6 IL TRATTAMENTO GALVANICO

La tecnologia galvanica è oggi considerata matura, si applica infatti da oltre 100 anni. Comprende lavorazioni semplici, condotte con soluzioni acquose, contenenti sali di metalli, acidi, basi, detersivi ed additivi specifici, effettuate in vasche allineate in sequenza a temperature ambiente o poco superiori ed a pressione atmosferica. Le vasche di processo sono sempre seguite da una o più vasche di lavaggio per l'asportazione dei residui delle soluzioni di processo che restano aderenti sui pezzi in trattamento.

L'impianto galvanico si configura quindi come una successione di vasche, ciascuna dotata dei propri servizi, di un sistema automatico di trasporto e di immersione/estrazione dei pezzi dalle singole vasche secondo la sequenza ed i tempi di trattamento stabiliti. I pezzi, a seconda delle loro forme e dimensioni, sono movimentati normalmente in posizione appesa su telai oppure contenuti entro barili rotanti.

Le tipologie produttive

Le tipologie produttive del settore possono classificarsi in base ai trattamenti superficiali o tipi di prodotti realizzati:

1) Trattamenti tecnici:
- Zincatura
- Nichelatura chimico
- Cromatura dura

2) Trattamenti decorativi:
- Nichelature
- Cromatura decorativa
- Ramatura
- Metalli preziosi (dorature, ecc.)

3) Produzione circuiti stampati.

Secondo dati del 1998, la produzione complessiva del settore è in massima parte attribuibile ai trattamenti di zincatura con un consumo annuo per elettrodeposizione di 65'000 t di metallo e seguono in ordine decrescente:la nichelatura elettrolitica con un consumo di circa 3'500 t/a di nichel;la produzione di circuiti stampati con un consumo di circa 500 t/a di rame (cui si aggiungono piccoli quantitativi di metalli preziosi),la cromatura dura e la cromatura decorativa;le finiture superficiali con metalli preziosi in quantitativi ridotti, dati gli alti costi.

6.1 DESCRIZIONE GENERALE DELLE FASI DI LAVORAZIONE

In questo paragrafo verranno descritte le fasi di lavorazione che vengono svolte in un trattamento galvanico COMPLETO delle superfici metalliche.

Un ciclo lavorativo completo di tutti i procedimenti metallici si articola in tre fasi principali:

1. Preparazione delle superfici da trattare
2. Deposizione del rivestimento metallico
3. Trattamenti di finitura

Per ognuna di queste tre fasi vengono riportati di seguito i rispettivi schemi di flusso che evidenziano tutte le possibili sottofasi che possono essere coinvolte (con particolare riferimento, per quanto riguarda la deposizione metallica, al procedimento di deposizione del nichel e cromo).

6.1.1 PREPARAZIONE DELLE SUPERFICI

SGRASSATURA CHIMICA ED ELETTROLITICA

Serve ad ottenere la rimozione dei grassi ed oli dalla superficie dei pezzi in lavorazione.

Gli oli ed i grassi che sporcano la superficie dei pezzi possono essere suddivisi in due categorie: saponificabili e non saponificabili. Appartengono alla prima categoria gli oli e grassi vegetali ed animali ed alcune cere, mentre alla seconda le sostanze minerali (paraffina e oli).

Un tempo la sgrassatura veniva eseguita prevalentemente con solventi clorurati, in vasche aperte, anche con presenza di ultrasuoni, dotate di rudimentali sistemi di condensazione del solvente (serpentine refrigerate con acqua poste a bordo vasca).

Detti sistemi sono oggi abbandonati, per la pratica impossibilità di rispettare gli standard ambientali in vigore, in particolare quelli che riguardano le emissioni in atmosfera.

Alcune imprese hanno proseguito nell'utilizzo di solventi clorurati, ma hanno installato macchine di sgrassaggio ermetiche a circuito chiuso (utilizzate soprattutto per pezzi di piccola dimensione).

Altre hanno modificato radicalmente il processo e svolgono la sgrassatura con detergenti in base acquosa, mediante sistemi a spruzzo o a immersione. La più utilizzata è la sgrassatura alcalina (soda in soluzione acquosa): è necessario infatti mantenere un ambiente alcalino (pH compreso tra 7 e 13) affinchè i grassi saponifichino convertendosi in sostanze solubili in acqua; ad esempio può accadere che:

Stearina + NaOH $\longrightarrow$ Stearato di Sodio (sapone) + H_2O

Per far sì che questo metodo agisca anche sui grassi di origine vegetale occorre aggiungere dei “tensioattivi”, particolari sostanze che abbassano la tensione superficiale della soluzione, favorendo cioè la bagnabilità della superficie e quindi il distacco dei grassi.

TEMPERATURA DI LAVORO	60-90 °C
CONCENTRAZIONI MEDIE OPERATIVE DEI TENSIOATTIVI	50-80 mg/l
DURATA MEDIA DEI BAGNI	Tra 1 e 6 settimane (in funzione dei volumi dei carichi ed in base al loro stato)

Sebbene si possa pulire efficacemente anche per semplice immersione, la sgrassatura elettrolitica è il metodo più usato per la preparazione dei metalli prima dell'elettrodeposizione.
Nella sgrassatura elettrolitica i pezzi da trattare sono collegati come catodi o anodi ed il rispettivo trattamento si chiamerà sgrassatura catodica o anodica.
In entrambI i casi si ha uno sviluppo gassoso (H_2 od O_2), che costituisce una forte agitazione meccanica e facilita il distacco dei grassi ed il rinnovo della soluzione sul pezzo.
Nella sgrassatura catodica, a parità di condizioni, si sviluppa H_2 in quantità doppia rispetto allo sviluppo di O_2 sull'anodo, rendendo così questa sgrassatura più efficiente.
Il ciclo di trattamento classico prevede prima la sgrassatura catodica e poi quella anodica. Vengono utilizzate soluzioni simili a quelle per la sgrassatura chimica e che differiscono principalmente per il tipo e la concentrazione degli additivi.

TEMPERATURA DI LAVORO	tra 25° e 40° C. Una eccessiva temperatura di lavoro può causare ossidazioni superficiali
CONCENTRAZIONI MEDIE OPERATIVE DI ADDITIVI	75-100 g/1
DURATA MEDIA DEI BAGNI	Sgrassatura Catodica 1-4 settimane Sgrassatura Anodica 1-2 settimane

DECAPAGGIO (NEUTRALIZZAZIONE)

Il trattamento di decapaggio può essere chimico, con impiego di acidi, variabili a seconda del metallo da trattare (acido cloridrico, solforico, nitrico, fluoridrico, ecc.), oppure elettrochimico (facendovi passare corrente elettrica nel bagno), per il quale si utilizza acido solforico o cloridrico come elettrolita.

Questa fase di trattamento serve ad eliminare tracce di alcalinità ed a rimuovere l'eventuale ossidazione superficiale, dovuta alla sgrassatura anodica.

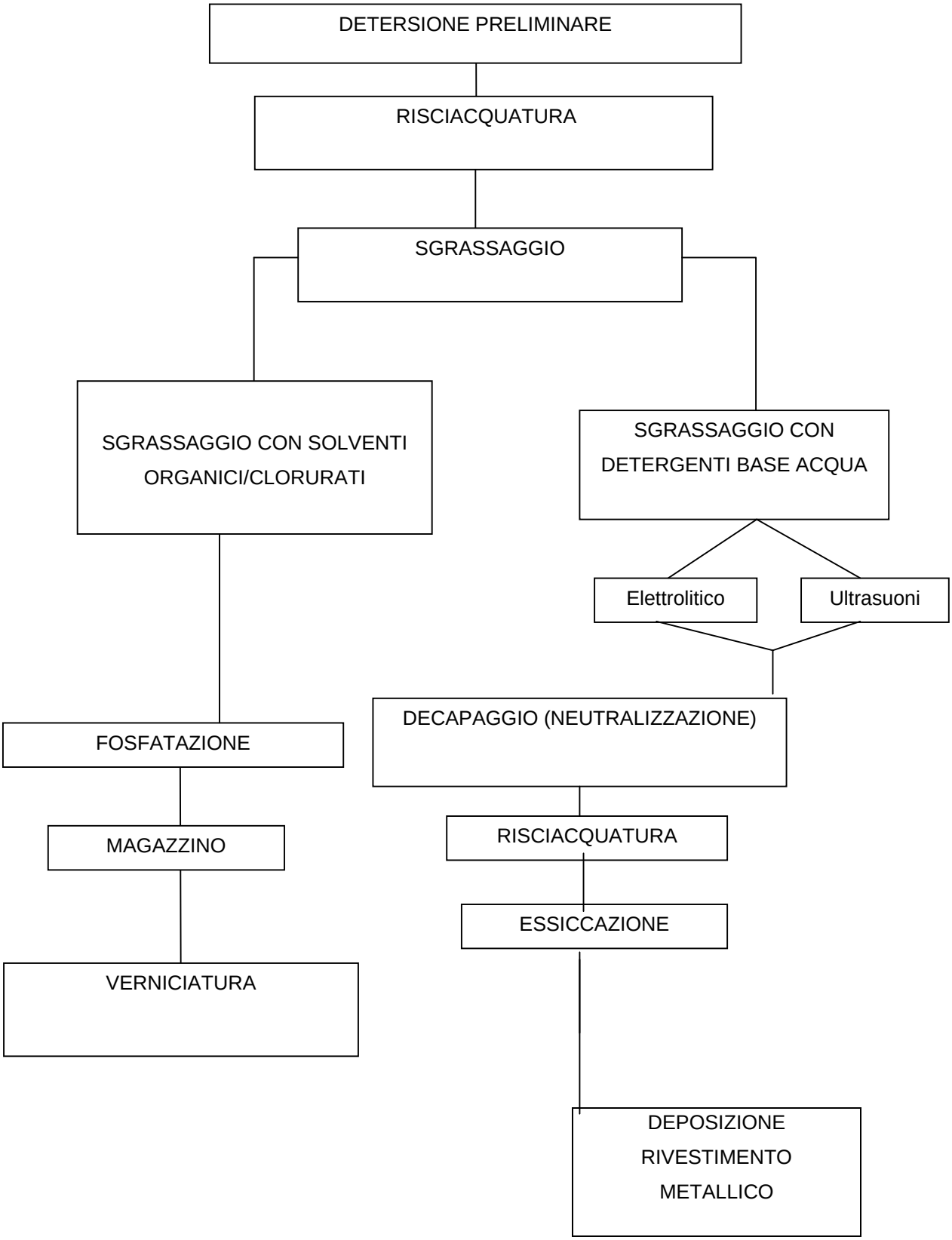
Per realizzare questa neutralizzazione possono essere utilizzate oltre agli acidi citati (solitamente H_2SO_4 in concentrazione di 5-10 g/l) anche "Sali Acidi" oppure neutralizzazioni definite “in polvere". Si tratta di formulati che si trovano in commercio e che contengono principalmente due sostanze:

- Solfato Acido di Sodio $NaHSO_4$
- Ammonio Fluoruro

il vantaggio che si vuole ottenere usandole è quello di migliorare l'aderenza e l'aspetto estetico in corrispondenza delle saldature e contemporaneamente facilitarne la manipolazione.

TEMPERATURA DI LAVORO	ambiente
DURATA MEDIA DEI BAGNI	compresa tra 3 giorni e 2 settimane

Schema 6.1 – Flusso ciclo galvanico: preparazione delle superfici

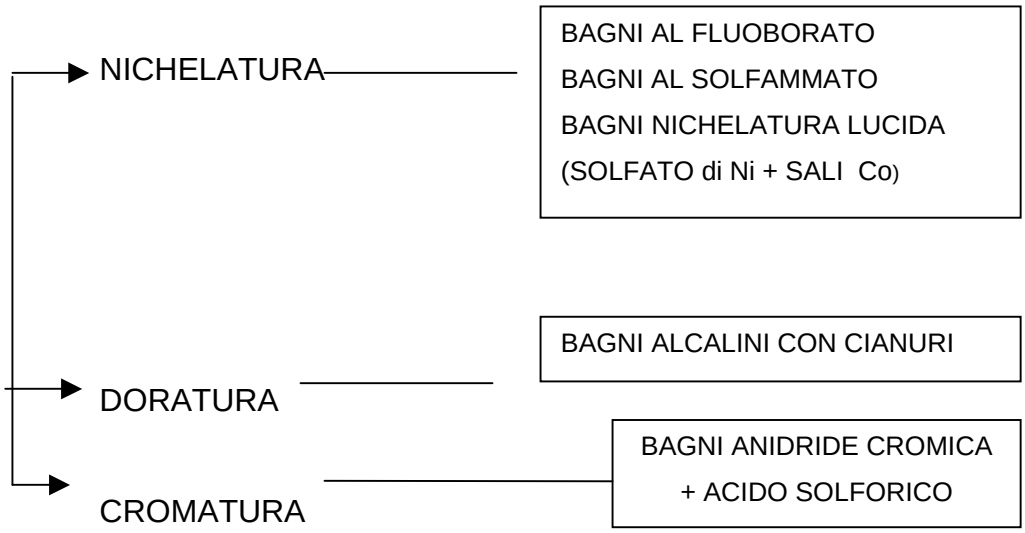


DEPOSIZIONE RIVESTIMENTO METALLICO

Consiste nella deposizione di una pellicola metallica (di rame, nichel, cromo, ecc.) sulla superficie da rivestire, mediante il passaggio di corrente elettrica continua attraverso una soluzione acquosa contenente ioni del metallo di rivestimento, il quale per effetto elettrochimico, passa allo stato di ossidazione zero e si deposita, allo stato metallico, sulla superficie da rivestire, che funge da catodo.

