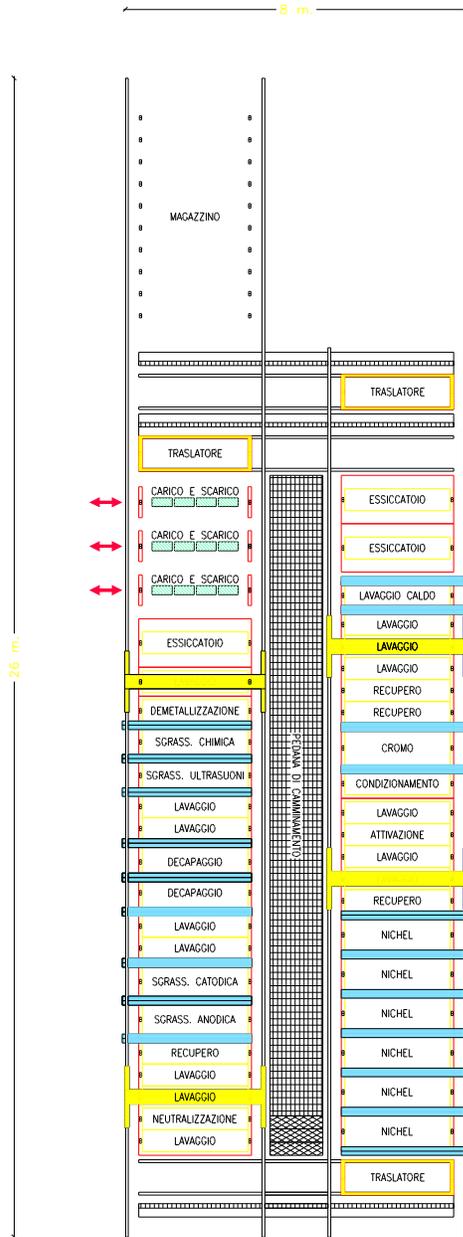


FIG. 4

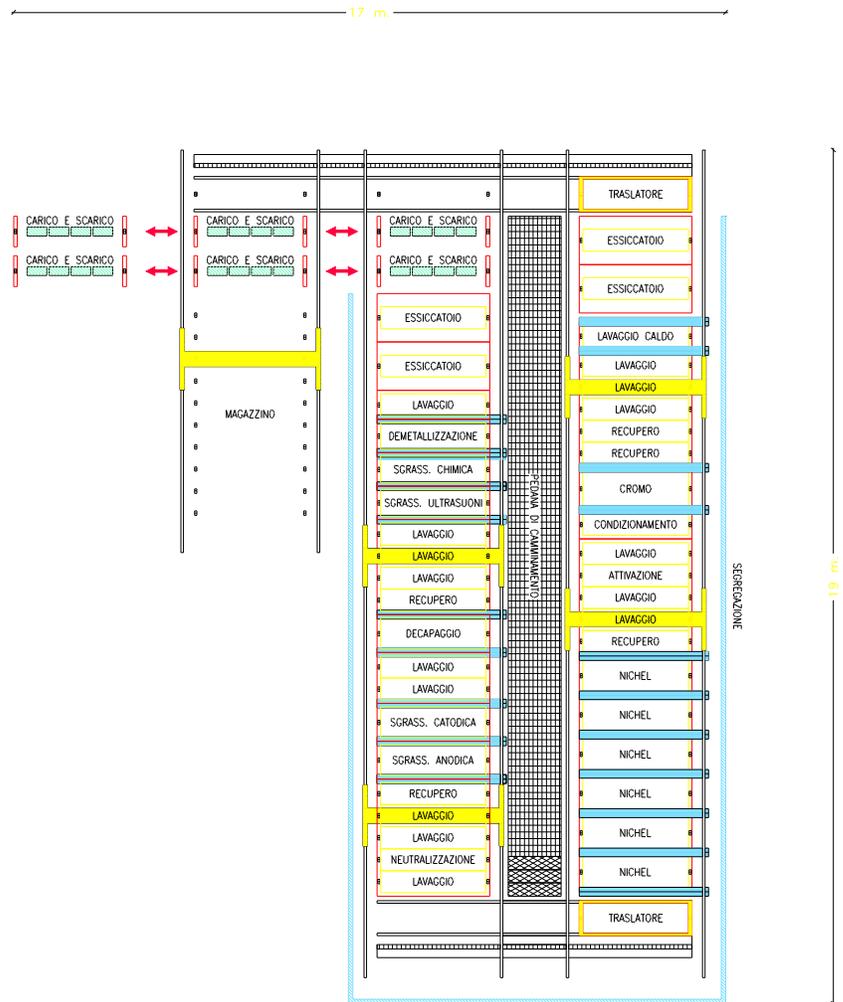


FIG. 5

IMPIANTO SENZA COPERCHI

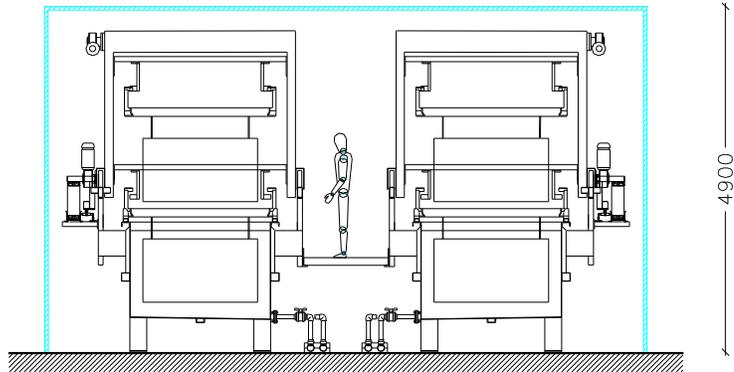


FIG. 6

IMPIANTO CON COPERCHI

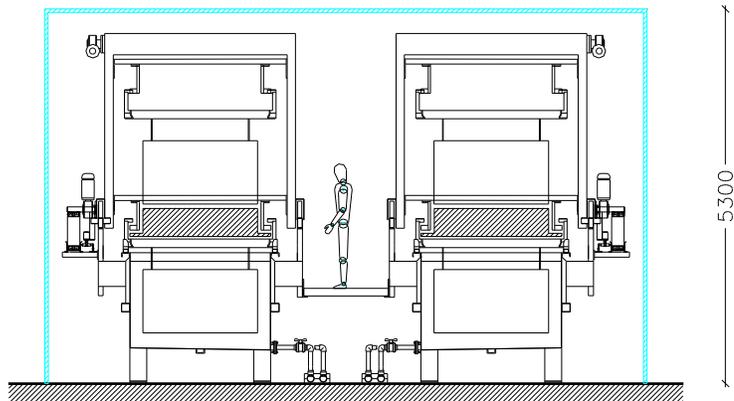


FIG. 7

## **TIPOLOGIA DEGLI IMPIANTI**

### **OSSERVAZIONI**

E' opportuno innanzitutto distinguere se un impianto deve essere progettato per un lavoro da contoterzista o per un lavoro per conto proprio.

Per uno stesso tipo di lavorazione (ad esempio Nichelatura o Zincatura), può cambiare completamente la scelta del tipo di impianto.

Il contoterzista non può generalmente prevedere le dimensioni, la quantità, il tipo di materiale base degli oggetti che dovrà lavorare.

Colui che lavora in proprio, in genere conosce bene tutti questi parametri.

Nel primo caso sarà necessario un impianto con dimensioni di vasche capaci di contenere anche oggetti grandi, un ciclo di preparazione che si adatti a materiali base tra loro diversi, a vasche di trattamento adatte ad ottenere differenti finiture. Quindi come vedremo è difficile che la scelta non cada su un impianto a carri, anche se la produttività di questo tipo di impianto in genere è più bassa di altri tipi.

Nel secondo caso per contro, chi produce un manufatto per conto proprio è in grado di stabilire: tipo di materiale base, quantità da trattare, tipologia di finitura, e se gli oggetti hanno dimensioni contenute, può invece scegliere più convenientemente altri tipi di impianto, come ad esempio quelli a bracci o transfer a ritorno, che sono notoriamente più produttivi, possono essere più facilmente automatizzati nel carico automatico dei telai e dei pezzi sui telai e sono più semplici da condurre.

## **Rassegna dei tipi di impianti**

### **Manuali**

Sono quelli dove l'operatore muove i telai porta pezzi spostandoli manualmente da una vasca all'altra, secondo una sequenza imparata a memoria, e dove è libero di fare ogni spostamento. Questi impianti vanno scomparendo almeno in Europa, mentre hanno ancora un certo interesse nei paesi dove la manodopera costa poco o niente.

E' evidente che con questi tipi di impianti non si può certificare ciò che si produce.

### **Semiautomatici**

Sono una via intermedia tra i manuali ed automatici.

In pratica sono degli impianti manuali, ma serviti da carrelli trasportatori, che sono però comandati nei loro movimenti, manualmente dall'operatore.

Sono usati quasi sempre dove c'è la necessità di movimentare materiali pesanti od ingombranti, quando cioè l'operatore non può farlo a mano o da solo, ed in taluni impianti dove è proprio necessario l'occhio dell'operatore (ad esempio nella colorazione dell'alluminio con prodotti inorganici nel processo di ossidazione anodica) per cogliere la nuances, il tono di tinta desiderata.

### **Impianti automatici**

Sono i più numerosi oggi nel mondo.

Non è semplice però restringerli in categorie. Ciò perchè non sempre sono rigidamente riconducibili ad una di queste. Si possono tuttavia riconoscere questi grossi gruppi:

AUTOMATICI A TELAIO CHIAMATI IMPROPRIAMENTE "STATICI"	Impianto a Transfer
	Impianto a Braccia
	Impianto a Paranco
	Impianto a Passo del Pellegrino

AUTOMATICI PER MINUTERIA	Impianto a Paranco per rotobarili
	Impianto a Braccia per rotobarili
	Impianto a Transfer per rotobarili
	Impianto Speciale a Campana
	Impianto a Passo del Pellegrino

AUTOMATICI PER NASTRI E FILI	Impianto a Rulli
	Impianto Lineare

AUTOMATICI PER CIRCUITI STAMPATI	Impianto a Carri in linea
	Impianto orizzontale per linea chimica

AUTOMATICI PER ELETTROFORESI	Impianto per Elettroforesi Transfer
	Impianto per Cato/anaforesi Industriale

Esistono altri tipi di impianti per attività speciali come elettroformatura, ossidazione anodica dura, fosfatazione, elettrodeposizione con incorporazione di materiale inerte come: diamanti, teflon, carburi di metalli.

### **Impianti a Transfer**

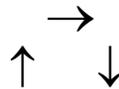
Comunemente chiamati Udylite, dal nome del primo brevetto. Sono impianti molto compatti, semplici, affidabilissimi.

Le sequenze di lavoro sono di tipo incrementale una successiva all'altra. Consta di una solida struttura con vasche a blocchi ravvicinate e disposte nello stesso ordine che la sequenza di lavorazione richiede. Un ponte, che è la parte mobile, determina il sollevamento e la discesa. Alza cioè i telai dalle vasche, fa fare una traslazione nella posizione alta in modo che alla discesa successiva, il telaio si trovi nella vasca adiacente nel senso di marcia.

Nelle vasche multiple invece, la traslazione avviene in basso, secondo lo schema riportato nello schizzo n. 8.

Questi impianti sono capaci di forti produzioni, con tempi di trattamento anche differenti, ma legati al numero di battute/ora dell'impianto.

Una battuta è determinata da un sollevamento, una traslazione di un passo, una discesa.



Il tempo per eseguire questi movimenti si definisce tempo ciclo e può essere aumentato o diminuito variando le velocità di salita, trasferimento, discesa, nonchè agendo sulle variazioni dei tempi di sollevamento e della sosta tra ciclo e ciclo.

L'impianto è normalmente a semplice fila di telai, ma può anche essere a doppia fila.