I bagni utilizzati sono specifici per ogni trattamento come descritto nello schema a blocchi specifico. Per ulteriori approfondimenti vedere appendice 1.

Schema 6.2 Flusso del ciclo galvanico: deposizione rivestimento metallico

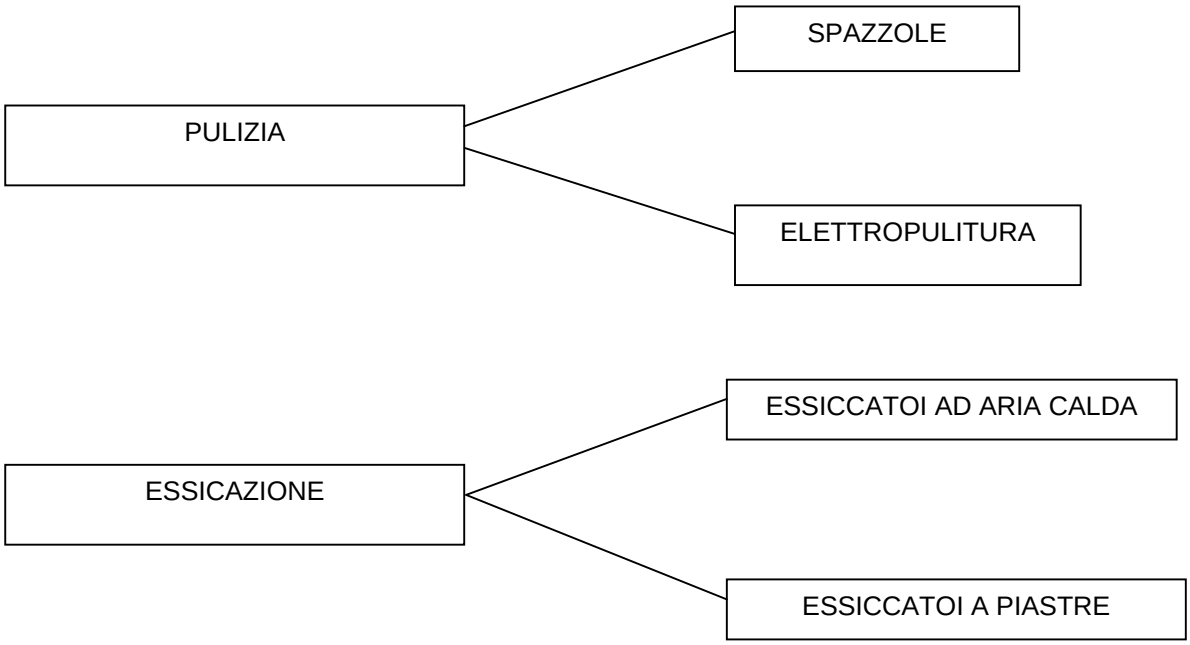


6.1.2 FINITURA

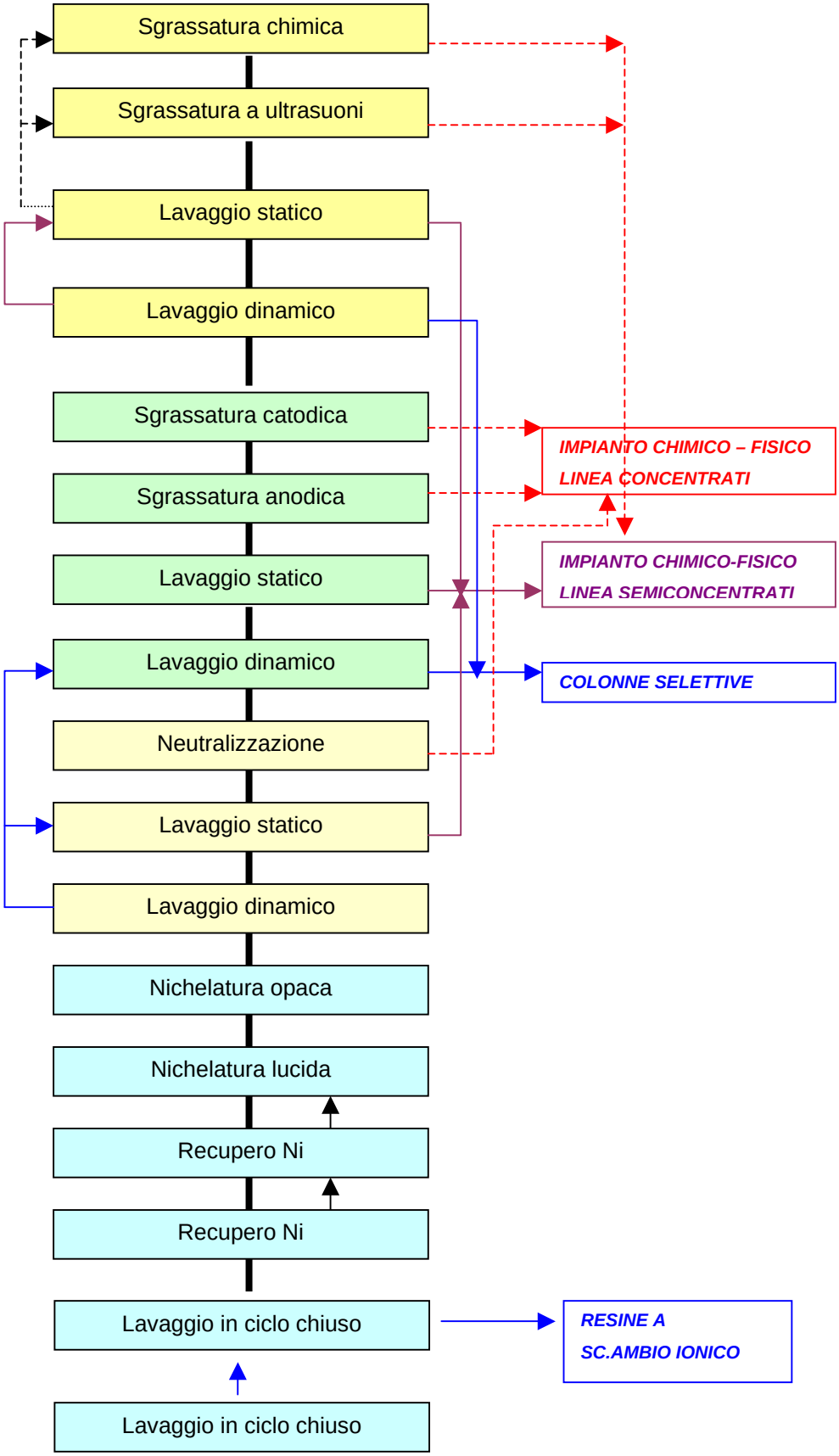
Le operazioni di pulitura sono realizzate per rendere liscia e levigata la superficie trattata, regolarizzando le eventuali asperità del deposito. La pulitura può essere realizzata con spazzole rotanti, con mole di panno, con nastri di tessuto opportuno. Per pezzi di ridotte dimensioni la pulizia può essere effettuata in recipienti rotanti con opportune sostanze abrasive, con gli stessi strumenti utilizzati nella pulitura meccanica nella preparazione delle superfici. Per ottenere superfici particolarmente lucide può essere utilizzata la elettropulitura, che è di fatto il processo inverso della deposizione elettrolitica, e si realizza nelle solite apparecchiature per bagni galvanici. Dopo le operazioni galvaniche i pezzi devono essere rapidamente essiccati per evitare la formazione di macchie di umidità; inoltre, talvolta, può essere necessario essiccare i pezzi in alcune operazioni intermedie o preliminari al deposito

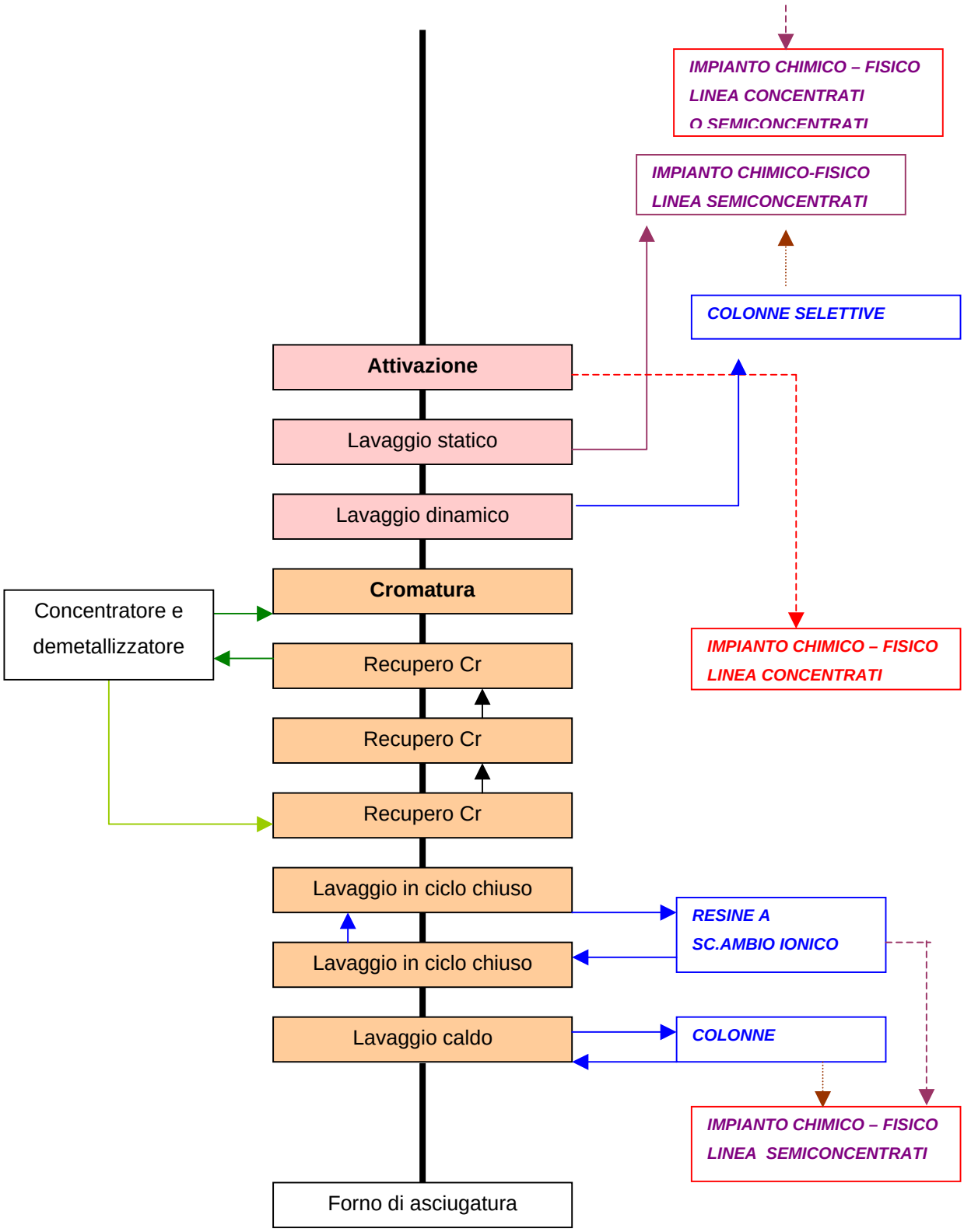
galvanico per evitare processi di ossidazione. L'essiccazione può essere svolta in essiccatoi ad aria calda, a piastre che, riscaldate con modalità diverse, irradiano raggi infrarossi. Inoltre possono essere utilizzati essiccatoi a tamburo rotante oppure a tavola oscillante, con o senza la presenza di aria calda.