La produttività oraria è data da l'espressione:

$$P = BN$$

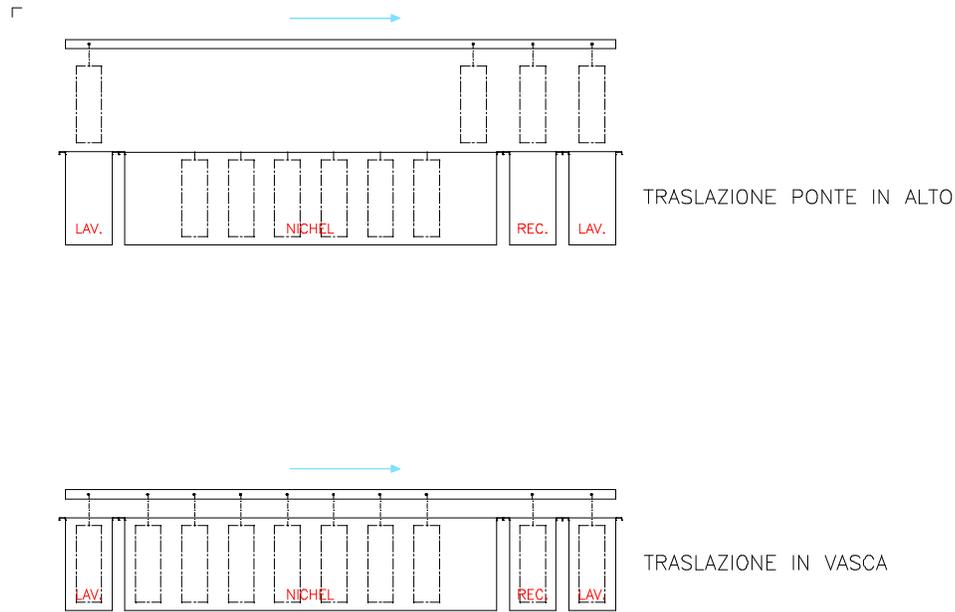
dove B rappresenta in numero di battute/ora e il numero di file di telai. Così per un impianto a doppia fila che fa 60 battute/ora la produttività oraria sarà:

$$P = 60 \times 2 = 120 \text{ telai/h}$$

Il limite di questo impianto è: la difficoltà ad eseguire lavorazioni differenti da quelle indicate dalla sequenza.

Recentemente però come diremo in seguito, questi vincoli sono stati parzialmente ma brillantemente risolti, per cui oggi offre soluzioni interessanti.

Possono essere dotati di polmone, esterno dai telai per il carico di primo mattino.



### **Impianti a Bracci**

Trattasi di un impianto simile al precedente, chiamato anche a giostra o a carosello. I telai non sono appesi alla barra del castello ma a dei bracci collegati alla struttura, sollevati quasi sempre dal castello e vincolati ad un movimento passo - passo. Sono sufficientemente liberi da poter fare alcuni movimenti indipendenti come ad esempio:

- a)** traslare nelle vasche multiple in alto od in basso (consentendo così diversità di tempi di trattamento, telaio per telaio);
- b)** sorvolare una o più vasche, rendendo possibile lavorazioni diverse tra telai posti in maniera sequenziale in linea.

Così ad esempio si potrà fare Ni + Cr oppure Ni + Ottone, con tempi di Ni differenti.

c) anticipare fuoriuscite dalle vasche, per favorire tempi di gocciolamento non vincolanti la cadenza dell'impianto, e nel caso di trattamenti chimici come la passivazione dello zinco, dei tempi ottimali e non legati al tempo di ciclo dell'impianto (Figura 9).

L'insieme non è sempre costituito da vasche multiple ed in ogni caso, tra la linea di andata e quella di ritorno esiste uno spazio entro il quale sono poste le movimentazioni, le aspirazioni e parte della stessa struttura portante.

Possono essere serviti come i precedenti da apparati di sollevamento e traslazione sia meccanici che idraulici.

Anche in questo caso la capacità produttiva è data dalla relazione:  $P = B \times N$

ESEMPIO SCHEMA VARIANTI IMPIANTO A BRACCI

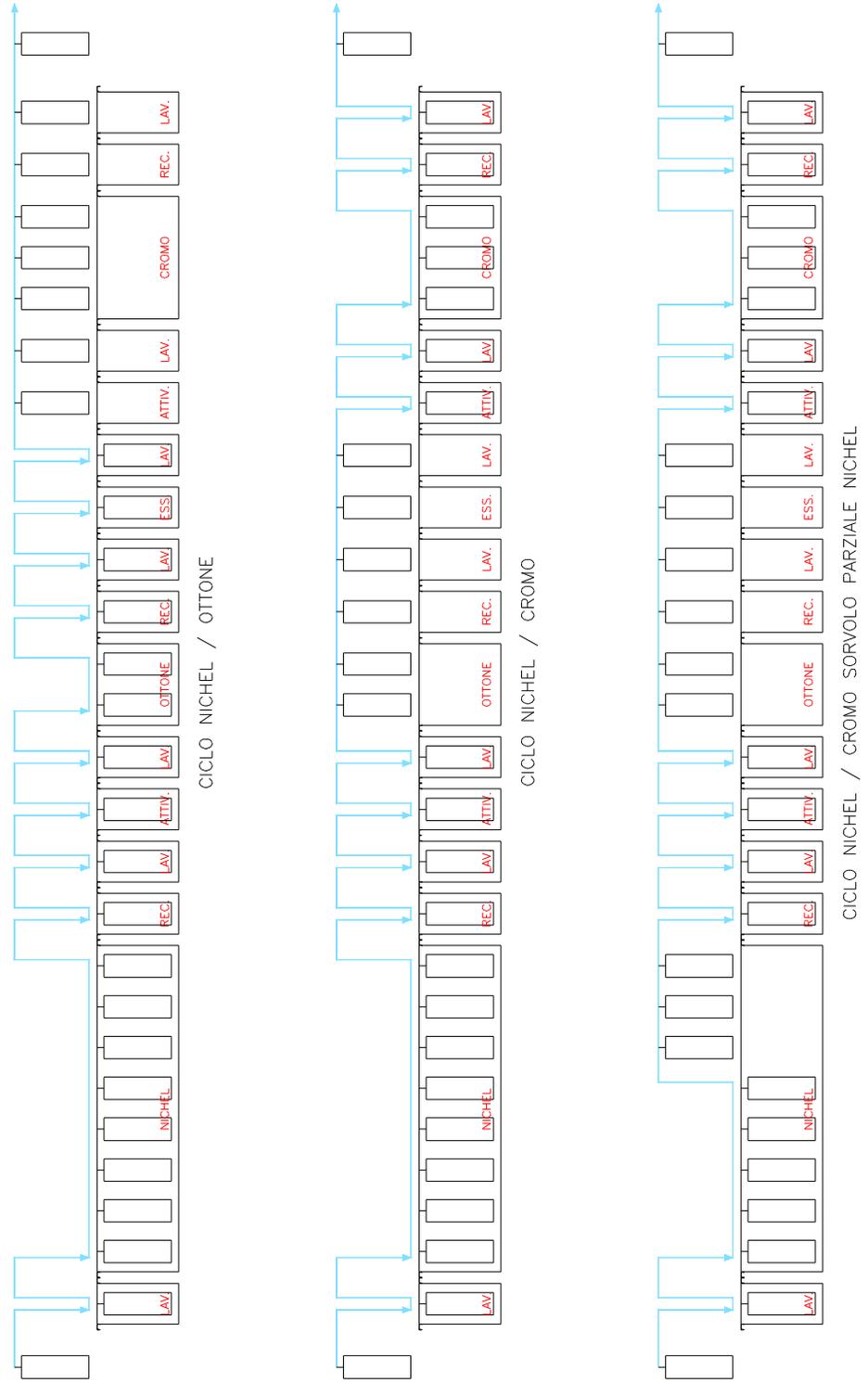
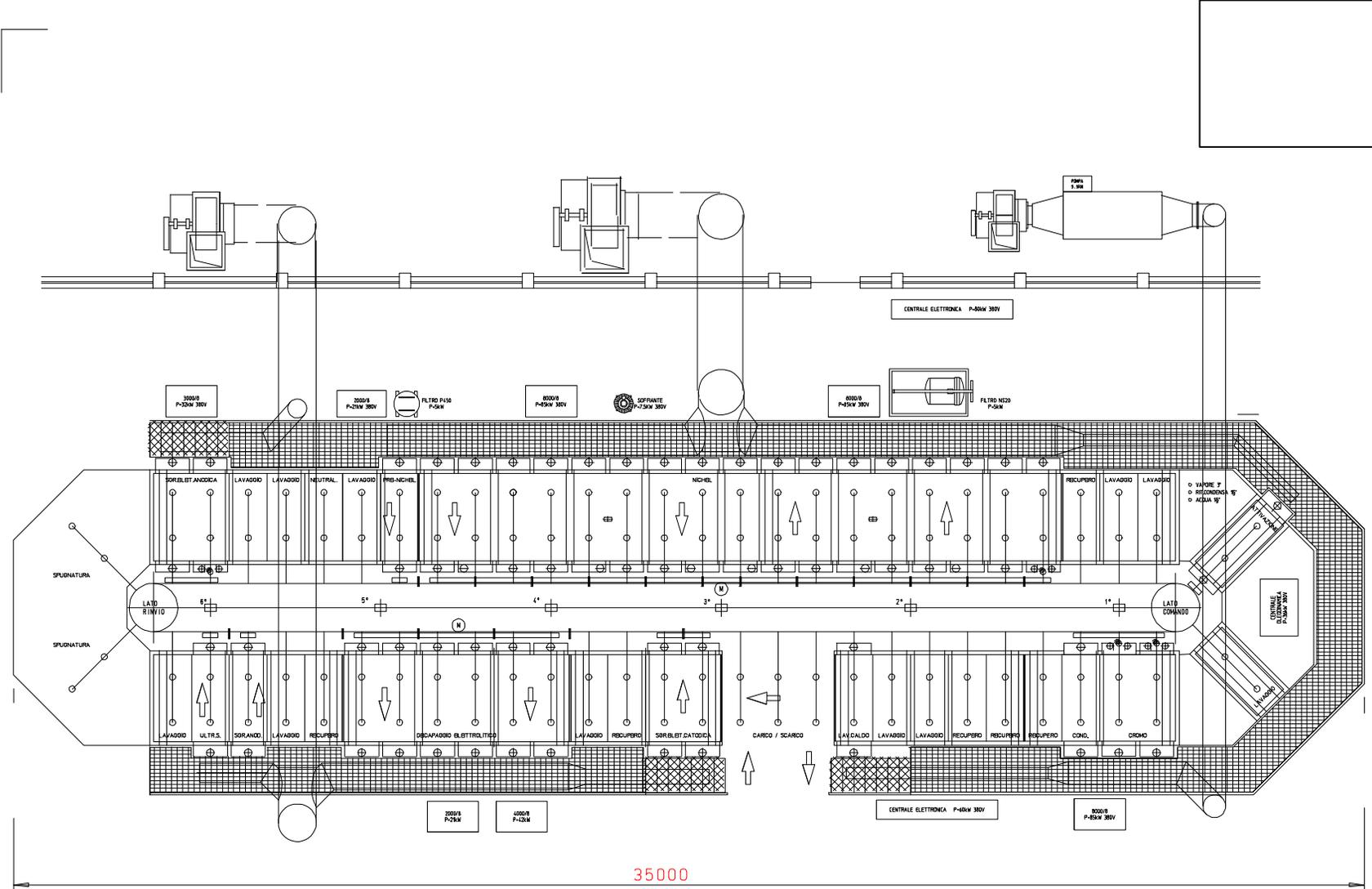
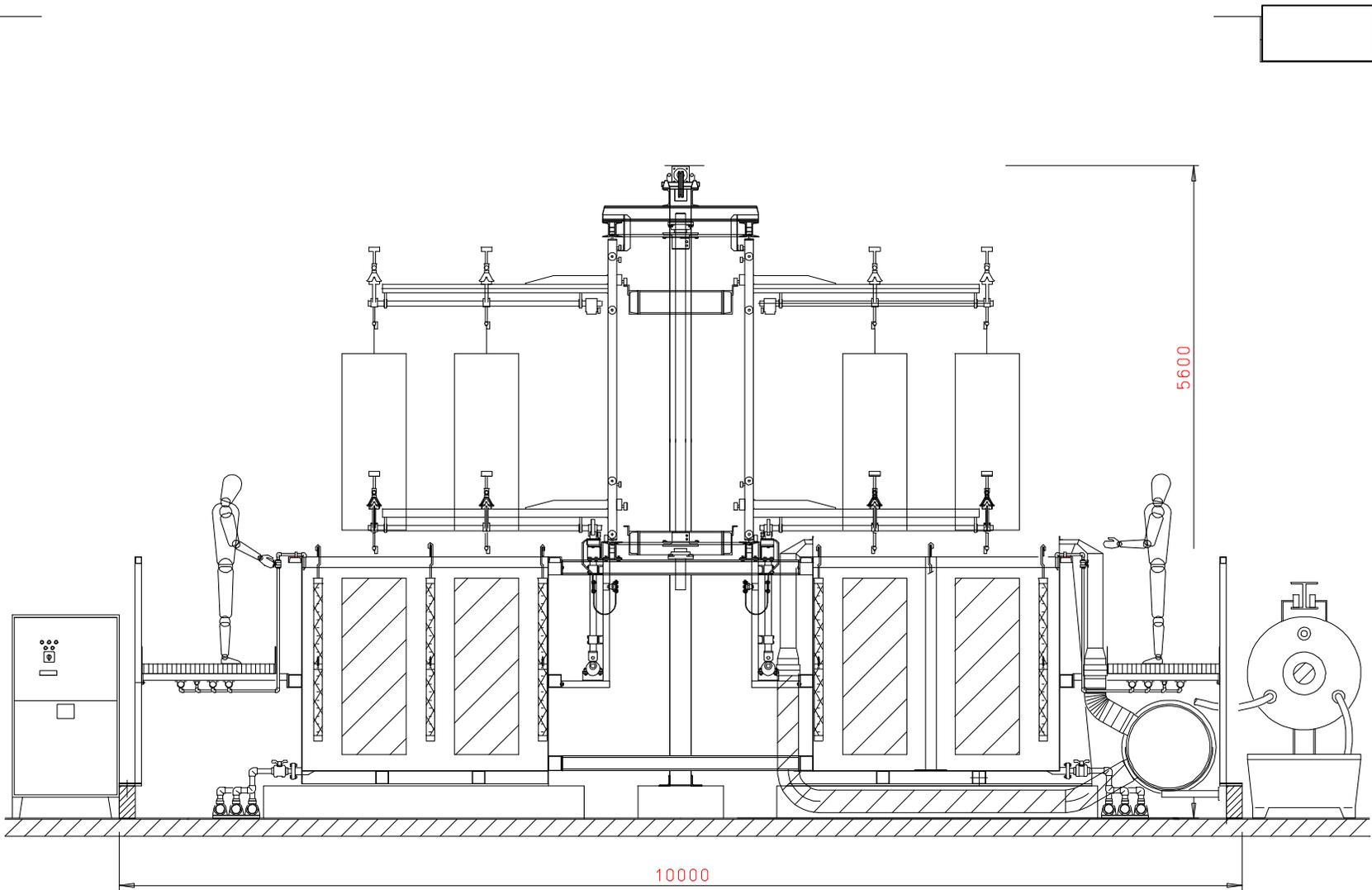


FIG. 9

# Corso per Operatori galvanici



Corso per Operatori galvanici





IMPIANTO A BRACCI  
DOPPIA FILA

IMPIANTO  
A BRACCI  
MONOFILA



IMPIANTO A BRACCI  
DOPPIA FILA CON  
CARICO E SCARICO  
AUTOMATICO DEI  
TELAI

### **Impianti a Paranchi**

Sono impianti sistemati normalmente su una o più linee.

Normalmente la disposizione delle vasche non è determinata normalmente secondo il criterio consequenziale del ciclo di lavoro, ma tiene conto del movimento delle barre porta merce che in caso di carico e scarico da uno stesso lato e con disposizione delle vasche in una sola linea, seguono un andamento di andata e ritorno lungo la stessa direttrice.

Così come si può vedere ad esempio negli schemi illustrati nelle figure 1 - 2 - 3: le vasche di cromatura e l'essiccatoio sono posti vicino al carico e scarico onde evitare possibili inquinamenti delle soluzioni contenute nelle vasche che precedono tali trattamenti.

Non così invece se l'impianto è disposto ad "U" (figure 4 e 5), su due o più linee. In tal caso infatti l'andamento delle barre va sempre in avanti in una unica direzione.

In questi impianti gli oggetti da trattare sono appesi a dei telai (chiamati portamerce) e questi a loro volta a delle barre che saranno poi prelevate dalla posizione di attesa in cui si trovano dopo il carico dei telai, e portate nelle vasche di lavorazione, secondo criteri stabiliti in precedenza. Ma ciò si vedrà meglio in seguito.

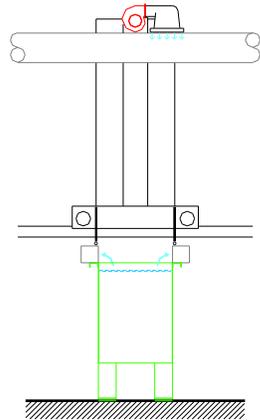
Questi carri (in taluni casi chiamati anche autoperatori) sono provvisti di apparati per il sollevamento e la discesa della barra e di altri meccanismi per la traslazione.



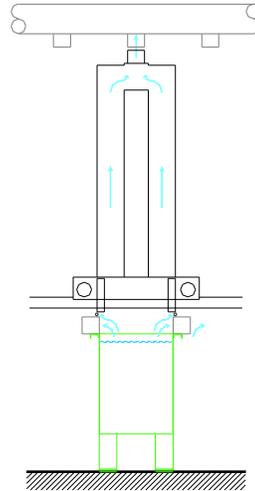
IMPIANTO A CARRI SOSPESI PER METALLIZZAZIONE ABS  
CON MAGAZZINO DI CARICO

Quando sono destinate ad un impianto per rotobarili, sono in genere provvisti di apparato per la rotazione del barile durante la salita, od una sosta intermedia.

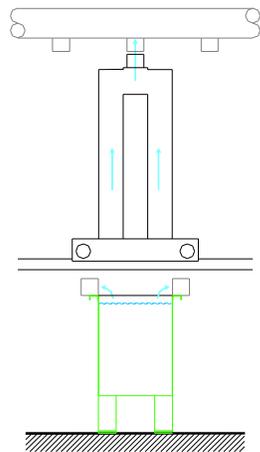
Quando si desidera che gli oggetti aventi notevole massa termica e forte superficie, che uscendo da vasche molto calde, non propaghino nell'ambiente i fumi delle soluzioni evaporanti dalla superficie dei pezzi, e non più captabili dalle cappe di aspirazione, perchè ormai fuori tiro, si fanno dei carri aspirati. Le tecniche per far questi carri sono molteplici e lo schemettino riportato di seguito ne illustra i metodi.



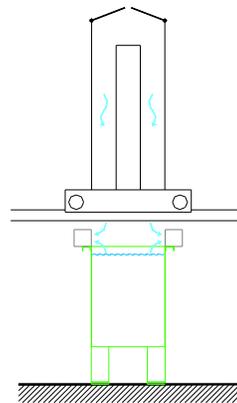
CARRO ASPIRATO CONTINUO



CARRO ASPIRATO CON COPERCHI  
ASPIRATORI PASSO PASSO



CARRO ASPIRATO  
SEMPLICE PASSO PASSO



CARRO ASPIRATO  
CON APERTURA SUL TETTO

I carri possono essere programmati nei loro movimenti. Ciò si fa mediante una tabella di immissione, dove si scrivono i percorsi che devono fare, i tempi di gocciolamento, le soste per le temporizzazioni che si prevedono.

Da questa tabella nasce un percorso che può essere visualizzato sul PC, e sul quale si possono controllare zone critiche di interferenza.

Questo tipo di programmazione si chiama a “ciclo” e sebbene si possano utilizzare molte variabili, e possibilità, si basa esclusivamente sul movimento dei paranchi, cioè sul percorso che devono fare e sulle attività che il PLC comanda loro di eseguire. Normalmente con i sistemi più evoluti si possono fare e visualizzare molti cicli e sequenze diverse.

Il tempo che un carro impiega per terminare il suo percorso, si chiama “tempo ciclo”. In caso di utilizzo di più paranchi, il tempo ciclo sarà determinato dallo start di tutti i paranchi fino all’arresto dell’ultimo.

La produttività è così determinata:

$$P = B - Nt$$

dove:

**P** sta per Telai/ora

**B** sta per Barre/ora

**Nt** sta per numero di telai per

barra



IMPIANTO A TELAI

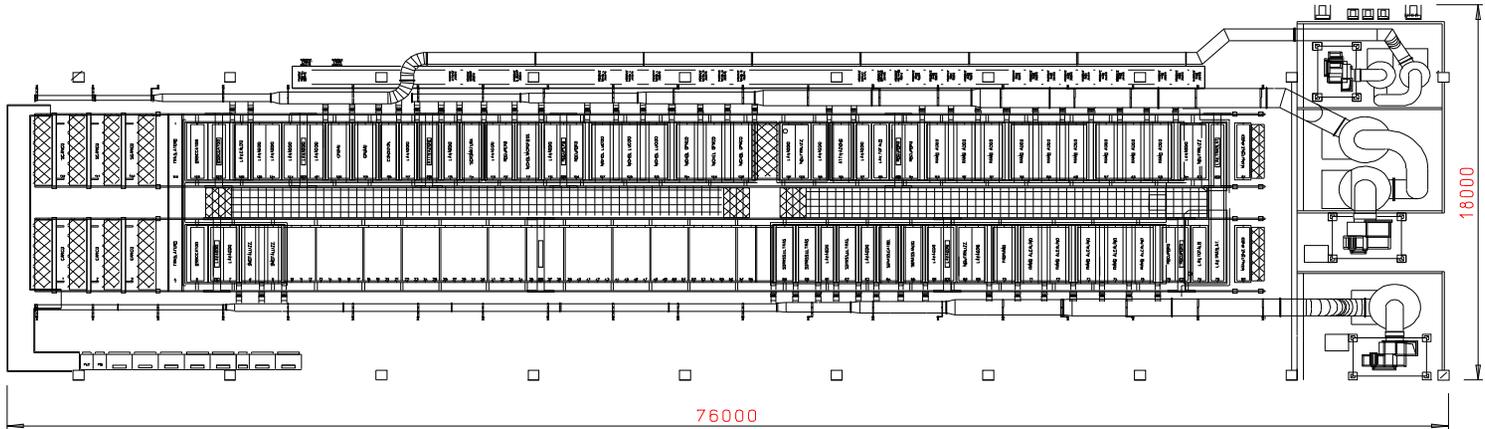


DETTAGLIO MANUTENZIONE ANODI



CARRELLO MONOROTAIA

Corso per Operatori galvanici



Un altro metodo di programmazione è quello chiamato "PROCESS" e si basa sul tempo effettivo di trattamento barra per barra. A differenza del metodo a "ciclo fisso", i paranchi non eseguono più movimenti ripetitivi fissi e rigidamente controllati, ma seguono le esigenze dettate dai tempi di trattamento a loro volta dettati dalla tabella di immissione.

I movimenti che dovranno fare questi paranchi (compreso il criterio di anticollisione tra loro), è elaborato dal sistema PC/PLC o PC/PC/PLC a seconda della configurazione HW del sistema.