Schema 6.3 Flusso del ciclo galvanico: finitura



Schema 6.4 SCHEMA PROCESSO GALVANICO




IMPIANTO CHIMICO – FISICO
LINEA CONCENTRATI
O SEMICONCENTRATI
IMPIANTO CHIMICO-FISICO
LINEA SEMICONCENTRATI
COLONNE SELETTIVE
Attivazione
Lavaggio statico
Lavaggio dinamico
Cromatura
Concentratore e
demetallizzatore
Recupero Cr
IMPIANTO CHIMICO – FISICO
LINEA CONCENTRATI
Recupero Cr
Recupero Cr
Lavaggio in ciclo chiuso
RESINE A
SC.AMBIO IONICO
Lavaggio in ciclo chiuso
Lavaggio caldo
COLONNE
IMPIANTO CHIMICO – FISICO
LINEA SEMICONCENTRATI
Forno di asciugatura

6.2 DESCRIZIONE IMPIANTO CHIMICO-FISICO DI DEPURAZIONE

L'impianto di depurazione comprende le seguenti unità operative:
stoccaggio dei reagenti chimici utilizzati per la depurazione dei reflui e la rigenerazione delle resine (acido solforico e cloridrico, idrato sodico, acqua ossigenata, bisolfito sodico, solfato ferroso, calce, detersivi, ecc.);
stoccaggio per l'equalizzazione delle portate delle soluzioni concentrate, delle soluzioni semiconcentrate (da rigenerazione resine a scambio ionico e da lavaggi statici) e sistema per il loro dosaggio all'unità di trattamento;
sistema di colonne selettive per la rimozione dei metalli dalle acque reflue provenienti dai lavaggi dinamici delle fasi di sgrassatura, neutralizzazione ed attivazione;
trattamento chimico-fisico delle soluzioni semiconcentrate (acque reflue da lavaggi lenti e da rigenerazione resine a scambio ionico), completo di sedimentazione, ispessimento e filtrazione (dewatering) dei fanghi prodotti;
unità di miscelazione e neutralizzazione finale delle acque reflue uscenti dal sistema a colonne selettive e dal trattamento chimico-fisico;
unità di filtrazione finale e di adsorbimento su carbone attivo delle acque reflue trattate;
misuratore in continuo di pH con registrazione dei valori.

L'unità di stoccaggio degli effluenti liquidi da trattare è costituita da tre serbatoi dotati di agitatori lenti per una migliore omogeneizzazione del contenuto:
serbatoio per le soluzioni concentrate basiche (bagni da detersione e sgrassaggi e da attivazione);
serbatoio per le soluzioni concentrate acide (bagni da neutralizzazione);
serbatoio per le soluzioni semiconcentrate (da rigenerazione resine a scambio ionico e da lavaggi statici) e dalle relative pompe dosatrici.
Il trattamento di depurazione degli effluenti comprende le seguenti fasi:
energica ossidazione chimica delle soluzioni concentrate basiche mediante reazione di Fenton (acqua ossigenata attivata con l'impiego di solfato ferroso) per distruggere, ossidandole ad anidride carbonica ed acqua, le sostanze organiche presenti nei reflui da sgrassaggi e da attivazione;
correzione del pH e riduzione chimica dalla valenza VI alla valenza III del cromo contenuto acque di rigenerazione delle colonne a resine di scambio ionico inserite nei lavaggi a circuito chiuso;

alcalinizzazione delle acque trattate con calce per provocare la precipitazione degli idrossidi dei metalli presenti e la loro flocculazione con l'ausilio di polielettrolita per favorirne la sedimentazione;

estrazione dei fanghi precipitati dal fondo del sedimentatore e loro alimentazione ad un ispessitore che, a sua volta, alimenta il filtropressa dal quale si scarica un fango di consistenza palabile da smaltire a mezzo di operatori esterni (le acque surnatanti dall'ispessitore e quelle separate dal filtropressa sono riciclate alla fase di alcalinizzazione);

correzione finale delle acque surnatanti dal sedimentatore e loro filtrazione su sabbia per trattenere i residui solidi sospesi (il lavaggio del filtro viene riciclato alla fase di alcalinizzazione);

adsorbimento su carbone attivo degli eventuali composti organici residui;

scarico in fognatura previo passaggio attraverso un pozzetto di controllo per il prelievo dei campioni.

Schema 6.5: Flusso di funzionamento dell'impianto depurazione acque reflue

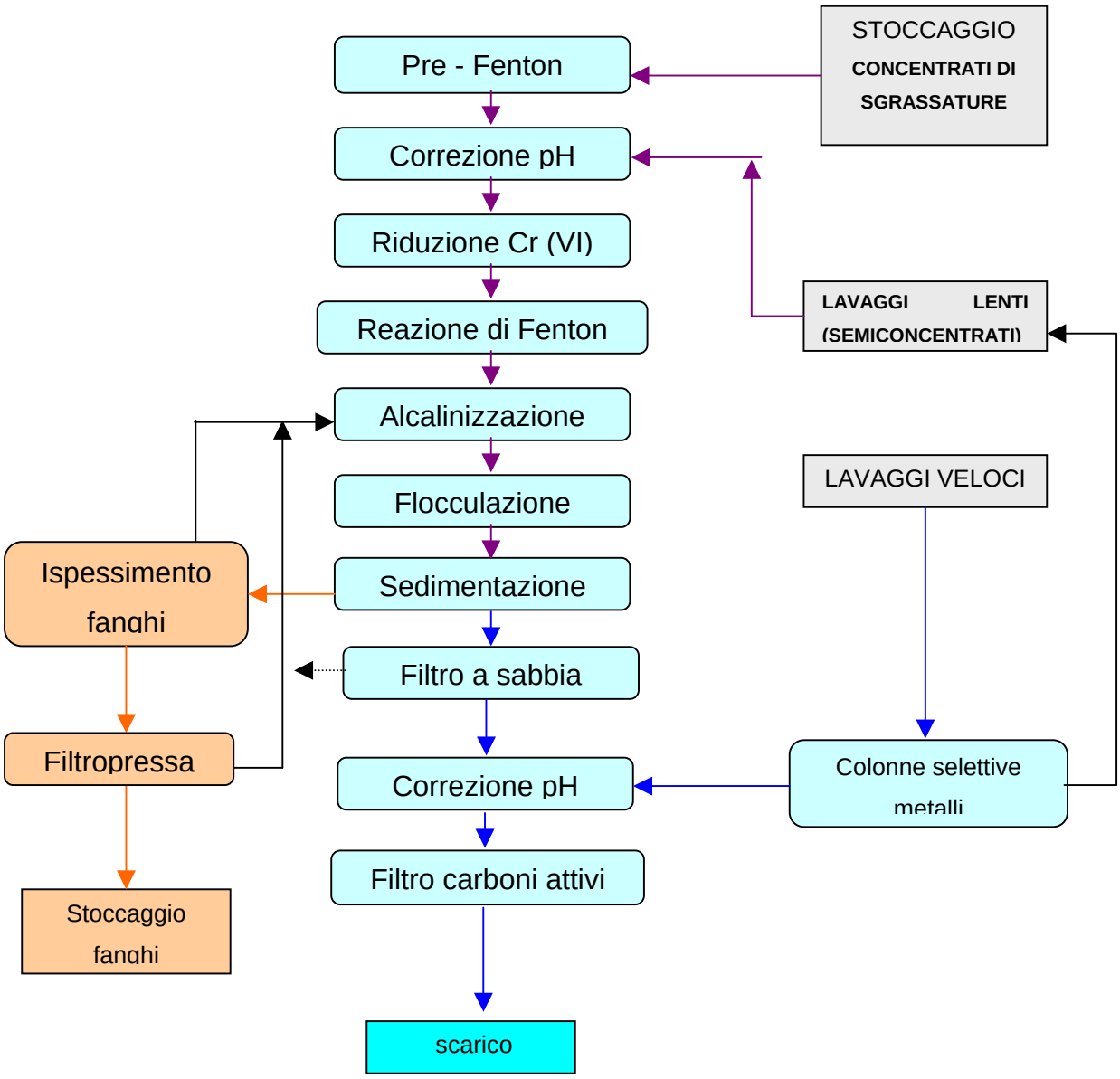


Tabella 6. 1 Informazioni aziendali necessarie per l'analisi ambientale

Stabilimento di….				
Anno di costruzione ……	***Unità di misura***	***Dati anno 0***	Dati anno 1	Dati anno 2
GESTIONE				
Addetti	N°			
Fatturato	Euro/000			
Funzionamento	d/a			
Funzionamento	h/d			
PRODUZIONE				
Dimensione telai	m^2			
Produzione	N° telai /a			
Produzione	N° pezzi /a			
Tipologia prodotti				
CONSUMI GLOBALI				
Acqua di pozzo	m^3/a			
Acqua potabile	m^3/a			
Energia elettrica	KWh/a			
Metano	Nm^3/a			
Olio combustibile	Kg/a			
Nichel (anodi)	Kg/a			
$NiSO_{4*}6H_2O$	Kg/a			
$NiCl_{2*}6H_2O$	Kg/a			
CrO_3 (scaglie)	Kg/a			
CrO_3 (soluzione 650 g/L)	Kg/a			
EMISSIONI GLOBALI				
Acque reflue	m^3/d			
Limiti allo scarico	Tab. n° L.N. 152/99			
Rifiuti liquidi basici	t/a			
Rifiuti liquidi cromici	t/a			
Rifiuti liquidi totali	t/a			
Rifiuti solidi (fanghi)	t/a			
Rifiuti non pericolosi totali	t/a			
Rifiuti pericolosi totali	t/a			
Aeriformi da sgrassatura	Nm^3/h			
Aeriformi da sgrass. elettroch.	Nm^3/h			
Aeriformi da nichelatura	Nm^3/h			
Aeriformi da cromatura	Nm^3/h			
Aeriformi totali	Nm^3/h			
LINEE DI PRODUZIONE	N°			
Tipologia	Descrizione			

Tabella 6. 2: check-list ambientale per analisi del ciclo produttivo

	Unità di misura	*LINEA 1*	*LINEA 2*
DETERSIONE / DECAPAGGIO			
Volume vasca	m^3		
Consumo acqua	m^3/a		
Consumo acqua (lavaggi)	m^3/a		
Temperatura bagno	°C		
Detergente	Tipo		
Consumo detergente	kg/a		
Durata bagno	d		
Vasca recupero	SI/NO		
Lavaggio in serie	SI/NO e N° vasche		
Rifiuti	m^3/a		
Acque reflue	m^3/d		
Stocc. Concentrati > Imp.C-F int.	SI/NO		
Impianto di depurazione interno	SI/NO		
Recapito	A (acq.sup.); F (fogn.)		
Limiti allo scarico	Tabella 3, All. 5 DLgs 152/99		
SGRASSATURA CHIMICA (+ Ultrasuoni)			
Volume vasca	m^3		
Temperatura bagno	°C		
Consumo acqua (rabbocchi)	m^3/a		
Consumo acqua (lavaggi)	m^3/a		
Sgrassante	Tipo		
Durata bagno	d		
Vasca recupero	SI/NO		
Lavaggio statico	SI/NO		
Lavaggio dinamico	SI/NO		
Lavaggio in serie	SI/NO e N° vasche		
Rifiuti	m^3/a		
Acque reflue	m^3/d		
Impianto di depurazione interno	SI/NO		
Recapito	A (acq.sup.); F (fogn.)		
Limiti allo scarico	Tabella 3, All. 5 DLgs 152/99		
SGRASSATURA ULTRASUONI			
Volume vasca	m^3		
Temperatura bagno	°C		
Consumo acqua (lavaggi)	m^3/a		
Consumo acqua (rabbocchi)	m^3/a		
Consumo acqua (totale)	m^3/a		
Sgrassante	Tipo		

Durata bagno	d		
Vasca recupero	SI/NO		
Lavaggio statico	SI/NO		
Lavaggio dinamico	SI/NO		
Lavaggio in serie	N° vasche		
Rifiuti	m^3/a		
Acque reflue	m^3/d		
Neutralizzazione scarico	SI/NO		
Impianto chimico-fisico interno	SI/NO		
Recapito	A (acq.sup.); F (fogn.)		
Limiti allo scarico	Tabella 3, All. 5 DLgs 152/99		
SGRASSATURA CATODICA			
Volume vasca	m^3		
Temperatura bagno	°C		
Consumo acqua (lavaggi)	m^3/a		
Consumo acqua (rabbocchi)	m^3/a		
Consumo acqua (totale)	m^3/a		
Sgrassante	Tipo		
Durata bagno	d		
Vasca recupero	SI/NO		
Lavaggio statico	SI/NO		
Lavaggio dinamico	SI/NO		
Lavaggio in serie	N° vasche		
Rifiuti	m^3/a		
Acque reflue	m^3/d		
Impianto di depurazione interno	SI/NO		
Recapito	A (acq.sup.); F (fogn.)		
Limiti allo scarico	Tabella 3, All. 5 DLgs 152/99		
SGRASSATURA ANODICA			
Volume vasca	m^3		
Temperatura bagno	°C		
Consumo acqua (lavaggi)	m^3/a		
Consumo acqua (rabbocchi)	m^3/a		
Consumo acqua (totale)	m^3/a		
Consumo corrente	ampere*ora		
Sgrassante	Tipo		
Durata bagno	d		
Vasca recupero	SI/NO		
Lavaggio statico	SI/NO		
Lavaggio dinamico	SI/NO		
Lavaggio in serie	N° vasche		
Rifiuti	m^3/a		

Acque reflue	m^3/d		
A.R. > Col. Selett.> Imp.C-F int.	SI/NO		
Neutralizzazione scarico	SI/NO		
Impianto chimico-fisico interno	SI/NO		
Recapito	A (acq.sup.); F (fogn.)		
Limiti allo scarico	Tabella 3, All. 5 DLgs 152/99		
NEUTRALIZZAZIONE			
Volume vasca	m^3		
Temperatura bagno	°C		
Consumo acqua (lavaggi)	m^3/a		
Consumo acqua (rabbocchi)	m^3/a		
Consumo acqua (totale)	m^3/a		
Neutralizzante	Tipo		
Durata bagno	d		
Lavaggio statico	SI/NO		
Lavaggio dinamico	SI/NO		
Lavaggio in serie	N° vasche		
Rifiuti	m^3/a		
Acque reflue	m^3/d		
Neutralizzazione scarico	SI/NO		
A.R. > Col. Selett.> Imp.C-F int.	SI/NO		
Impianto chimico-fisico interno	SI/NO		
Recapito	A (acq.sup.); F (fogn.)		
Limiti allo scarico	Tabella 3, All. 5 DLgs 152/99		
NICHELATURA			
Volume vasca	m^3		
Temperatura bagno	°C		
Consumo acqua (lavaggi)	m^3/a		
Consumo acqua (rabbocchi)	m^3/a		
Consumo acqua (totale)	m^3/a		
Consumo Ni (Anodi+sali)	kg/a		
Filtrazione continua	SI/NO		
Durata bagno	d		
Vasche di recupero	N°		
Lavaggio in serie	N° vasche		
Lavaggio in ciclo chiuso	SI/NO		
Lavaggio dinamico	SI/NO		
Lavaggio a spruzzi	SI/NO		
Depuratori	S.I.(resine);O.I.(osm. inv.)		
Rifiuti	m^3/a		
Acque reflue	m^3/d		
Neutralizzazione scarico	SI/NO		

Impianto chimico-fisico interno	SI/NO		
Recapito	A (acq.sup.); F (fogn.)		
Limiti allo scarico	Tabella 3, All. 5 DLgs 152/99		
ATTIVAZIONE-NEUTRALIZZAZIONE			
Volume vasca	m^3		
Temperatura bagno	°C		
Consumo acqua (lavaggi)	m^3/a		
Consumo acqua (rabbocchi)	m^3/a		
Consumo acqua (totale)	m^3/a		
Attivatore	Tipo		
Durata bagno	d		
Lavaggio statico (o lento)	SI/NO		
Lavaggio dinamico	SI/NO		
Lavaggio in serie	N° vasche		
Lavaggio in ciclo chiuso	SI/NO		
Depuratori	S.I.(resine);O.I.(osm. inv.)		
Rifiuti	m^3/a		
Acque reflue	m^3/d		
Neutralizzazione scarico	SI/NO		
A.R. > Col. Selett.> Imp.C-F int.	SI/NO		
Stocc.semi conc. > Imp.C-F int.	SI/NO		
Impianto chimico-fisico interno	SI/NO		
Recapito	A (acq.sup.); F (fogn.)		
Limiti allo scarico	Tabella 3, All. 5 DLgs 152/99		
SCROMATURA			
Volume vasca	m^3		
Temperatura bagno	°C		
Consumo acqua (lavaggi)	m^3/a		
Consumo acqua (rabbocchi)	m^3/a		
Consumo acqua (totale)	m^3/a		
Consumo base	L/a		
Consumo neutralizzante	kg/a		
Vasche di recupero	N°		
Lavaggio statico (o lento)	SI/NO		
Depuratori	S.I.(resine);O.I.(osm. inv.)		
Rifiuti	m^3/a		
Acque reflue	m^3/d		
Neutralizzazione scarico	SI/NO		
Impianto chimico-fisico interno	SI/NO		
Recapito	A (acq.sup.); F (fogn.)		
Limiti allo scarico	Tabella 3, All. 5 DLgs 152/99		

CROMATURA			
Volume vasca	m^3		
Temperatura bagno	°C		
Consumo acqua (lavaggi)	m^3/a		
Consumo acqua (rabbocchi)	m^3/a		
Consumo acqua (totale)	m^3/a		
Consumo CrO_3 (scaglie)	kg/a		
Consumo CrO_3 (sol. 650 g/L)	kg/a		
Durata bagno	d		
Vasche di recupero	N°		
Lavaggio statico	SI/NO		
Lavaggio in serie	N° vasche		
Lavaggio in ciclo chiuso	SI/NO		
Lavaggio statico caldo	SI/NO		
Depuratori	S.I.(resine);O.I.(osm. inv.)		
Rifiuti	m^3/a		
Acque reflue	m^3/d		
A.R. > Col. Selett.> Imp.C-F int.	SI/NO		
Stocc. Concentrati > Imp.C-F int.	SI/NO		
Impianto di depurazione interno	SI/NO		
Recapito	A (acq.sup.); F (fogn.)		
Limiti allo scarico	Tabella 3, All. 5 DLgs 152/99		
DORATURA 1			
Volume vasca	m^3		
Temperatura bagno	°C		
Consumo acqua	m^3/a		
Consumo Au	kg/a		
Durata bagno	d		
Vasche di recupero	N°		
Lavaggio in ciclo chiuso	SI/NO		
Lavaggio in serie	N° vasche		
Depuratori	S.I.(resine);O.I.(osm. inv.)		
Rifiuti	m^3/a		
Acque reflue	m^3/d		
Impianto di depurazione interno	SI/NO		
Recapito	A (acq.sup.); F (fogn.)		
Limiti allo scarico	Tabella 3, All. 5 DLgs 152/99		
DORATURA 2			
Volume vasca	m^3		
Temperatura bagno	°C		
Consumo acqua	m^3/a		
Consumo Au	kg/a		

Durata bagno	d		
Vasche di recupero	N°		
Lavaggio in ciclo chiuso	SI/NO		
Lavaggio in serie	N° vasche		
Depuratori	S.I.(resine);O.I.(osm. inv.)		
Rifiuti	m^3/a		
Acque reflue	m^3/d		
Impianto di depurazione interno	SI/NO		
Recapito	A (acq.sup.); F (fogn.)		
Limiti allo scarico	Tabella 3, All. 5 DLgs 152/99		
NICHELATURA NERA			
Volume vasca	m^3		
Temperatura bagno	°C		
Consumo acqua	m^3/a		
Consumo anodi Nichel	kg/a		
Durata bagno	d		
Vasche di recupero	N°		
Lavaggio in serie	N° vasche		
Lavaggio in ciclo chiuso	SI/NO		
Lavaggio a spruzzi	SI/NO		
Depuratori	S.I.(resine);O.I.(osm. inv.)		
Rifiuti	m^3/a		
Acque reflue	m^3/d		
Impianto di depurazione interno	SI/NO		
Recapito	A (acq.sup.); F (fogn.)		
Limiti allo scarico	Tabella 3, All. 5 DLgs 152/99		
RAMATURA			
Volume vasca	m^3		
Temperatura bagno	°C		
Consumo acqua	m^3/a		
Consumo Anodi	kg/a		
Durata bagno	d		
Vasche di recupero	N°		
Lavaggio in serie	N° vasche		
Lavaggio in ciclo chiuso	SI/NO		
Lavaggio a spruzzi	SI/NO		
Depuratori	S.I.(resine);O.I.(osm. inv.)		
Rifiuti	m^3/a		
Acque reflue	m^3/d		
Impianto di depurazione interno	SI/NO		
Recapito	A (acq.sup.); F (fogn.)		
Limiti allo scarico	Tabella 3, All. 5 DLgs 152/99		

FORNO ASCIUGATURA			
Temperatura	°C		
Portata fumi	Nm^3/h		

Tabella 6. 3: rapporti ed indicatori ambientali

Rapporti	***Unità di misura***	***Valore***
Consumo annuo Ni / Volume vasca nichelatura	kg Ni / a * m^3	
Consumo annuo Cr / Volume vasca cromatura	kg CrO_3 / a * m^3	
Consumo annuo Cr / Consumo Ni	(adimensionale)	
Consumo annuo acqua / Consumo Ni	m^3 / kg Ni	
Portata acque reflue / Consumo Ni	m^3 / kg Ni	
Portata acque reflue / Consumo di acqua	(adimensionale)	
Rifiuti pericolosi / Consumo Ni	t / kg Ni	
Rifiuti solidi (fanghi) / Consumo Ni	t / kg Ni	
Rifiuti non pericolosi / Consumo Ni	t / kg Ni	

LEGENDA

S.I. = Scambio ionico

O.I. = Osmosi inversa

A = Acque superficiali

F = fognatura

Imp. C-F int. = impianto chimico-fisico interno all'azienda

A.R. = acque reflue

Col. selettive = colonne selettive

Stocc. conc. = stoccaggio concentrati

Stocc. semi conc. = stoccaggio semiconcentrati

6.3 ANALISI DEGLI ASPETTI AMBIENTALI

6.3.1 BILANCIO IDRICO

L'Azienda rappresentativa del settore consuma mediamente 10.000 m^3 all'anno di acqua che per il mantenimento dell'impianto di produzione preleva da un pozzo privato, dotato di contatore di misura, posto all'interno del perimetro aziendale (vedi planimetria allegata), mentre per l'uso civile preleva dall'acquedotto comunale.

L'acqua in ingresso all'impianto tecnologico viene distribuita alle diverse vasche della linea di trattamento (bagni di processo, vasche di recupero, lavaggi statici e dinamici) e successivamente ne fuoriesce come bagni concentrati e semiconcentrati (avviati all'impianto

di depurazione chimico-fisico), lavaggi dinamici (inviati alle colonne selettive prima dello scarico in fognatura), evaporazione, bagni di cromatura (avviati tal quali allo smaltimento presso ditte esterne). Le acque trattate internamente, a loro volta, hanno due "destinazioni" finali possibili: scarico in fognatura oppure come componente umida dei fanghi.
Le acque derivanti dal lavaggio dei pavimenti sono avviate al depuratore poiché possono contenere metalli.

Tabella 6. 4 Approvvigionamento idrico

	Media
Consumo idrico totale	10.000
Consumo acqua da pozzo	8.000
Consumo servizi igienici	2000

Il consumo idrico per scopi igienici che ammonta mediamente a 2.000 m^3 /anno (consumo medio 80 litri/ addetto per 210 giorni lavorativi) non ha mostrato grandi oscillazioni in quanto il numero degli addetti si è mantenuto pressoché costante.
L'azienda ha elaborato il seguente bilancio idrico per meglio comprendere dove intervenire per ridurre i possibili sprechi: i dati sono stati in parte ottenuti dalla consultazione di fatture e bollette in possesso dell'azienda, dai valori registrati da contatore di misura dell'acqua prelevata dal pozzo e in parte ricavati indirettamente (ammontare fanghi, eluati esausti contenenti cromo, acque scaricate…).
Ad esempio per valutare il volume di m^3 persi nell'evaporazione, si è considerato un abbassamento del livello delle singole vasche statiche del ciclo galvanico pari a 4 cm giornalieri. Si è quindi proceduto a calcolare il volume complessivo di tutte le vasche interessate (sgrassature, lavaggi statici, attivazione, neutralizzazione, nichel, recuperi del nichel, cromo, recuperi del cromo) e a moltiplicarlo per tale valore, calcolando 210 giorni lavorativi. In tal modo è stata stimata la quantità complessiva di acqua persa per evaporazione 400 m^3/anno.
Per calcolare la componente acquosa dei fanghi si è tenuto conto di una percentuale media di peso secco pari al 50 % del peso totale, per un totale di 50 m^3/anno per 115 tonnellate medie di fango1.
Per una più facile lettura i dati sono stai raccolti nella tabella 6.5, nella figura 6.6 è riportato il ciclo dell'acqua.

1 Allo stato attuale, con le nuove tecnologie, si possono raggiungere porzioni di peso secco fino al 70%.

Tabella 6. 5 Bilancio idrico di azienda media rappresentativa

	Media (m^3/a)
Acqua totale	10.000
Acqua di pozzo (rep. Galvanica)	8.000
Acqua servizi igienici	2.000
Acque reflue rep. Galvanica	7060
Evaporazione	400
Sgrassatura chimica	105
Sgrassatura ultrasuoni	95
Sgrassatura catodica	30
Sgrassatura anodica	50
Neutralizzazione	70
Attivazione	50
Lavaggi statici	30
Rifiuti liquidi basici	430
Rifiuti liquidi cromici	60
Rifiuti liquidi totali	490
Rifiuti liquidi fanghi (%peso secco)	50

Si può notare come le acque scaricate direttamente in fognatura rappresentano il 90 % del consumo idrico totale. Anche il processo di evaporazione gioca un ruolo importante nel bilancio idrico, mediamente 400 m^3 (6% del totale) vengono persi a causa delle elevate temperature di alcune fasi del processo galvanico.

Per rifiuti liquidi cromici si intendono i bagni esausti della vasca di cromatura che vengono rinnovati annualmente o bagni di recupero ad essi successivi sono sostituiti mensilmente.

Nei rifiuti liquidi basici sono compresi i volumi di sgrassatura, attivazione, neutralizzazione e i lavaggi “statici” o fermi sopra elencati.

Poiché i consumi maggiori si riscontrano nelle fasi di risciacquo l’azienda ha da tempo adottato l’uso di lavaggi in controcorrente per ottimizzare il risciacquo dei pezzi e per contenere in parte tali consumi (vedi schema a blocchi 6.6).