Con questo metodo non si può predeterminare esattamente sulla carta un tempo ciclo, ma si può verificare (simulandolo prima che l'impianto sia fornito) concretamente.

Questo secondo sistema garantisce inoltre che in caso di variazione di programma, (utilizzo di certe priorità, o variazioni di ciclo), non rimanga alcuna barra immersa nelle vasche, senza che nessun carro vada a prelevarla, come potrebbe succedere nel sistema a ciclo fisso.

Altri sistemi ancora, chiamato multi-tasking o di multiprogrammazione, prevedono di poter eseguire operazioni tra loro diverse, contemporaneamente, senza vuotare l'impianto per ripartire con nuovi programmi.



IMPIANTO CON SEGREGAZIONE VISTA DALL' ESTERNO



IMPIANTO PER CIRCUITI STAMPATI DALL'INTERNO

Anche in questo caso ci si basa su criteri differenti:

una multiprogrammazione a ciclo fisso basata sui movimenti dei paranchi (esecuzione secondo diagrammi di ciclo), in dipendenza di determinati algoritmi, ed altri invece sul tempo barra.

Questo ultimo metodo, fa muovere i paranchi, sempre tenendo conto dei tempi barra stabiliti nella tabella di immissione. Allo stato attuale è preferibile il secondo sistema, perchè permette all'utilizzatore di inserire direttamente la tabella di immissione, con tempi e caratteristiche determinate, senza la necessità di intervento del fornitore, nel caso si debba cambiare qualche cosa.

Occorre però sempre tenere conto di ciò che si deve fare e ciò che si vuole, e tenere presente che per impianto "a ciclo" è possibile ottimizzare al massimo per una determinata sequenza attraverso un diagramma spazio/tempo il tempo ciclo migliore, e quindi ottenere il massimo di produttività.

Pertanto tali programmazioni saranno più adatte per utilizzatori che hanno grosse partite da fare, con poche varianti di ciclo.

Gli altri sistemi offrono invece vantaggi indubbi; ad esempio sulla programmazione del proprio magazzino di carico (lavorazioni diverse nello stesso magazzino) ma si dovrà accettare il fatto (anche se si può pianificare prima e verificare a video) che in caso di molte varianti in brevi periodi di tempo, la produttività scenda, perchè il sistema è costretto a scartare quelle barre (cioè non spedirle in lavorazione e rimetterle in magazzino) che in quel momento dall'esame dinamico di tutto il sistema fatto al momento del prelievo

della barra da parte del paranco, non è possibile metterle in lavorazione, poichè troverebbero occupata al loro arrivo la posizione cui erano destinate.

### **Impianto per Galvanizzare Nastri e Fili**

Sono impianti speciali costruiti principalmente da aspi avvolgitori del filo o del nastro e dell'impianto vero e proprio costituito dall'insieme delle vasche necessarie per la preparazione ed il trattamento di altri aspi avvolgitori.

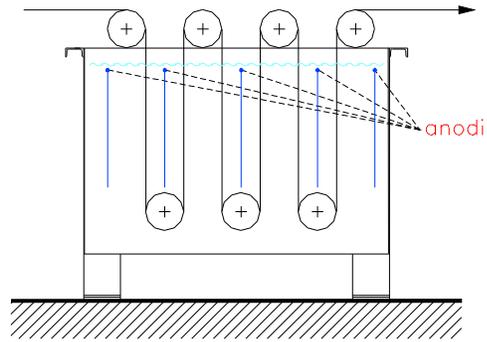
La velocità del nastro o del filo, è data dalla velocità periferica dei rulli di trascinamento e non dagli aspi avvolgitori.

Nel caso di impianti per filo o per nastri di piccola larghezza, possono essere trattati più fili o più nastri alla volta.

Esistono fondamentalmente due tipi di impianti per questo tipo di trattamento.

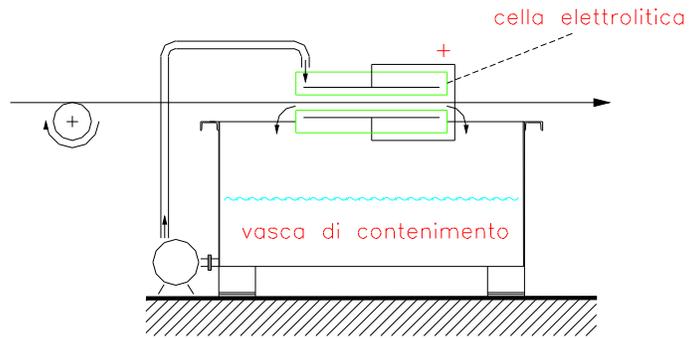
Quello tradizionale indicato nello schizzo di Figura 8 che utilizza un sistema di rulli e controrulli, che permettono ad una notevole quantità di nastro di rimanere immerso per il tempo sufficiente nella vasca di trattamento ad una densità di corrente normale e calcolata per ottenere lo spessore voluto.

Quello moderno (Hig-speed) che evita di dover far fare tutti quei giri nelle vasche ai nastri o fili ed utilizza delle celle semplici a stramazzo entro le quali viene applicata una elevatissima densità di corrente al materiale, sfruttando un ricambio di soluzione sui pezzi, molto spinto (Figura 9)



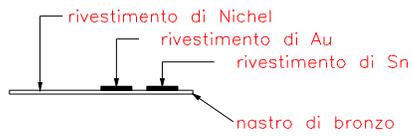
IMPIANTO A NASTRO O FILI

FIG. 8



IMPIANTO A NASTRO O FILI

FIG. 9



Con questo sistema ad esempio si può elevare da densità di corrente di un bagno di ossidazione anodica dell'alluminio da 1,5 a 17 amp/dm<sup>2</sup>.

Esistono poi applicazioni speciali per elettronica, tali da poter depositare su uno stesso nastro delle differenti piste di metalli, a spessore controllato, in continuo (Figura 9)

Anche questi sistemi utilizzano il sistema Hig-speed.

### **Impianto per Circuiti Stampati**

Sono generalmente impianti a paranchi.

Gli impianti tradizionali constano di:

- a) una linea per la metallizzazione chimica dei supporti;
- b) una linea elettrolitica per il rinforzo delle piste create fuori impianto (generalmente un deposito di rame acido) e quindi i trattamenti di finitura ad esempio piombo/stagno, oro, nichel, ecc.

Ultimamente è stato messo nel mercato un impianto per la deposizione chimica del rame, impianto chiamato “orizzontale”, ove i quadrotti dei circuiti vengono introdotti su degli appositi nastri trasportatori, e quindi non più appesi ai telai come nel caso della linea tradizionale e passano attraverso veri stadi, entro i quali vengono spruzzate le soluzioni adatte per eseguire i trattamenti per il tempo necessario. Poi vengono introdotti nella linea elettrolitica normale.

Gli ultimi impianti sono altamente automatizzati (in Figura 10 e Figura 11) è riportato lo schema di un moderno impianto.

Il ciclo produttivo è il seguente:

i quadrotti arrivano al carico dell'impianto su comuni carrelli;

vengono disposti su un caricatore per essere agganciati alla barra porta merce ed automaticamente si posizionano distanziati secondo le loro dimensioni.



IMPIANTO PER CIRCUITI STAMPATI

Durante tale operazione vengono riconosciuti e registrati nel carico e viene imputato alle barre ogni dato utile: sequenze, temperature, correnti, tempi, priorità.

C'è anche la possibilità durante l'operazione di carico di controllare se il circuito è perfetto, o presenta anomalie, in tal caso scatta un allarme ed il quadrotto viene sostituito.

Ciò è possibile in virtù di una banca dati interna (l'impianto è collegato in rete con ogni reparto) che confronta ciò che si sta caricando con dei master grafici corrispondenti.

Il SW è altamente innovativo, in quanto l'utilizzatore può inventare un suo ciclo di lavorazione (anche quando l'impianto lavora) ed inserirlo nei programmi che già sono inseriti. Il sistema "mischia" ed ottimizza il "nuovo entrato" e dice in quanto tempo può essere eseguito il ciclo lavorativo.

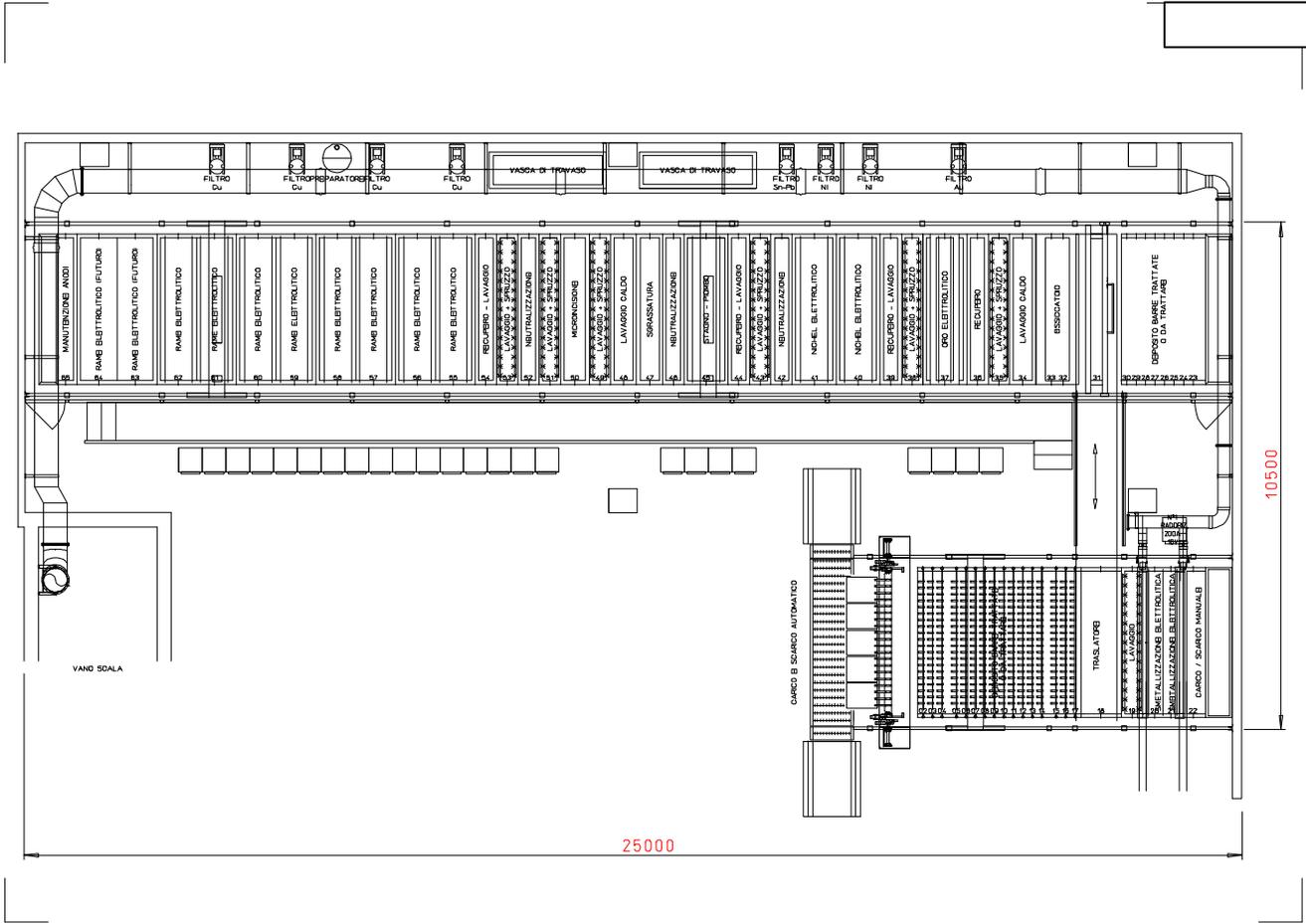
In un apposito video terminale sono visualizzati i tempi barra, la loro disposizione, l'impianto tecnologico ed oltre alla pagine allarmi, viene visualizzata anche l'eventuale apparecchiatura guasta o fuori servizio.