L’Azienda rappresentativa del settore consapevole che il consumo di acqua richiesto dalla sua attività produttiva può avere un’influenza diretta sull’ambiente circostante, in particolare modo il volume e la qualità delle acque scaricate dal ciclo produttivo in fognatura, ha delegato al laboratorio analisi il monitoraggio dello scarico industriale. I prelievi vengono operati mensilmente presso il pozzetto di controllo posto nel piazzale antistante al deposito

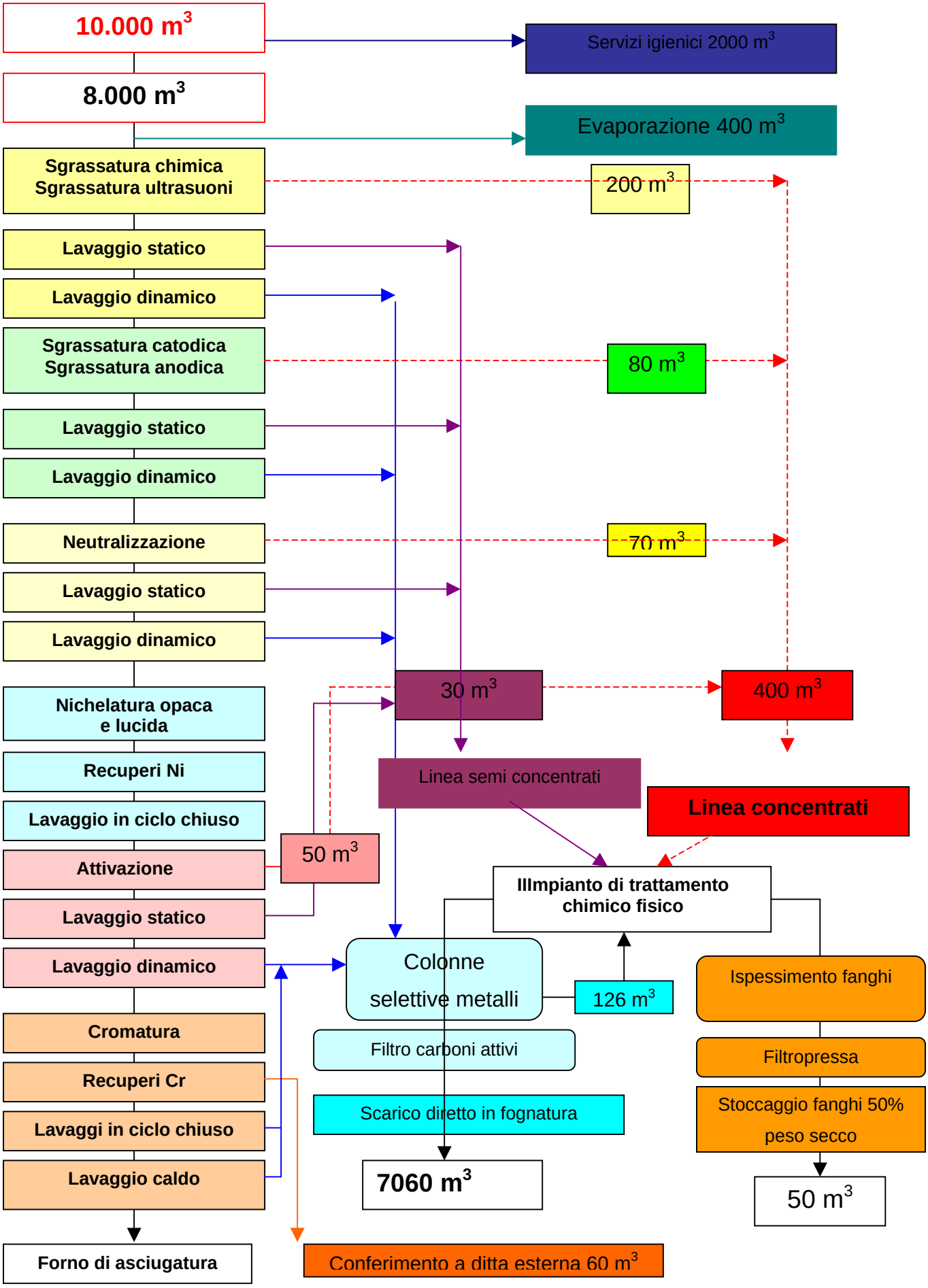
temporaneo rifiuti. Nella tabella successiva è riportato un estratto delle comunicazioni analitiche del laboratorio all'azienda I valori analitici rientrano nei limiti di legge indicando una buona qualità dello scarico.

Tabella 6. 6 Analisi acque di scarico, estratto comunicazioni analitiche di azienda media rappresentativa

Parametri		Prelievo 14/10/1998	Prelievo 18/10/1999	Prelievo 11/10/2000	Limite*
PH		6,3	6	5,9	5,5-9,5
Conducibilità	μS/cm	185	182	184	-
COD	mg/l	n.r	n.r	n.r	<500
Cr totale (Cr)	mg/l	0,03	0.01	0.01	< 4
Cromati (Cr VI)	mg/l	n.r.	n.r	n.r	<0.2
Fosfati (P)	mg/l	0,24	0.18	0.22	<30
Ammonio (NH4)	mg/l	0,09	0.08	0.07	<30
Nitriti (N)	mg/l	n.r.	n.r.	n.r.	<0.4
Nitrati (N)	mg/l	0,35	0.38	0.32	<30
Cu	mg/l	0,03	0.03	0.025	<0.4
Pb	mg/l	n.r.	n.r.	n.r.	<0.3
Zn	mg/l	0,09	0.09	0.1	<1
Mn	mg/l	n.r.	n.r.	n.r.	< 4
Ni	mg/l	0,35	0.3	0.36	< 4
Al	mg/l	n.r.	n.r.	n.r.	<2
Fe	mg/l	n.r.	n.r.	n.r.	< 4
Solfati (SO4)	mg/l	32	33	29	<1000
Cloruri (Cl)	mg/l	6,9	6	6.4	<1200
Tensioattivi anionici (MBAS)	mg/l	n.r.	n.r.	n.r.	<0.4
Tensioattivi non ionici	mg/l	0,15	0.12	0.15	<0.2
Tensioattivi totali	mg/l	0,15	0.10	0.13	<4
Solfiti (SO3)	mg/l	1	0.9	1	<2

* D.Lgs. 152 /1999 Tab. 3 All.5

Schema 6.6 Schema a blocchi ciclo dell'acqua.



Gli indicatori ambientali relativi al consumo idrico sono stati ricavati mettendo a confronto i volumi di acqua prelevata dal pozzo privato e di quella scaricata al termine del processo produttivo, con il consumo annuo di nichel .

Bisogna ricordare che il volume di acqua consumato è strettamente correlato con il numero di linee galvaniche presenti, con la dimensione delle singole vasche in particolare modo a quelle di nichelatura (23 m^3 totali) e quindi con la capacità nominale dell'impianto galvanico, tale valore risulta quindi dipendente dalla produttività dello stesso.

Anche il consumo annuo di nichel è strettamente correlato alla scelta produttiva dell'azienda: la buona qualità del prodotto è infatti garantita dallo spessore di nichel metallico che si deposita sul pezzo, tale strategia è stata perseguita da sempre dalla Azienda rappresentativa del settore che annualmente registra un consumo elevato rispetto ad altre aziende del distretto. Nella tabella successiva sono riportati i valori calcolati per gli anni 1998/99/2000 e rapportati al valore limite medio individuato per le rubinetterie del distretto.

Tabella 6. 7 Indicatore ambientale/prestazionale per singolo impatto

	u.m.	Media	Media del distretto
Volume acqua prelevata da pozzo/ Consumo Ni annuo	m^3 / kg	0,719	1,23
Volume acque reflue / Consumo Ni annuo	m^3 / kg	0,507	1,05

In entrambi i casi il risultato è sempre al di sotto del valore limite di riferimento. Questo dato rivela che l'Azienda rappresentativa del settore si trova in una situazione di partenza "soddisfacente" che potrà essere ulteriormente migliorata con le future strategie di recupero idrico.

6.3.2 BILANCIO DI MATERIE PRIME

Con il termine "materie prime" l'Azienda rappresentativa del settore intende le sostanze che normalmente acquista per il ciclo produttivo dell'impianto galvanico quali sgrassanti, nichel, cromo e le sostanze impiegate per il trattamento chimico fisico di depurazione degli eluati esausti (acido cloridrico, calce idrata, acido solforico, flocculante) e di rigenerazione delle resine iono selettive. Nella tabella seguente sono riportati i singoli prodotti e il quantitativo consumato. L'azienda sta valutando l'esistenza ed efficacia di tipologie di materie prime a più basso impatto ambientale.

Tabella 6. 8 Consumo di materie prime per anno.

MATERIE PRIME	MEDIA
	kg/a
Sgrassatura chimica	6.100
Sgrassatura elettrolitica	7.450
Neutralizzazione	1.250
Attivazione	2.100
$NiSO_{4*}$ 6 H_2O	3.300
$NiCl_{2*}$ 6 H_2O	1.600
Ni catodi	10.000
Ni totale	13.900
CrO_3 in scaglie	3.150
HCl 30%	1900
H_2SO_4 90%	30.000
Calce idrata	10.500
Sodio bisolfito	4.250
Soda caustica	7.200
Flocculante	2.800

Di tali sostanze solo i consumi di cromo e di nichel si avvicinano a quelli di altre aziende che presentano la stessa tipologia di lavorazione (produzione propria, trattamento galvanico interno di tutti i pezzi prodotti, elevato deposito di nichel metallico sul pezzo), mentre il consumo delle altre materie prime è direttamente legato alla produttività dell'impianto, alla sua efficienza e rendimento ed alla scelte "strategiche" ed "economiche" del responsabile dell'impianto di galvanica e del responsabile manutenzione impianto di depurazione.

I pochi dati a disposizione e la soggettività nel gestire gli impianti stessi, non permettono attualmente di individuare una precisa relazione tra le quantità di reattivi/additivi impiegati per il trattamento chimico fisico e i fanghi prodotti. Indicativamente l'azienda utilizza come parametro di riferimento per valutare l'efficienza del suo impianto di depurazione i kg di bisolfito di sodio acquistati e la quantità di anidride cromica ritrovata nei fanghi di trattamento.

Dalle analisi condotte su campioni di fango (vedi nel paragrafo rifiuti la tabella su analisi fanghi), essi contengono una quantità media annua di 883 kg di anidride cromica. Applicando le trasformazioni stechiometriche risultano necessari almeno 4.230 kg di sodio bisolfito, l'azienda ha acquistato negli ultimi tre anni una media di 4.250 kg di tale additivo. Tale

quantitativo mostra l'efficienza del suo impianto di trattamento chimico la cui manutenzione è affidata alla ditta esterna con un monitoraggio e controllo mensile della strumentazione in concomitanza dei prelievi delle acque di scarico.

L'Azienda rappresentativa del settore ritiene che questo rapporto potrà essere un buon indicatore ambientale per misurare l'efficienza del depuratore.

L'azienda ha successivamente rivolto la sua attenzione al consumo annuale di nichel e cromo che sono anche i prodotti che maggiormente incidono sul bilancio aziendale per individuare le possibili strategie di recupero e riutilizzo. Per rendere più agevole il calcolo dei bilanci è stato necessario ricavare l'ammontare complessivo di nichel e cromo in forma "metallica" dai diversi preparati (Ni-solfato, Ni-cloruro, Ni-metallico, anidride cromica) che sono normalmente acquistati dalla Azienda rappresentativa del settoreS.r.l e consumati annualmente per il processo galvanico.

Conversione stechiometrica per il calcolo del consumo di Cr e Ni

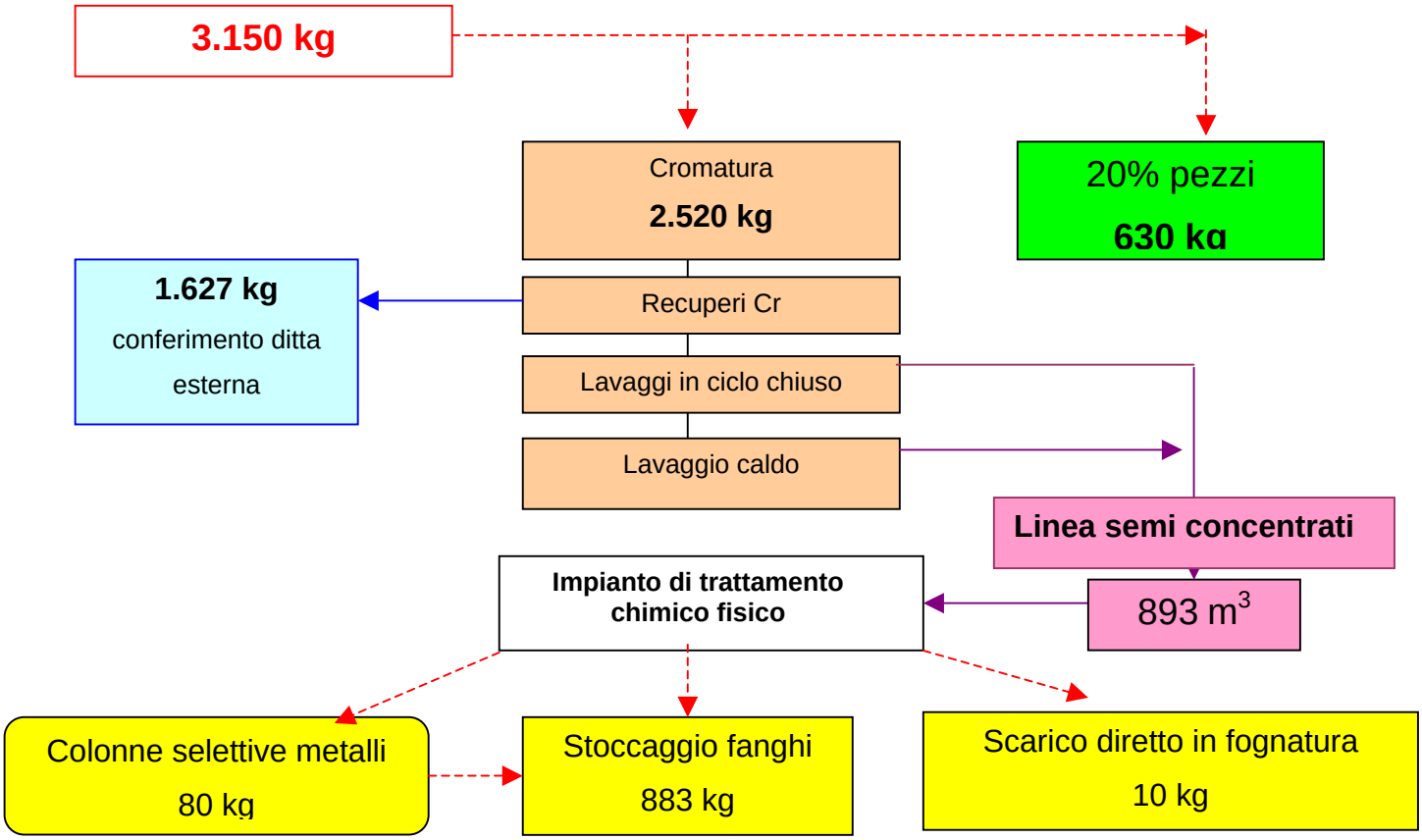
Nichel Cloruro ($NiCl_2$*6H_2O) = P.M. 237,706 Nichel Solfato ($NiSO_4$ * 6 H_2O) = P.M. 246,861 Nichel = P.A. 58,71	Anidride cromica (CrO_3) = P.M. 99,993 Cromo metallico = P.A. 51,996
Kg sali nichel acquistati = nichel metallico $\frac{\text{Kg sale * 1000}}{\text{P.M. sale}}$ * P.A.. nichel	kg anidride cromica acquistata = kg cromo metallico $\frac{\text{Kg sale* 1000}}{\text{P.M. sale}}$ * P.A.. cromo

Il rendimento del cromo è stato valutato pari al 20%, mentre per il nichel pari se non superiore al 90%, tale percentuale corrisponde al metallo che rimane adeso al pezzo durante l'immersione del telaio nella vasca di cromatura e nichelatura. La quantità rimanente di cromo e nichel presente come soluzione di sali costituenti il bagno galvanico viene asportata durante il sollevamento dei telai e allontanata per trascinamento (nelle cavità interne dei pezzi, negli incavi e negli angoli dei pezzi e dei telai). Le figura 6.7 e 6.8 schematizzano il bilancio del cormo e del nichel.

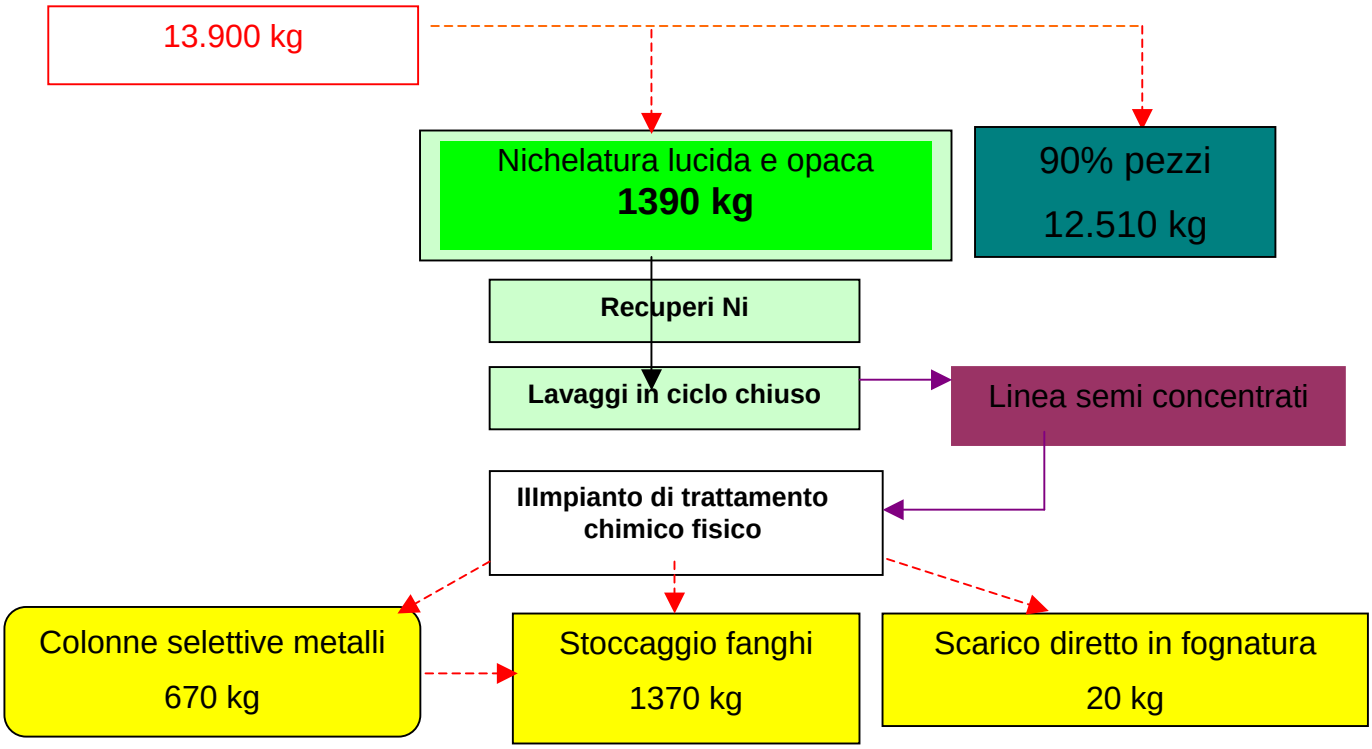
La percentuale di metallo depositata sul pezzo è stata sottratta dall'acquisto annuo e successivamente il materiale residuo è stato ridistribuito nelle seguenti "destinazioni": bagni esausti, lavaggi di rigenerazione delle resine selettive, acque di scarico e fanghi facendo riferimento a dati certi (analisi chimiche dello scarico, dei bagni esausti e dei fanghi forniti dalle ditte smaltatrici autorizzate) posseduti dall'azienda.

Bisogna sottolineare che la percentuale di deposizione è stata stimata, i dati analitici sono certi, ma molto limitati in numero di conseguenza le situazioni rappresentate possono considerarsi “istantanee” piuttosto che indicative di una situazione media.

Schema 6.7 Bilancio annuo cromo metallico



Schema 6.8 Bilancio annuo nichel metallico



Come si può osservare più del 50% del cromo viene smaltito principalmente come bagno esausto, l'Azienda rappresentativa del settore. ha scelto di delegare il trattamento di tale rifiuto a una ditta esterna autorizzata.

A causa degli alti costi di smaltimento l'azienda utilizza un "concentratore" del bagno di cromo. Questo permette di recuperare e riutilizzare parte del bagno contenete l'anidride cromica (20%) acquistata, prolungare il tempo di vita del bagno, concentrare e di conseguenza ridurre il volume dei rifiuti liquidi, recuperare parte dell'acqua evaporata.

Per quanto riguarda il consumo di nichel invece, la situazione è l'opposto solo il 10% viene perduto, attraverso le fasi di lavaggio poste a valle delle vasche di recupero della nichelatura opaca e lucida. Per ridurre tali perdite ed ottimizzare la fase di lavaggio l'azienda ha da tempo introdotto un sistema in controcorrente e riutilizza i recuperi per mantenere costante il volume delle vasche di processo.

Per entrambi i metalli è stato poi riscontrato che il prolungamento della fase di sgocciolamento dei pezzi che emergono dalla vasca di nichelatura e cromatura riducono la perdita per trascinamento di un 10%.

Poiché la dimensione delle vasche di nichelatura individuano la potenzialità produttiva dell'azienda, mentre il consumo annuo di nichel è il dato quantitativo della produzione, l'Azienda rappresentativa del settore. ha individuato come indicatore relativo alla qualità della sua produzione il rapporto tra i kg di nichel acquistati annualmente, rispetto al volume delle vasche di nichelatura (23 m^3 totali) ottenendo i seguenti valori:

Tabella 6. 9 Indicatore prestazionale

		Media	Media del distretto
Consumo Ni / volume vasca	kg / m^3	604	420

Come si può osservare i valori ottenuti non si discostano che del 30% della media limite individuata per le aziende del distretto e sottolineano il costante e ottimale andamento produttivo dell'azienda.

Tale differenza individua la difficoltà che ha e avrà in futuro l'azienda nel conciliare il consumo delle risorse e il garantire la qualità dei pezzi.

Il rapporto tra consumo annuale di anidride cromica e volume della vasca di cromatura non può essere considerato un buon indicatore della produttività aziendale: i dati raccolti per diverse aziende del distretto hanno rivelato una notevole disomogeneità con valori ampiamente dispersi, la medesima situazione si verifica anche mettendo in relazione il consumo annuale di anidride cromica con quello del nichel. Nel caso specifico della Azienda rappresentativa del settore il rapporto è di 1 kg diCrO_3 per 4 kg di Ni metallico in entrata.

6.3.3 RIFIUTI

L'Azienda rappresentativa del settore avendo all'interno dello stabilimento un impianto di depurazione opera il trattamento chimico fisico dei concentrati (sgrassanti, acque di neutralizzazione e attivazione), delle acque di lavaggio statico e dinamico del ciclo produttivo e degli eluati provenienti dalla rigenerazione delle resine iono selettive. I bagni esausti contenenti la soluzione cromica sono conferiti a ditta esterna specializzata come pure i fanghi di fine trattamento originatisi per sedimentazione e ispessimento dei concentrati trattati. A questi si devono aggiungere gli scarti di imballaggio provenienti dai reparti di assemblaggio e confezionamento (pallets, carta, cartone, polistirolo, plastica) ed i rifiuti urbani e assimilabili agli urbani prodotti principalmente dalle attività amministrativa.

I rifiuti pericolosi sono rappresentati dalle soluzione cromica esausta che rientra nella categoria: rifiuti contenenti cromo da non cianuri, codice C.E.R 11.01.03.
Nel gruppo degli imballaggi classificati con il codice generico C.E.R. 15.10.00 rientrano:

- la carta ed il cartone codice C.E.R. 15.01.01,
- imballaggi di plastica codice C.E.R. 15.01.02,
- imballaggi di legno-pallets codice C.E.R. 15.01.03,
- imballaggi in più materiali codice C.E.R. 15.01.06

I fanghi di processo classificati con il codice C.E.R. 19.08.04 (fanghi da trattamenti delle acque reflue industriali) sono il risultato del trattamento di altre sostanze di rifiuto quali:
soluzioni e fanghi di rigenerazione delle resine a scambio ionico codice C.E.R 19.08.07
rifiuti liquidi e fanghi dal trattamento e ricopertura metalli (processi galvanici, zincatura, decappaggio, sgrassaggio con alcali), codice C.E.R.11.01.00

Nella tabella 6.10 successiva sono riportate le tonnellate che l'azienda ha prodotto negli anni 1998-2000 e che sono state ricavate dalle dichiarazioni modello unico – MUD.