Nel magazzino possono coesistere barre portamerce con finiture differenti e possono essere inviate in lavorazione a secondo metodo progressivo, oppure secondo almeno tre gradi di priorità, o secondo il giudizio dell'operatore.

Appositi accorgimenti eseguiti nelle celle elettrolitiche fanno sì che le differenze di spessori registrati tra le zone al alta d.d.c. e quelle a bassa, siano veramente minime.



# Corso per Operatori galvanici



All'atto dello scarico i materiali trattati con finiture differenti, vengono indirizzati ai rispettivi contenitori, selezionandoli ed evitando di mescolare la produzione.

Quello della programmazione quindi è un problema più che mai da studiare assieme, tra cliente e fornitore, esaminando con concretezza ciò che è più conveniente: scegliere un motorino per andare in autostrada, o una Ferrari per correre su impervie stradine di campagna, sono sempre scelte sbagliate.

Esistono impianti per deposizione del plasma, secondo le due grandi categorie:

- **PVD** (Physical Vapour Deposition)  
Deposizione fisica del materiale, da riporto direttamente dal materiale.
- **CVD** (Chemical Vapour Deposition)  
Deposizione chimica del materiale di riporto da un suo sale.

Il rivestimento più diffuso è il **TiN** di colore giallo, seguono poi:

**il Ti Al N**

di colore nero antracite

**il C N**

di colore grigio metallo

Questi per forniture industriali

Per finiture estetiche possono essere depositati altri materiali.

Tutto ciò fa parte di un capitolo a se stante, molto interessante, nuovo, ma che merita di essere trattato a parte.

---



# **CORSO PREPARATORIO PER OPERATORI NEL CAMPO GALVANICO**

**II  
PARTE**

# Impianti galvanici: un approccio moderno alla loro progettazione e realizzazione

di Renzo Contin

*In questa seconda parte, non desideriamo ripetere ossessivamente quanto esposto nella prima, ma soltanto ripassare le osservazioni fatte, per aggiungere quello che a nostro avviso sono i nuovi sviluppi occorsi in questo periodo, l'applicazione di tecnologie magari già conosciute, ma che non erano ancora state applicate con successo in quel tempo, l'informazione su qualche tecnica o qualche accessorio ultimamente sperimentato*

*Facendo memoria di quanto già detto, è opportuno conoscere se ci sono state novità o variabili per ogni tipo di impianto.*

Renzo Contin

Gli appunti raccolti in questa seconda parte, fanno seguito a quanto detto in una riunione promossa dall'AIFM nel 1996, avente per oggetto l'argomento citato in copertina.

Il primo incontro aveva lo scopo di fornire un contributo a chi doveva rimodernare un impianto od acquistarne uno di nuovo, o più semplicemente doveva lavorare su un impianto galvanico in qualità di tecnico operatore.

A quel tempo avevamo affermato che non era sufficiente dire che si doveva studiare un impianto capace di fornire tot telai o tot. barili ogni ora, che i metalli da depositare erano ad esempio Ni e Cr, ed avere un determinato spessore ed una specifica qualità, ma che occorreva esaminare anche tutta una serie di fattori tra loro interdipendenti, come:

- l'entità e la consistenza della macchina;
- la sua complessità;
- lo spazio che era destinato ad occupare;
- la potenza impegnata per le esigenze elettrolitiche, di movimentazione, termoidrauliche;ecc.
- le garanzie del rispetto delle norme ambientali, antinfortunistiche, di rendimento del processo, di qualità delle lavorazioni.

Allora erano state elencate delle possibilità, alcune scelte tecniche ed esempi che influivano concretamente e ponderatamente nel progetto e nella possibilità da parte di un potenziale utilizzatore, di avere dei benefici tecnici ed economici, tali da consentire un ritorno pratico e abbastanza veloce, nell'ammortamento dell'impianto.

Ci si era posta allora la domanda se erano ben chiare alcune cose connesse con l'impianto ad esempio:

- 1)** Quale tipo di Impianto di depurazione acque di scarico si desiderava
  - a) chimico fisico a perdere;
  - b) chimico fisico più scambiatore di ioni;
  - c) chimico fisico a batch;
  - d) scarico tendente a zero

E' evidente che la scelta di uno qualsiasi di solo questi quattro tipi, influirà oltre che sulla consistenza dell'impianto galvanico (numero di lavaggi), sulle tecnologie da adattare per ridurre il drag-out od incrementare il recupero delle soluzioni di processo, sul valore della potenza impiegata, sul costo dell'impianto e su quello di esercizio (vedi pag. 4).

**2)** Se si desiderava smetalizzare i telai porta merce, e, se farlo in linea o fuori linea, in maniera continua o discontinua;

**3)** Se era richiesta la pesatura del materiale nel caso di impianti roto. Se si voleva il carico e lo scarico automatico dei barili;

**4)** Quale controllo dati e che certificazione del prodotto si desiderava

**5)** Se era previsto il controllo e la correzione in automatico dei valori di determinate soluzioni chimiche ed elettrolitiche, utilizzate nel processo (uso di analizzatori in continuo).

**6)** Se erano richiesti accorgimenti intesi a raggiungere un consistente risparmio energetico e/o un miglioramento dell'impatto ambientale.

**7)** Se con lo stesso impianto si desiderava fare dei trattamenti diversi e se sì, come, a partite, o mescolati tra loro.

**8)** Che tipo di programmazione scegliere. Sapere se si desiderava una certificazione della produzione oppure no, e se sì, il grado di questa certificazione, ad esempio:

- a) semplice rapporto dei dati di processo, dando per scontato il controllo di temperatura, l'insieme dei livelli, flusso acqua, tempo di trattamento;
- b) certificazione di grado superiore, con intervento barra per barra e braccio per braccio (impianti statici) sui valori di corrente, tempo di immersione, e la possibilità di intervento diretto, non solo di controllo ma anche di modifica;
- c) certificazione e controllo di grado elevato che:
  - documenta e comanda la scelta di dati ,come corrente, tempi, Ph, dosaggio additivi;
  - provvede ad una autodiagnosi totale dei meccanismi costituenti l'impianto;
  - rende possibile lavorare in multiprogrammazione, cioè telai o barili con materiale e finiture diverse, contemporaneamente.

**9)** La verifica del tipo di utilizzo dell'impianto, cioè se era per conto proprio o per conto terzi.

Per tutti questi motivi e per le scelte adottate, abbiamo detto che era ed è necessario ancora oggi, capire qual'è l'impianto più adatto, e per far questo si è passato in rassegna per grosse categorie i tipi fondamentali degli impianti:

- Impianti Manuali
- Impianti Semiautomatici
- Impianti Automatici

Per comodità riportiamo la tabella riassuntiva già formulata nella 1^ parte.

AUTOMATICI A TELAIO CHIAMATI IMPROPRIAMENTE "STATICI"	Impianto a Transfer
	Impianto a Braccia
	Impianto a Paranco
	Impianto a Passo del Pellegrino

AUTOMATICI PER MINUTERIA	Impianto a Paranco per rotobarili
	Impianto a Braccia per rotobarili
	Impianto a Transfer per rotobarili
	Impianto Speciale a Campana
	Impianto a Passo del Pellegrino
Impianti Speciali	

AUTOMATICI PER NASTRI E FILI	Impianto a Rulli
	Impianto Lineare

AUTOMATICI PER CIRCUITI STAMPATI	Impianto a Carri in linea
	Impianto orizzontale per linea chimica

AUTOMATICI PER ELETTROFORESI	Impianto per Elettroforesi Transfer
	Impianto per Cato/anafresi Industriale

## IMPIANTI A TRANSFER

Nella descrizione di questo tipo di impianti (Parte I<sup>a</sup>), si è affermato che il limite di questo impianto è la difficoltà ad eseguire lavorazioni tra loro differenti (ciclo diverso o finitura diversa) Ciò non è sempre vero.

E' possibile infatti, data la particolare costruzione meccanica, sganciare facilmente il telaio da una linea di produzione, per inviarlo ad una o più linee accessorie, per sottoporlo ad un trattamento diverso e poi se occorre farlo rientrare in altra posizione dell'impianto principale, per poter essere sottoposto alle operazioni finali di lavaggio ed asciugatura.

L'esempio di fig.1 mostra un normale impianto a transfer per Nichelatura ed ottonatura, con opzione per Nichelatura e Cromatura. Questo vale solo come esempio, ma sono possibili soluzioni molto più complesse, come ad esempio, ramatura della zama con o senza rame acido (cioè con la possibilità di saltare il bagno di rame acido).

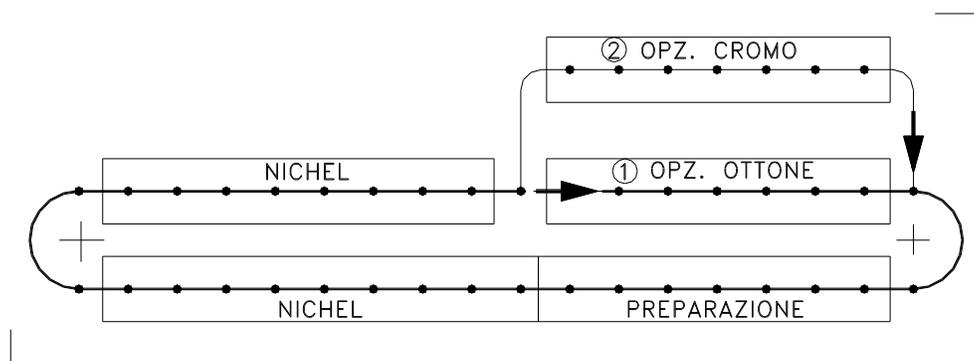


Fig. 1

## **IMPIANTI A BRACCI**

Questo tipo di impianti, secondo quanto descritto nella I<sup>a</sup> Parte, è molto adatto per Galvanizzare materiali non eccessivamente voluminosi.

A differenza dell'impianto a Transfer, in questo è possibile, lavorare contemporaneamente con cicli aventi tra loro finiture diverse (es.: Ni-Cr o Ni-Au) ma è prudente non spingere oltre il numero di due, le lavorazioni differenti.

L'impianto a bracci è molto più elastico di quello a Transfer, ma per contro, quando servisse, sarebbe molto più difficoltosa la traslazione dei telai dalla linea principale dell'impianto ad altra linea, causa il diverso sistema di aggancio.

Fino a poco tempo fa, un grosso limite per chi doveva certificare la d.d.c. per ogni telaio, usato nei bagni di trattamento, era costituito dal fatto che nelle vasche di deposizione (ad es.: Ni, Zn, Cu e per altri versi il Cr) era sì possibile controllare la corrente assorbita da ogni braccio, ma non "comandandola", essendo il bagno servito da un solo grosso Raddrizzatore.

Oggi invece, con particolari accorgimenti, è possibile servire ogni braccio con un Raddrizzatore autonomo e conservare al braccio l'"identità", (fornitagli all'inizio ciclo mediante codice a barre, o carta magnetica programmabile), per tutto il percorso del ciclo di galvanizzazione.

Per l'operazione di cromatura si preferisce farlo in altro modo, che risulta anche più semplice, ma occorre che i tempi di trattamento lo consentano.

In questo tipo di impianto ogni braccio può seguire un suo ciclo saltando le vasche che non interessano, indipendentemente se è preceduto o seguito da telai che invece entrano nelle vasche da questo saltate.

Il problema che si pone, per questi sorvoli che il braccio può fare, è capire se è galvanicamente ininfluente o dannoso, lasciare esposti all'aria, pezzi da galvanizzare anche per parecchi minuti.

## IMPIANTI A CARRI

Questo tipo di installazione è diventato quello di più comune applicazione. Cio' per una serie di motivi tra i quali alcuni reali come:

- flessibilità nel trattamento, per le produzioni con finiture promisque (es.: Ni-Cr, NiSat-Cr, Ni-Au, Ni-NiSn, etc.);
- ampia possibilità di esecuzione di particolari molto voluminosi, che nel caso di impianti a Transfer o a Braccia richiederebbero vasconi enormi;
- maggior facilità nella impostazione di un sistema di certificazione, basato su l'applicazione di uno o più Raddrizzatori collegati sulla stessa barra porta merce.

altri invece di comodo come quello derivante dalla maggior facilità di alcuni costruttori di impianti, di mettere assieme senza tante sofisticazioni un insieme di vasche ed alcuni paranchi che si muovono sopra di esse, che non costruire impianti più impegnativi e per loro tecnicamente rischiosi ma tali da poter soddisfare maggiormente le esigenze reali del cliente e dare la possibilità di eseguire e certificare la qualità dei trattamenti .

I sistemi e/o le applicazioni che si sono manifestate con maggior interesse e frequenza in questo ultimo periodo, sono derivate dalla continua ricerca di soddisfare due primarie esigenze:

- I^ migliorare la qualità dei trattamenti;
- II^ ridurre i costi.

Le due esigenze non sempre sono compatibili tra loro, ma anche non necessariamente opposte.

Le principali idee proposte con maggior insistenza in questo periodo per soddisfare queste esigenze, sono state le seguenti:

- 1) APPLICAZIONE DI NUOVI SISTEMI**  
**PER RIDURRE L'IMPIEGO DI ENERGIA ELETTRICA**
  
- 2) APPLICAZIONE DI NUOVE TECNOLOGIE**  
**PER AUMENTARE LA SICUREZZA ECOLOGICA**
  
- 3) RIDUZIONE DEI COSTI**

Esaminiamo separatamente i tre punti:

**1) APPLICAZIONE DI NUOVI SISTEMI**  
**PER RIDURRE L'IMPIEGO DI ENERGIA ELETTRICA**

I sistemi possono essere:

**a) SEGREGAZIONE DEGLI IMPIANTI**

L'impianto in questi casi viene "isolato" per mezzo di particolari pareti, che lo dividono dal resto della fabbrica.

In tal modo si ottiene o si dovrebbe ottenere, sia una maggior sicurezza per il personale addetto all'impianto, sia sotto l'aspetto ecologico, sia verso un minor costo degli apparati di aspirazione (cappe, collettori, ventilatori, torri di abbattimento fumi). Inoltre la potenza elettrica necessaria per l'emissione dei fumi, l'immissione della corrispondente aria espulsa, il riscaldamento dei volumi di aria espulsa, risulta inferiore di quella necessaria per le soluzioni normali.

Questa "segregazione" viene fatta di solito con pareti semitrasparenti e l'impianto normalmente viene fornito di sistemi di sicurezza posti sulle porte di accesso.

Ogni qual volta queste si aprono l'impianto va in emergenza.

Le fig. 2 e 3 mostrano due impianti segregati per circuiti stampati.



Fig. 2



Fig. 3

**b) I CARRI CON ASPIRATORE A BORDO**

Questo tipo di paranchi, ricopia la tipologia dei normali carri autoperatori, sia che siano sospesi ad una struttura aerea portante, sia che siano appoggiati su due binari scorrenti sui bordi delle vasche.

Sono "ingabbiati" da una struttura di materiale plastico trasparente che fa sì che il fumo raccolto dai telai che escono dalle vasche riscaldate, quando la barra sale, possa essere raccolto entro questa gabbia ed immediatamente espulso tramite un ventilatore sistemato a bordo del paranco.

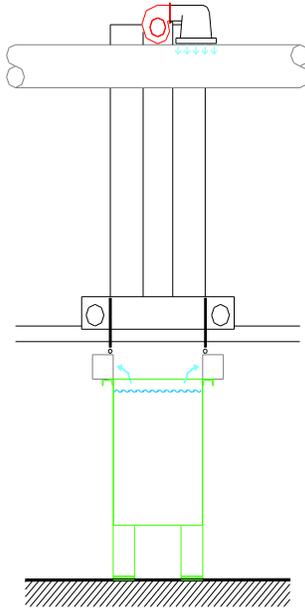
I fumi espulsi vengono inviati in un collettore proprio, sempre in depressione e da questo convogliati verso il collettore generale.

L'aspiratore normalmente è in funzione sempre, e ciò perchè il fumo contenuto all'interno della gabbia abbia il tempo di essere espulso anche durante la fase di trasferimento del paranco e non soltanto quando il paranco è fermo per le operazioni di salita o discesa.

Questo tipo di carri può essere indifferentemente accoppiato ad impianti con o senza coperchi, ma non ha senso ad accoppiarlo ad un impianto con coperchi cavi.

A richiesta, all'interno dei carri può essere applicato un sistema di spruzzatura, accoppiato a delle grondaie e terminante con un manicotto porta gomma sistemato all'esterno del carro.

Tutto questo serve per la pulizia periodica.



CARRO ASPIRATO CONTINUO



**CARRI ASPIRATI CON VENTILATORI A BORDO**

c) CARRI ASPIRATI CON COPERCHI CAVI

Questi carri, oltre a conservare la struttura a gabbia di materiale plastico trasparente, non hanno l'aspiratore a bordo, ma utilizzano un sistema di espulsione dei fumi raccolti al suo interno sfruttando l'aspirazione provocata dal collettore generale, messo in collegamento col paranco solo in fase di sosta, da un sistema che libera una chiusura a ghigliottina, disposta sul collettore che fa da tramite tra il generale e quello del carro.

Quando il carro è fermo per una operazione di carico o scarico della barra porta merce, i coperchi cavi che sono disposti ai lati delle vasche, ruotano di 90° e formano una "gabbia maggiorata" dalla quale il fumo non può fuoriuscire. In tal modo l'aspirazione si riduce ad espellere solo l'aria che interessa la vasca, e non quella che potrebbe essere aspirata dall'ambiente circostante, nel caso i coperchi non ci fossero.

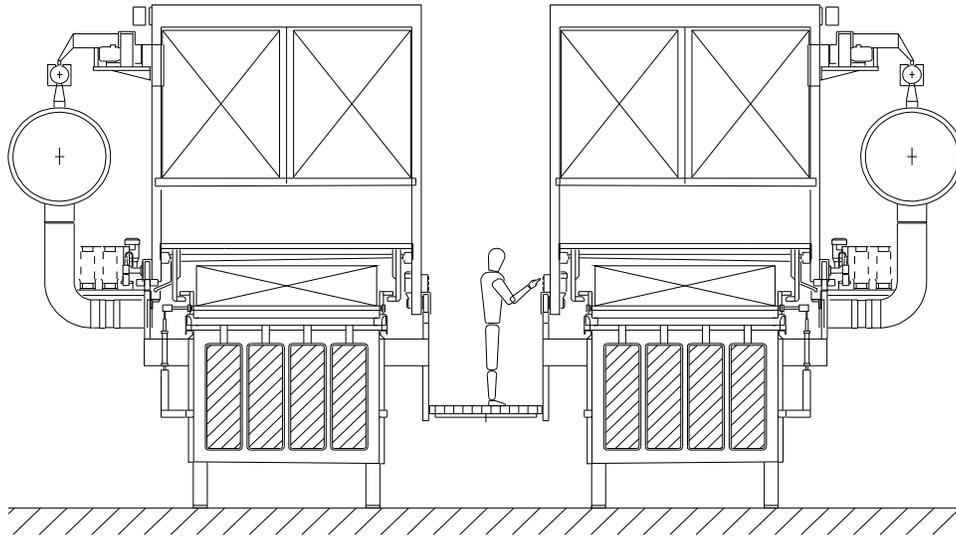
In tal modo la quantità d'aria da aspirare viene ridotta e con essa vengono ridotte anche le strutture di aspirazione (cappe, collettori, torri di lavaggio fumi, ventilatori). E' ovvio che diminuisce anche l'energia elettrica richiesta.

I coperchi cavi hanno anche un'altra funzione importante. Essendo essi collegati ad una estremità con un collettore di aspirazione che fa anche la funzione di perno quando ruotano, creano quando sono chiusi, a causa della evaporazione dei bagni caldi, una contropressione sia pure limitata, nella camera circoscritta dai coperchi e dal pelo liquido della vasca, che limita l'evaporazione e quindi riduce l'energia necessaria per il riscaldamento dei bagni.

In taluni casi l'utilizzo dei coperchi cavi evita di segregare l'impianto, in quanto elimina le cause che consigliano la segregazione.

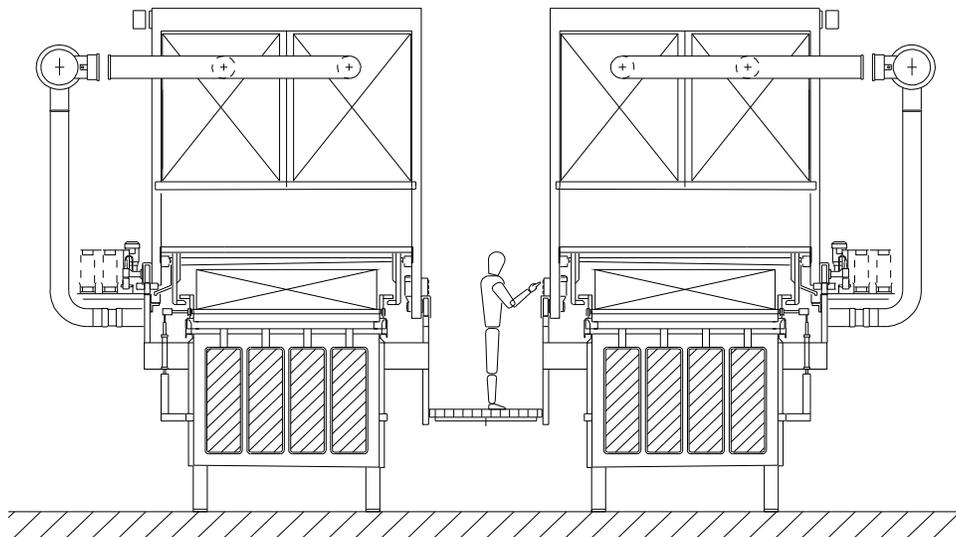


## **CARRI ASPIRATI ACCOPPIATI AI COPERCHI CAVI**



**Esempio di impianto con carri aspirati e coperci tradizionali sulle vasche**

**Portata 45.000 m<sup>3</sup>/h - Potenza ~37 kW**



**Stesso impianto con carri aspirati e coperci cavi sulle vasche**

**Portata 9.000 m<sup>3</sup>/h - Potenza ~8 kW**

Dall'esame dei dati che si ottengono nell'esempio pratico riportato si evince che la riduzione della quantità di aria espulsa è del 70-80 % circa rispetto ad altri sistemi, con corrispondente risparmio di potenza elettrica consumata.

Questo porta anche ad altre conseguenze che hanno influenza sul risparmio energetico.

E' noto infatti che l'aria espulsa deve essere rimpiazzata con una quantità di aria pressochè uguale.

Questa dovrà essere riscaldata prima di essere a sua volta espulsa.

Tenendo conto che i locali aspirati, su cui insiste l'impianto non sono mai a tenuta stagna, si è calcolato che questo valore sia intorno al 60% rispetto a quella espulsa.

Quindi anche il mancato costo per il riscaldamento dell'aria in entrata dovrà essere messo in conto come risparmio energetico.

## **2) APPLICAZIONE DI NUOVE TECNOLOGIE** **PER AUMENTARE LA SICUREZZA ECOLOGICA**

### **USO DI SISTEMI PULSOSOFFIANTI**

Questi si applicano nelle operazioni di lavaggio e di essiccazione

Si tratta anche in questo caso di sistemi brevettati, in tutto il mondo. Gli apparecchi per l'essiccazione soffiano aria, quelli per il lavaggio, spruzzano acqua.

Il principio si basa sull'effetto che può essere determinato sulla superficie di un pezzo trattato, da uno spruzzo violento ma bene orientato di aria o di acqua di lavaggio.