Tabella 6. 10Ammontare rifiuti, MUD anni 1998 - 2000

	Codice C.E.R.	Media t/a	%	Media Area t/a	%
Rifiuti pericolosi	11.01.03	600	73	1902	64
Imballaggi	15.10.00	108	13	297	11
Fanghi	19.08.04	115	14	150	6
TOTALE		823	100	2560	100

Come si può osservare la percentuale di rifiuti da imballaggio rappresenta l'13% del totale e corrisponde a 108 tonnellate medie/anno, mentre i fanghi derivanti dalla depurazione delle acque di trattamento il 14% (115 tonnellate medie/anno), la percentuale maggiore è costituita da rifiuti rientranti nella categoria dei pericolosi con 600 tonnellate medie/anno pari al 73% dei rifiuti complessivi. Tali valori non si discostano da quelli dell'area circostante dove la percentuale di rifiuti da imballaggio rappresenta l'11% del totale (297 tonnellate/anno), mentre i fanghi derivanti dalla depurazione delle acque di trattamento il 6% (154 tonnellate/anno), la percentuale maggiore è costituita da rifiuti rientranti nella categoria dei

pericolosi (residui da lavorazione di metalli, olii esausti) con 1.902 tonnellate/anno pari al 64% dei rifiuti complessivi. La categoria altri rifiuti, nella quale rientrano tutti i residui di lavorazione rimanenti (15% del totale con 211 tonnellate/ anno), è stata omessa dalla tabella.
Gli indicatori ambientali relativi alla generazione di rifiuti possono essere rappresentati dai volumi annui smaltiti (solidi, liquidi, pericolosi e non) rapportati al consumo di nichel ed espressi come t/100 kg di nichel.
Poiché l'azienda possiede un impianto di trattamento chimico fisico i rifiuti presenti al suo interno sono solo di tre tipologie: fanghi, rifiuti liquidi pericolosi, imballaggi. Poiché le prime due tipologie sono le più rilevanti dal punto di vista ambientale, solo di questi sono stati considerati gli indicatori ambientali sulla base delle tonnellate medie prodotte nell'arco degli ultimi tre anni.

Tabella 6. 11 Rifiuti - indicatori ambientali.

	Codice C.E.R.	Media t/100 kg	Range distretto
Rifiuti pericolosi/ 100 Kg Ni acquistati	11.01.03	4	0 - 5
Fanghi/ 100 Kg Ni acquistati	19.08.04	0,8	0,2 -2

Come si può osservare i valori rientrano nei limiti superiori e inferiori individuati per altre aziende che operano nello stesso distretto. Da rilevare che per il valore minimo dell'indicatore ambientale dei rifiuti solidi corrisponde un valore massimo per i rifiuti pericolosi, questo si spiegherebbe con la elevata potenzialità dell'impianto di depurazione che in questo caso opererebbe al di sotto delle sue capacità. L'azienda attualmente ha preso in considerazione di trattare parte di tali rifiuti pericolosi che sono fondamentalmente bagni esausti di cromo, con le acque reflue di processo in modo da sfruttare a pieno l'impianto chimico fisico e ridurre almeno in parte i costi di smaltimento del la soluzione cromica esausta (£ 500/litro di soluzione).

6.3.4 BILANCIO ENERGETICO

La Azienda rappresentativa del settore consuma annualmente 1.750.000 kWh di energia elettrica e 280.000 Nm^3 di metano. Se si considera pari a un 10% la quantità di energia spesa per il mantenimento funzionale delle apparecchiature degli uffici (computer,

fotocopiatrici, ventilazione), la parte restante può essere attribuita interamente al ciclo produttivo. In particolare il maggiore consumo è da attribuire alla fase di deposizione metallica di nichel e cromo sui pezzi, mentre l'energia necessaria al mantenimento a temperatura costante dei bagni dell'impianto galvanico che peraltro al massimo arrivano a 70°C (nella maggior parte dei casi sono prossimi a 30°C) può considerarsi solo secondaria (come pure i reparti di confezionamento).
Per unificare in una unica espressione le diverse fonti di energia è stato utilizzato il TEP 2

Il consumo annuale della Azienda. trasformato corrisponde a 484 TEP da energia elettrica e 232 TEP da metano, per un totale di 716 TEP, togliendo 72 TEP per la parte amministrativa, rimangono 644 TEP per la gestione dell'impianto (vedi tabella 3.9). Bisogna ricordare che la fase produttiva comprende non solo il funzionamento della galvanica, ma anche dell'impianto di depurazione, macchinari per il confezionamento del prodotto, illuminazione dei reparti, la movimentazione dei carichi.
L'azienda non adotta particolari forme di risparmio energetico se non quelle normalmente in uso come l'uso dei doppi vetri, la coibentazione delle vasche riscaldate e l'uso di sferette in polipropilene come copertura delle soluzione dei bagni di grassaggio, cromatura e nichelatura per ridurre il fenomeno dell'evaporazione e contenere la dispersione del calore.
Non è ancora stato possibile quantificare con precisione il consumo energetico di ogni singola fase, l'Azienda rappresentativa del swettore. intende stimare con un buon margine di precisione il consumo delle singole fasi del ciclo produttivo attraverso l'installazione in alcune vasche di processo di contatori per rilevare il valore degli ampere *ora, da utilizzarsi eventualmente come nuovo riferimento per il consumo energetico effettivo dell'impianto galvanico con l'obiettivo di introdurre nuove tecnologie per ridurre i costi gestione attuare una politica di risparmio energetico.

---

2 *Questi fattori di conversione sono stabiliti nella CIRCOLARE N.219/F del 02/03/1992, dal titolo "Art.19 della Legge 10/1991. Obbligo di nomina e comunicazione annuale del tecnico responsabile per la conservazione e l'uso razionale dell'energia", sotto la voce "Metodologia di valutazione dei consumi energetici".*

Tabella 6. 12 Consumi energetici per fonte energetica

		Energia elettrica	Metano	Totale
Media	Consumi	1.750.000 kWh	280.000 Nm^3	
	TEP	484	232	716
	Costo	£ 367.500.00	£ 191519772	£ 559.019.772

6.3.5 EMISSIONI

Le emissioni aeriformi sprigionatesi dalle vasche di trattamento sono aspirate da speciali cappe poste al di sopra di esse e sono scaricate in atmosfera dopo aver subito l'abbattimento ad umido degli inquinanti trascinati. Le soluzioni acquose risultanti dall'abbattimento ad umido vengono unite alle acque inviate all'impianto chimico-fisico. Le analisi di controllo operate mensilmente presso i camini riportano o l'assenza o valori estremamente bassi degli inquinanti ricercati che si mantengono sempre al di sotto dei limiti di legge (come previsto dalla Tab.1 allegato 2 della D.G.R. 22/05/96 n. 7-9073. Pertanto non sono stati determinati i relativi indicatori ambientali, anche se si evidenzia l'importanza di manutenere i sistemi di abbattimento e proceduralizzare la verifica dei requisiti tecnico-costruttivi-gestionali prescritti dalla normativa. Sono state analizzate le comunicazioni analitiche per gli anni 1998/99/2000 archiviate dal RGA. I condotti per lo scarico in atmosfera degli effluenti sono provvisti di idonee prese (dotate di opportuna chiusura) per la misura ed il campionamento degli effluenti

Tabella 6. 13 A limiti minimi stabiliti dal D.M. 12.07.90 (linee guida) nell'allegato 1 riferiti alle sostanze presenti nel DM che possono derivare dal processo galvanico.

SOSTANZA INQUINANTE	Concentrazione mg/m^3 (a 0°C e 0,101 MPa)
CLORO e suoi composti (come HCI)	30
ACIDO FLUORIDRICO (HF)	5
NO_x (come NO_2)	500
CIANURI (come HCN)	5
CROMO e suoi composti (come Cr)	5
NICHEL e suoi composti (come Ni)	1
CADMIO e suoi composti (come Cd)	0,2
AMMONIACA (come NH_3)	250
POLVERI TOTALI	50
OSSIDI DI ZOLFO (come SO_2)	500
SOLVENTI CLORURATI: Tricloroetilene (trielina, Diclorometano (cloruro di metilene), Tetracloroetilene (percloro)	20

Tabella 6. 14 B DGR limiti di emissione in generale tratte dall'autorizzazione

Gli effluenti provenienti da tutte le fasi, ad esclusione dei lavaggi con acqua, sono captati e trattati in idonei impianti di abbattimento, convogliati in atmosfera e rispettano i seguenti limiti di emissione:

	LIMITI DI EMISSIONE	
INQUINANTE	Concentrazione mg/m^3 a 0°C e 0,101 Mpa	Flusso di massa per unità di superficie di vasca kg/h m^2 superficie vasca
ALCALINITÀ' (come Na_2O)	5	0,015
FOSFATI (come PO_4^{3-})	5	0,015
CLORO e suoi composti (come HCl)	5	0,015
ACIDO SOLFORICO (H_2SO_4)	2	0,006
ACIDO FLUORIDRICO (HF)	2	0,006
NO_X (come NO_2)	100	0,300
CIANURI (come HCN)	0,5	0,0015
CROMO e suoi composti (come Cr)	0,5	0,0015
NICHEL e suoi composti (come Ni)	0,5	0,0015
CADMIO e suoi composti (come Cd)	0,1	0,0003
AMMONIACA (come NH_3)	15	0,045

I generatori di calore a servizio dell'impianto tecnologico relativo alle lavorazioni incluse nella autorizzazione sono alimentati esclusivamente a metano e rispettano i seguenti limiti di emissione (espressi come fattori di emissione):

Tipo di combustibile	INQUINANTE	Fattore di emissione g/MWh
Metano o GPL:	Polveri totali	5
	NO_X (come NO_2)	250
Gasolio:	Polveri totali	25
	NO_X (come NO_2)	250
	SO_X (come SO_2)	500

6.3.6 QUESTIONI LOCALI

La prossimità del centro abitato e la vicinanza con altre aziende hanno indotto l'azienda rappresentativa del settore a considerare determinati aspetti della sua attività industriale che in passato hanno portato a segnalazioni da parte di privati al Comune direttamente alla stessa azienda o a quelle limitrofe. Tra le problematiche prese in considerazione dall'azienda vi sono: 1) impatto acustico; 2) impatto visivo; 3) cattivi odori; 4) impatto sul traffico locale

L'area di pertinenza dello stabilimento è classificata dal PGR del Comune come "zona prevalentemente produttiva", per essa valgono i limiti delle "zone esclusivamente industriali", mentre per le aree circostanti, classificate come "zone destinate all'agricoltura", i limiti da rispettare sono quelli inerenti a tutto il territorio nazionale.

Dalle indagini fonometriche effettuate con scadenza triennale sia all'interno che all'esterno dell'azienda si è rilevato che i livelli di rumorosità prodotti dalle lavorazioni dello stabilimento sono compatibili con i limite di legge sia nel periodo diurno che notturno. All'interno del sito non sono presenti "posti operatore" che superino il valore di 90 dBA e molta attenzione è stata data alla formazione del personale, per sensibilizzarlo all'uso dei dispositivi di protezione individuali.

In tabella 6.15 vengono riportati i valori registrati lungo il perimetro aziendale.

Tabella 6. 15 Rumore - Limiti esterni rilevati.

Punto	Diurno rilevato		Limite max diurno Leq(A)	notturno rilevato		Limite max notturno Leq(B)
1	1997	2000		1997	2000	
2	65	63	70	49	47	70
3	63.5	60	70	52	48	70
4	64	62	70	54	52	70
5	62.5	61	70	60	55	70
6	60	58	70	55	53	70
7	58	56	70	51	49	70
8	56.5	54.5	70	48	48	70
9	54	52	70	49	48	70
10	51	49	70	47	48	70

2. Per quanto riguarda l'impatto visivo l'azienda intende proseguire con il sipario verde anche sul quarto lato dell'azienda anche se questo non risulta visibile dalla strada comunale ed

Intende rinfoltire il perimetro verde esistente con la piantumazione di nuove specie arboree e arbustive autoctone sempreverdi e caducifoglie.

3. L'azienda non risulta responsabile di cattivi odori in quanto il deposito temporaneo dei rifiuti avviene in contenitori chiusi e discosti dall'area di pubblico passaggio.

4. L'azienda è consapevole di incidere in determinati orari sul traffico cittadino del Comune attraverso il trasporto delle sue merci e del personale dell'azienda. Nel 1997 ha distribuito a tutti i dipendenti una scheda conoscitiva sui mezzi di trasporto impiegati per recarsi al luogo di lavoro. Da tale indagine è emerso che metà del personale, residente nel comune si reca presso l'azienda a piedi e solo raramente (periodo invernale, brutto tempo) utilizza mezzi privati, mentre i dipendenti residenti nei comuni limitrofi si spostano con mezzi propri con una media di un veicolo per due addetti, per una media giornaliera di 40 veicoli.
Per ridurre tale problema e anche dietro richiesta dei suoi dipendenti l'azienda intende organizzare un servizio di pulmini navetta per raccogliere il personale residente e nei comuni limitrofi. Inoltre ha in progetto uno scaglionamento del turno di lavoro con ingressi e uscite flessibili in modo da alleggerire il traffico cittadino delle ore di punta. In accordo con le aziende limitrofe intende partecipare alla realizzazione di una mensa di area.
Il flusso di mezzi pesanti adibiti al trasporto dei materiali o dei prodotti finiti in ingresso e uscita dall'azienda si compone principalmente di :

- camion terzisti (stamperie, pulitori del prodotto grezzo);
- camion fornitori (materie prime, prodotti depurazione);
- tir prodotti finiti proprietà dell'azienda
- camion raccolta rifiuti ;
- veicoli rappresentanti ;
- furgoni ditte esterne per manutenzioni varie.

L'azienda ha iniziato il monitoraggio di tale flusso, in alcune circostanze si sono riscontrati dei problemi logistici di movimentazione dei mezzi in ingresso e uscita dall'area carico e scarico merci, l'azienda prevede la realizzazione a breve tempo di un manuale di "comportamento" che distribuirà a tutte le sue ditte fornitrici. Attualmente il transito è di 5 automezzi al giorno ai quali si devono aggiungere i veicoli dei dipendenti per un totale di 85 mezzi (40 entrata inizio turno, 40 uscita fine turno).