Siccome la quantità di energia necessaria per poter comandare lo spruzzo di aria o di acqua su tutta la superficie dei telai sarebbe enorme, è stato escogitato un sistema che comanda gli spruzzatori ad intervenire nell'aprire e chiudere degli stessi in rapidissima successione, uno alla volta per frazioni di secondo.

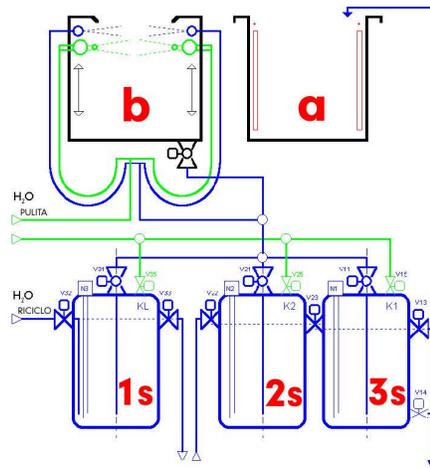
Gli spruzzatori sono poi posti in due rastrelliere orizzontali e contrapposte che scorrono in senso verticale, in maniera tale che quando una si trova in alto l'altra si trova in basso e viceversa,,cio' perche gli spruzzi non si elidano.

Il tempo, la velocità, la posizione, la velocità dell'aria di spruzzatura sono comandati da un apposito PLC, e si ha così modo di determinare in anticipo il programma di lavoro, e regolarlo secondo le necessità.

Questo sistema si è rivelato particolarmente efficace per l'asciugatura nel trattamento dell'ABS, perchè come è noto non si possono utilizzare nell'essiccatoio temperature troppo elevate , a scampo di ottenere la deformazione dei pezzi.

Lo stesso principio è stato sfruttato nel 1° lavaggio dopo i trattamenti, per evitare un numero elevato di vasche di recupero, specie quando l'impianto galvanico è servito da impianto di depurazione e scarico tendente a zero e non si può modificare il numero dei lavaggi dell'impianto..

## SCHEMA IMPIANTO LAVAGGI CON PULSO SOFFIANTI



La sequenza è la seguente:

dopo l'immersione nella vasca di trattamento a) i pezzi vengono immersi nel contenitore b), che spruzza acqua di ricircolo dal serbatoio 1 per alcuni cicli.

L'acqua spruzzata viene rimessa nel serbatoio 1.

Si ripete il ciclo coll'acqua del serbatoio 2, e poi con quella del serbatoio 3.

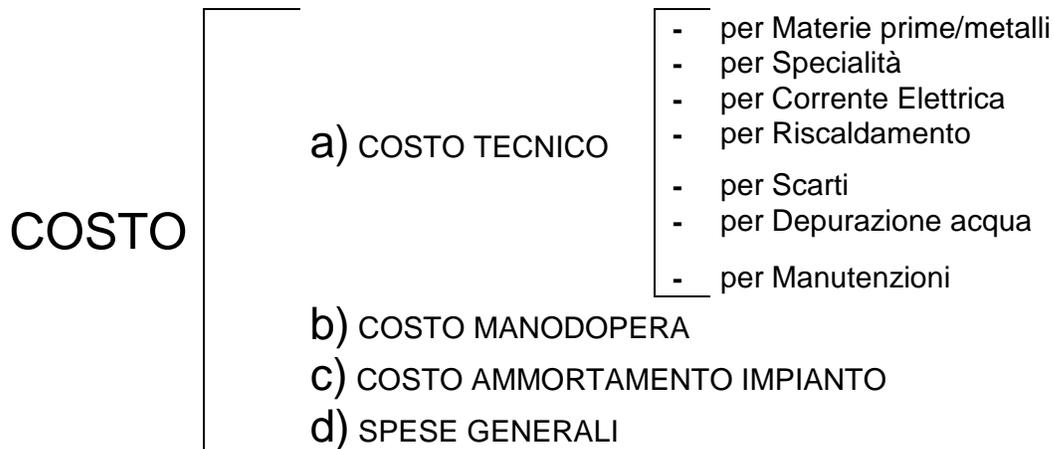
Per ultimo si lava con l'acqua pulita.

L'alternanza di acqua di riciclo e acqua pulita puo' farsi anche durante i primi due cicli.

La gestione delle acque dei serbatoi 1,2,3 puo' essere fatta secondo i sistemi di depurazione normale, o con l'uso di concentratori quando si voglia usare il sistema di scarico tendente a zero.

### 3) RIDUZIONE DEI COSTI

E' noto che il costo di un trattamento è dato da:



Si è già visto come alcuni costi di **a)** possono essere ridotti, ed altri possono essere in alcuni casi ritoccati in diminuzione, come la voce "metalli".

Ciò si attua con particolari anodi stabilizzanti, come vedremo in seguito.

Tralasciando i gruppi **c)** e **d)**, che dipendono per una grossa fetta dall'organizzazione aziendale, rimane il gruppo **b)**, che riguarda la M.O.

Per ridurre questa, occorre aumentare l'automazione.

Se si splitta il costo della M.O. nelle sue componenti interne, si trova che la parte del leone la fa la M.O., per l'aggancio e lo sgancio dei pezzi dai telai.

Occorrerebbe allora che per questi fosse possibile un aggancio ai telai porta merce, mediante un robot.

Ciò è possibile per grosse quantità di manufatti tra loro simili, con forme che permettano il riconoscimento dell'oggetto in qualsiasi posizione si trovi e renda facile la presa ed il trasferimento rapido sul telaio porta merce.

Quando invece si abbiamo più oggetti di forme diverse e non si possa lavorare a “campagna” e quindi non avere il tempo di adattare il robot a questo nuovo tipo di produzione, l’investimento diventa sconsigliabile.

Il costo della M.O. si può diminuire, costruendo l’impianto in modo che le ore produttive di un turno, siano tali per quasi tutto il personale della ditta, tranne che per quegli addetti che saranno deputati a dare lo start all’impianto, 1,5 ore prima circa, degli altri operatori, in modo che quando questi arrivano trovino già telai trattati, pronti da scaricare e caricare nuovamente, con altro materiale fresco.

Altro elemento importante, è il comando dell’impianto ed il tipo di programmazione.

Ricordiamo soltanto alcuni tipi di programmazione.

## METODI DI PROGRAMMAZIONE

### 1) SISTEMA SPAZIO/TEMPO

Con questo sistema i carri trasportatori vengono programmati con cicli abbastanza rigidi. Essi si muovono in avanti, indietro, salita, discesa, facendo dei percorsi che permettono l'esecuzione della sequenza programmata.

All'inizio di un nuovo ciclo, riprendono a fare i movimenti precedenti, secondo una logica ripetitiva.

I movimenti (diagramma) possono essere stabiliti mediante la scrittura di una tabella di immissione, come indicato nella figura, oppure essere disegnati a parte e poi i dati riportati nelle tabelle di immissione.

Questo sistema è valido per produzioni dello stesso tipo "a campagna" come si dice abitualmente.

Ad ogni cambio significativo di sequenza del ciclo, si cambia programma (può essere già memorizzato) ed il più delle volte anche la posizione delle barre o barili, che a fine ciclo si trovano a bordo impianto.

Dovendo riposizionare quasi tutto da zero, quando ci sono variazioni sostanziali, il tempo di impianto improduttivo per il necessario svuotamento dello stesso, diventa pari ad un valore espresso in minuti dato da:

$$t = N_b \cdot C$$

dove:  $N_b$  = Numero delle barre impegnate

$C$  = Cadenza(in1')dell'impianto

MARTEDI' 11-11-1997 17:02 13

1 ACUTO 2 TABELLA AVANTI 3 TABELLA INDIETRO 4 OPZION: 5 ORDINA TABELLA  
 8 STAMPA TABELLA 9

**TABELLA DI IMMISSIONE T1**

R.D.C.	GRUPPO	DA VASCA	S.BLOC R.P.B	F. VASCA	T. I M. E	S.BLOC R.P.B	S.BLOC R.P.B	S.BLOC R.P.B	S.BLOC R.P.B	S.BLOC R.P.B
1	1	1 C-G	0 0	5	0:00	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
1	2	2 LQU.	0 0	1	0:00	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
1	3	4 ANILK/NJL	0 0	2	0:00	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
1	4	5 TRSLAT.	0 0	4	0:00	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
2	1	6 TRSLAT.	0 0	12	0:00	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
2	2	16 LQU.	0 0	6	0:00	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
2	3	17 OTTONE	0 0	16	0:00	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
2	4	12 LQU.	0 0	13	0:00	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
2	5	10 NCUTRAL.ZF	0 0	11	0:00	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
2	6	14 LQU.	0 0	17	0:00	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
0	0	11 SGAS.EL/ZA	0 0		0:00	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
0	0	15 LQU.	0 0		0:00	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
0	0	3 LQU.	0 0		0:00	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
0	0	9 LQU.	0 0		0:00	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
0	0	10 SGAS.FI/FF	0 0		0:00	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
0	0	7 SGAS.CH/FE	0 0		0:00	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0

TABELLA IMMISSIONE

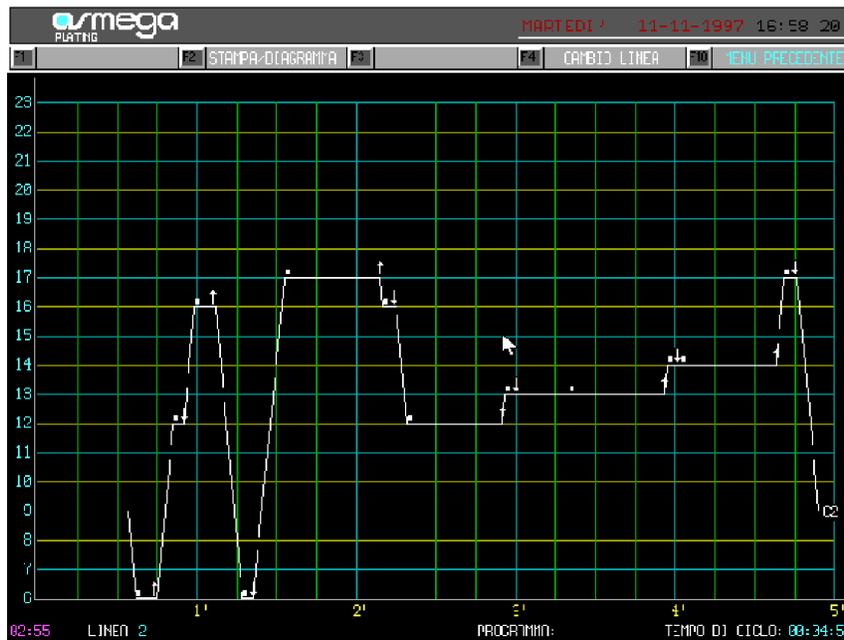


DIAGRAMMA RELATIVO

## 2) SISTEMA ANALITICO

Questo sistema usa una logica di programmazione del tutto diversa. Non è più il percorso del paranco che determina il tutto, ma i tempi di lavorazione assegnati, alla barra portamerce.

Il sistema è studiato per gestire contemporaneamente lavorazioni tra loro diverse, in maniera che si possa avere nel magazzino, pronte per essere avviate all'impianto, barre con destinazioni di finitura non uguali, o con determinate priorità rispetto ad altre.

Tutto ciò comporta che i paranchi si muovano in maniera intelligente, non ripetitiva, rispettando i tempi di immersione loro assegnati e secondo una logica di sequenze sempre "galvanicamente possibili".

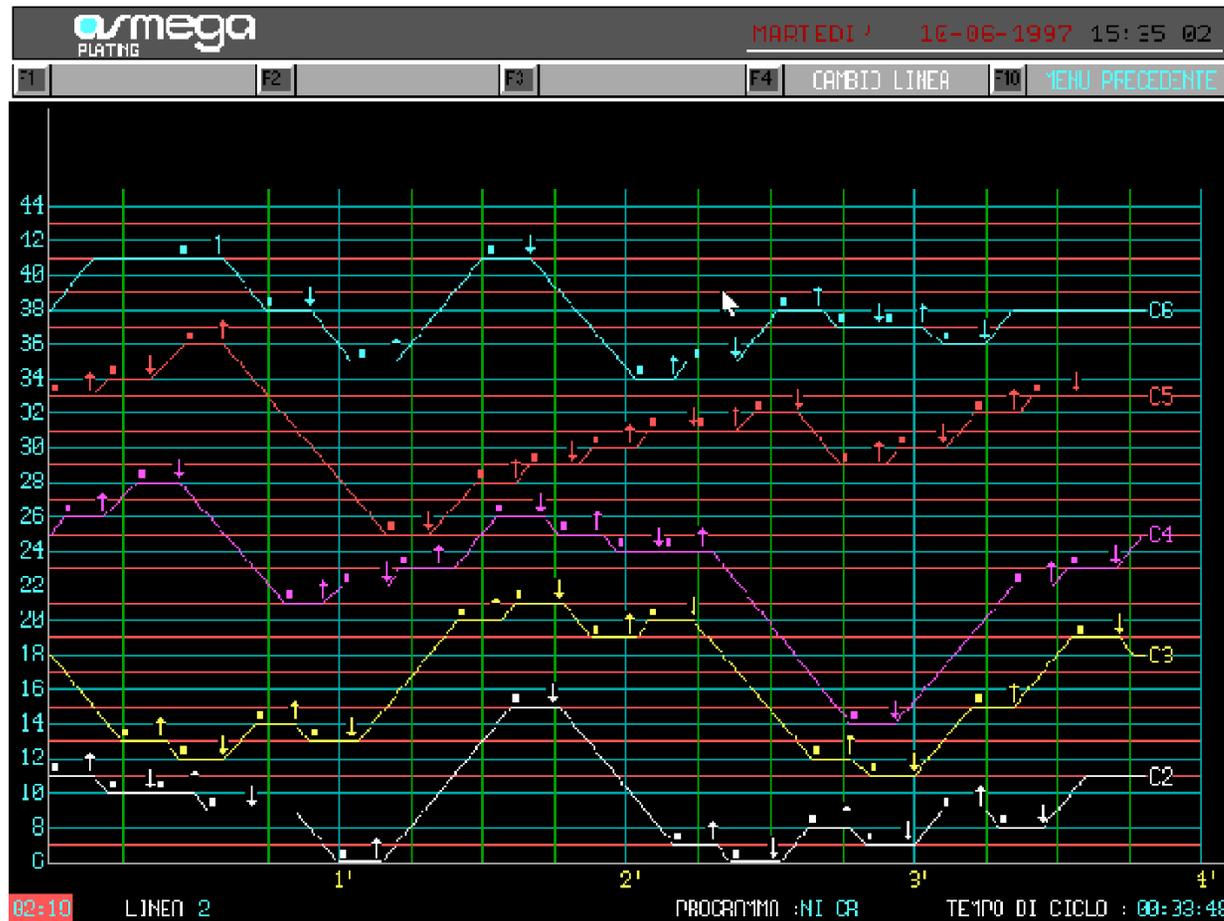
Pertanto a differenza del sistema *SPAZIO/TEMPO* ove la barra dipendeva dal movimento del carro, in questo è la barra che impone al carro di fare dei movimenti tali da rispettare i tempi di trattamento.

Queste scelte tuttavia hanno un costo sulla produttività, perchè la produzione in multitasking (cioè la possibilità di fare lavorazioni diverse contemporaneamente) ha bisogno di tempi ciclo normalmente più lunghi di quelli possibili con il metodo *SPAZIO/TEMPO*.

Inoltre in certi casi è anche possibile che il sistema non accetti subito il lancio in lavorazione di certe barre, perchè il loro ingresso impedirebbe ad altre che sono in lavorazione e che provengono da vasche multiple non più interessate da quelle entranti, di uscire.

In questo caso si ha un rifiuto sia pur limitato in entrata (perdita di produzione).

Tuttavia non si ha mai l'inconveniente di vuotare l'impianto ogni qualvolta si cambia la produzione (ciclo) in maniera importante



**DIAGRAMMA DEL SISTEMA DI MOVIMENTO DI 5 CARRI  
COMANDATO COL SISTEMA ANALITICO**

## ANODI STABILIZZATORI

Altro elemento che può influire sui costi, ma limitato principalmente ai bagni di nichel è l'uso di stabilizzatori di concentrazione.

E' noto infatti che in alcuni bagni, specie quelli di nichelatura, si manifesta il fenomeno che il tenore in metallo cresce in continuo.

Tale crescita è dovuta alla diminuzione del rendimento catodico (probabilmente causata da una concentrazione troppo elevata di Brillantanti e/o dei prodotti generati dalla loro decomposizione), mentre rimane invariato il rendimento anodico.

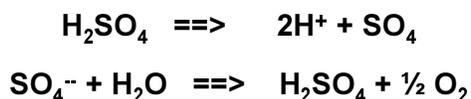
Ne consegue che si scioglie più metallo di quello depositato e questo porta ad un aumento di concentrazione, che obbliga sovente a "tagliare" il bagno.

In questi casi è stato applicato con successo, l'uso di accessori chiamati "stabilizzatori".

Consistono in celle aventi le dimensioni dei normali cestelli di titanio; si applicano in numero di circa 1/6 , rispetto al numero dei cestelli esistenti e contenenti nichel.

Il meccanismo è il seguente:

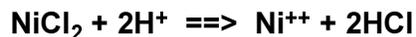
- quando viene applicata una tensione, sul compartimento anodico avviene la seguente reazione:



L'ossigeno si scarica all'anodo e l'  $\text{H}_2\text{SO}_4$  non si consuma, in quanto è quella dell'elettrolisi dell'acqua.

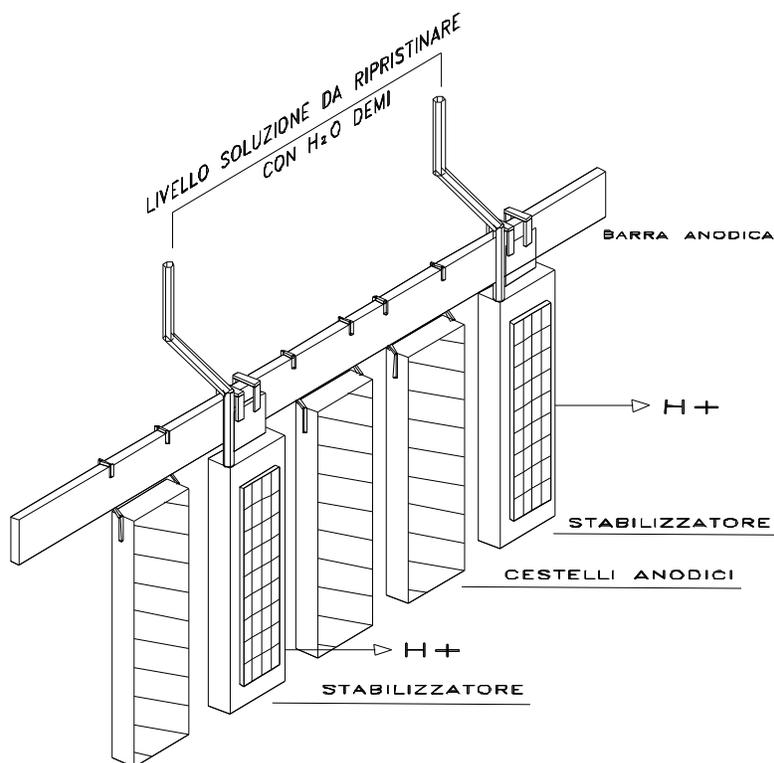
Lo ione idrogeno ( $\text{H}^+$ ) passa attraverso la membrana verso la soluzione, provocando tuttavia un aumento della acidità del bagno.

In un bagno di Nichel la soluzione è la seguente:



Lo ione ( $\text{Ni}^{++}$ ) si ricarica sul catodo.

Lo schema segnato in figura illustra come vanno inseriti gli anodi stabilizzatori nel bagno.



La quantità di questi ovviamente dipenderà dalle necessità e sarà controllata mediante analisi.

La tabella sotto riportata, illustra un esperimento fatto in una vasca di nichelatura di oltre 5.000 litri, alimentata con 800 Amp, avente n° 32 cestelli anodici normali e n° 6 stabilizzatori.

COMPONENTI	Trovato 15/09	Aggiunt o 18/09	Trovato 23/09	Aggiunt o	Trovato 30/09	Aggiunt o 05/10	Trovato 05/10 *	Aggiunt o	Trovato
NiSO <sub>4</sub> g/l	227	+20	246	---	213	37	256	---	215
NiCl <sub>2</sub> g/l	65,4	---	63	2,5	62	3÷8	67,8	---	61
H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub> g/l	47	---	46	---	47	---	47	---	44

\* Il prelievo è stato fatto nel bagno senza riportare il livello.

### ALTRE APPLICAZIONI

Occorre fare cenno per dovere di cronaca, anche ad altre tecnologie che si sono riaffacciate in questo periodo.

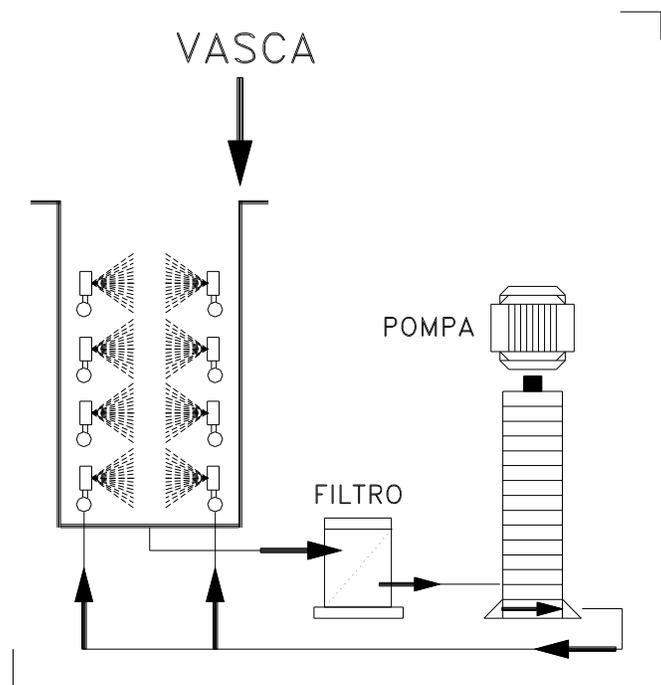
#### IDROSUONI

Questa tecnologia recentemente ha ripreso a circolare e sono state fatte anche alcune installazioni.

Secondo gli inventori (WEBB 1979) l'idrosuono crea una energia pseudo-acustica dovuta probabilmente all'alta velocità impressa alla soluzione, che unitamente alla forte turbolenza impressa alla soluzione riesce, quando è usato nelle soluzioni di sgrassatura alcalina a pulire gli oggetti anche nelle parti nascoste.

In pratica l'insieme è costituito da una pompa aspirante la soluzione dalla vasca di sgrassatura o di lavaggio, pompa attrezzata per lavorare a forti pressioni (15 Atm), e inviare nella vasca di trattamento la soluzione aspirata, attraverso due rampe fisse, nelle quali sono collocati degli speciali ugelli spruzzatori, che causano nella soluzione una forte turbolenza.

Lo schema rappresentato in figura illustra il funzionamento



L'efficacia maggiore sarebbe determinata e proporzionale dalla vicinanza degli spruzzatori agli oggetti da investire.

A titolo indicativo per una vasca di 10.000 litri di soluzione l'impiego di potenza è di 35 Kw.

Secondo gli inventori il sistema fornisce un buon risultato, accoppiando gli ultrasuoni ogni idrosuoni, non ci sono riscontri pratici..