Tabella 6. 16 Automezzi in transito

Anno	Ingresso		Uscita			Altro	Media
	Materie prime	Imballaggi	Pezzi	Prodotti	Rifiuti		
2000	250	150	450	150	40	10	**5/giorno**

6.3.7 ASPETTI AMBIENTALI INDIRETTI

RAPPORTI CON I FORNITORI

L'azienda affida le fasi di pulitura e burattatura a ditte esterne di piccolissime dimensioni, situate nei comuni contigui sulla base delle condizioni economiche più vantaggiose e dopo un sopralluogo effettuato al fine di verificare la qualità della prestazione. Non vengono tenute in conto le condizioni di lavoro e ambientali di tali lavorazioni (sicurezza, smaltimento polveri e fanghi di burattatura). Tali fasi sono quelle a più alto impatto ambientale e pertanto si ritiene importante che l'azienda si doti di procedure di pre-qualificazione per la valutazione del rispetto di minime condizioni di conformità rispetto alla legislazione ambientale e di sicurezza. Il sopralluogo dovrà essere esteso a questi aspetti con l'ausilio di una check-list "garanzia qualità-ambiente del fornitore".

MATERIALI E TRASPORTI

Attualmente ogni azienda dell'area opera in modo indipendente relativamente alla programmazione degli acquisti di materiali e alle consegne dei rifiuti da smaltire. Sarebbe auspicabile una forma di accordo tra le aziende dell'area per la razionalizzazione degli interventi dei trasportatori in entrata e in uscita dagli impianti.

PROGETTAZIONE

L'azienda controlla la fase di progettazione del rubinetto e delle sue componenti, gli aspetti di design e qualità del prodotto sono attentamente valutati in rapporto alle esigenze del mercato. Sarebbe utile orientare tale fase anche rispetto ai possibili impatti ambientali in fase di lavorazione dovuta al tipo e conformazione delle superfici da trattare e rispetto alle fasi di uso e post-consumo dei prodotti; a questo proposito si è in corso di analisi il problema dei rilasci di piombo dal prodotto finito. Criteri di eco-design dovrebbero essere presi in considerazione dal momento della impostazione dei prototipi e per la scelta del tipo di imballaggio il più possibile riutilizzabile e a basso impatto ambientale.

6.4 ANALISI CRITICA DEI RISCHI SULLE EMERGENZE RAGIONEVOLMENTE PREVEDIBILI.

Le principali fonti di rischio che interessano un'Azienda rappresentativa del settore possono essere ricondotte e tre tipologie principali: contatto tra prodotti chimici tra loro incompatibili, guasti alle attrezzature, errori umani o di gestione.
Ha operato un'analisi ragionata dei rischi ambientali che potrebbe provocare sull'area su cui sorge e su quella adiacente attraverso un'analisi critica dei rischi legata alla sua attività produttiva. Le componenti ambientali maggiormente interessate sono il comparto idrico e geologico. Gli sversamenti accidentali infatti possono provocare una contaminazione del sito industriale, della falda da cui la stessa azienda si approvvigiona con pozzo privato e delle acque di scarico inviate alla fognatura comunale. Le emissioni atmosferiche non rappresentano un rischio ambientale di primo livello.

Dai risultati dell'analisi dei rischi e dall'analisi delle prescrizioni autorizzative si evince che gli ambienti maggiormente interessati da possibili incidenti sono fondamentalmente il reparto galvanico, l'impianto chimico fisico di depurazione/deposito rifiuti ed il magazzino di materie prime. Per ognuno vengono riportate le possibili situazioni di rischio ed i provvedimenti attuativi possibili.

A. Impianto galvanico

Sversamenti accidentali dei reagenti (cromo, sgrassature) durante le fasi di svuotamento o riempimento delle vasche di processo;
Perdite da tubazioni di collegamento delle vasche;
Emissione di vapori tossici;
Fuoriuscita liquido dalle vasche.

Interventi preventivi

Movimentazione dei reagenti imballati (cromo) da due addetti per ridurre l'errore umano. Munire l'impianto di pavimenti e canalette di scolo che consentano l'asportazione di eventuali inquinanti di lavorazione e il convogliamento in vasche apposite. Redazione di una procedura su movimentazione e stoccaggio materiali.
Rendere riconoscibile tramite etichettatura e colore le diverse tubature per evitare errori di collegamento. Controllare periodicamente lo stato di conservazione delle stesse. Munire le condotte di dispositivi di intercettazione e isolamento.

Uso di sfere galleggianti o di tensioattivi nelle vasche ad elevata temperatura. Introduzione di dispositivi di aspirazione e di abbattimento vapori .
Disporre le vasche di lavorazione ad almeno 90 cm di altezza in modo da essere facilmente ispezionabili. Munire le vasche di un indicatore di livello con allarme di sicurezza sonoro o visivo

B. Deposito materie prime

1. Reazioni indesiderate tra materiali chimicamente incompatibili stoccati nello stesso luogo.

Interventi attuativi

1. Il deposito dei materiali per il funzionamento dell'impianto galvanico o di depurazione deve essere predisposto in un ambiente separato non accessibile a tutti gli addetti dell'azienda chiuso a chiave e le chiavi custodite dal responsabile dell'impianto di galvanica. Inoltre i materiali considerati incompatibili che potrebbero dare delle miscelazioni pericolose devono essere stoccati in ambienti separati. Devono essere sempre presenti dei bacini di contenimento. In caso di eventuali sversamenti l'ingresso del deposito deve essere munito di cordolo rialzato di contenimento con tombinatura per convogliare gli elusati in vasche di stoccaggio. Rendere disponibile un estintore.

C. Impianto di trattamento chimico fisico

1. Sversamenti per rottura dei serbatoi ed assenza di vasche di contenimento e traboccamento dai serbatoi di stoccaggio o di trattamento dei bagni esausti.
2. Miscelazioni di soluzioni incompatibili nella vasca.

Interventi attuativi

Anche per l'impianto di depurazione è necessario che le singole vasche di reazione e dei reagenti siano etichettate per evitare possibili errori di collegamento. Il locale non deve essere sotterraneo per evitare accumulo di emissioni gassose nocive, non deve essere accessibile a tutti gli addetti ma solo al responsabile dell'impianto galvanico o da chi gestisce l'impianto di depurazione. Tutte le vasche devono essere munite di un indicatore di livello e collocate in un bacino di contenimento con capacità sufficiente.

D. Deposito temporaneo rifiuti

1. Sversamento accidentale e contaminazione del terreno

Interventi attuativi

I fanghi e gli eluati di lavorazione devono essere stoccati in un luogo non limitrofo al stabile principale, preferibilmente in container chiusi e posti sopra una piazzola di cemento o materiale impermeabile e protetti dalle intemperie in modo da evitarne il dilavamento con conseguente contaminazione del terreno circostante. I contenitori di stoccaggio non devono essere interrati, ma muniti di indicatori di livello, etichettati, costruiti con materiali idonei, collocati in un bacino di contenimento.

6.4.1 SICUREZZA E IGIENE NEI LUOGHI DI LAVORO

In relazione alle norme vigenti (D.lgs. 626, 334/99 e successivi aggiornamenti) , l'Azienda rappresentativa del settoreha condotto un'analisi dei rischi per il personale che ha come scopo:

- ricercare e monitorare i potenziali rischi presenti all'interno dell'azienda (incendi, esplosioni, sversamenti di sostanze pericolose);
- studio accurato di tutte le manovre relative alle gestione delle sostanze pericolose (stoccaggio reagenti etc.).
- individuare e programmare obiettivi di miglioramento prevedendo l'utilizzo di ausili informativi documentali e visibili in azienda;
- creare procedure di sicurezza (comprendente anche la formazione e l'addestramento) per il corretto funzionamento delle attività che presentano dei rischi per i lavoratori;

Tutto ciò è stato fatto anche con lo studio statistico relativo alla incidenza e alla frequenza del fenomeno infortunistico (vedi tabella).

Tabella 6. 17 Statistica degli infortuni

Indice[1]	MEDIA
Incidenza	12
Frequenza	8

Indice di incidenza = (n° infortuni / n° addetti) x 100

Indice di frequenza = (n° infortuni / ore lavorate) x 1000

Tabella 6. 18 Analisi critica dei rischi sulle emergenze ragionevolmente prevedibili

Luogo	Evento	Conseguenze	Misure di prevenzione
Impianto galvanico	Sversamenti accidentali	Contaminazione del terreno	Munire l'impianto di pavimenti e canalette di scolo per l'asportazione degli inquinanti di lavorazione e il convogliamento in vasche apposite. Redazione di una procedura su movimentazione e stoccaggio materiali. Rendere riconoscibile tramite etichettatura e colore le diverse tubature per evitare errori di collegamento.
	Perdite da tubazioni di collegamento delle vasche che possono determinare fuoriuscita liquido dalle vasche.	Contaminazione del terreno	Controllo periodico dello stato di conservazione delle stesse. Munire le condotte di dispositivi di intercettazione e isolamento. Disporre le vasche di lavorazione ad almeno 90 cm di altezza in modo da essere facilmente ispezionabili. Munire le vasche di un indicatore di livello con allarme di sicurezza sonoro o visivo
	Miscelazione reagenti che possono provocare emissione di vapori tossici.	Intossicazione del personale	Uso di sfere galleggianti o di tensioattivi nelle vasche ad elevata temperatura. Introduzione di dispositivi di aspirazione e di abbattimento vapori .
Deposito Materie prime	Stoccaggio nello stesso luogo di materiali chimicamente incompatibili che si possono miscelare tra loro.	Emissioni di vapori tossici, incendi	Deposito dei materiali in ambienti separati non accessibili a tutti gli addetti dell'azienda Redazione di una procedura su movimentazione e stoccaggio materiali.
	Rottura dei contenitori che possono provocare sversamenti.	Contaminazione del terreno	Presenza di bacini di contenimento e l'ingresso del deposito deve essere munito di cordolo rialzato di contenimento.
Impianto Trattamento chimico fisico	Rottura dei serbatoi con conseguente miscelazione di soluzioni incompatibili.	Emissioni di vapori tossici.	Le singole vasche di reazione e dei reagenti devono essere etichettate. Il locale non deve essere sotterraneo.
	Traboccamento dai serbatoi di deposito o di trattamento.	Contaminazione del terreno	Tutte le vasche devono essere munite di un indicatore di livello e collocate in un bacino di contenimento con capacità sufficiente.
Deposito temporaneo rifiuti	Rottura dei serbatoi con conseguente fuoriuscita di rifiuti liquidi.	Contaminazione del terreno	Stoccaggio in container chiusi e posti sopra una piazzola di cemento o materiale impermeabile. I contenitori di stoccaggio non devono essere interrati, ma muniti di indicatori di livello, etichettati, costruiti con materiali idonei, collocati in un bacino di contenimento.

6.5 IDENTIFICAZIONE DEGLI ASPETTI AMBIENTALI SIGNIFICATIVI

Dai dati raccolti e dalla successiva analisi di questi è stato possibile realizzare una matrice che descrive la significatività (tabella 6.20) degli Aspetti Ambientali associata alle singole fasi di processo e alle attività che possono avere un impatto Ambientale.

Per la valutazione della significatività degli aspetti si è fatto riferimento alla metodologia utilizzata nel capitolo sullo stampaggio.

Tabella 6. 19 Aspetti ambientali significativi

Fase/Area	*Aspetto ambientale Significativo*
Sgrassatura	Scarichi idrici e rifiuti
Neutralizzazione/attivazione	Scarichi Idrici
Nichelatura	Consumo energia, risorsa idrica e materie prime. Scarichi idrici e produzione rifiuti.
Cromatura	Consumo energia, risorsa idrica e materie prime. Scarichi idrici e produzione rifiuti.
Lavaggi	Consumo risorsa idrica e scarichi idrici.
Depuratore	Scarichi idrici e produzione rifiuti.
Deposito temporaneo rifiuti	Suolo
Questioni legate ai Trasporti	Traffico

Tabella 6. 20 Matrice di valutazione degli Aspetti Ambientali

	Indici di significatività per i singoli Aspetti Ambientali (IS)								
Fase/Area	Energia	Acqua (cons.)	Materie prime	Emissioni	Scarichi	Suolo	Rifiuti	Rumore	Traffico
Uffici servizi	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Logistica	PS	T	S	T	T	T	PS	PS	T
Magazzino materie prime	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Magazzino prodotti finiti	T	T	T	T	T	T	T	T	T
Sgrassatura	PS	PS	PS	T	P	PS	S	T	T
Neutralizzazione/attivazione	T	T	PS	T	S	PS	PS	T	T
Nichelatura	P	S	P	T	PS	S	PS	T	T
Cromatura	P	P	P	T	S	S	S	T	T
Lavaggi	T	P	T	T	P	T	T	T	T
Asciugatura	PS	T	T	T	T	T	T	T	T
Depuratore	PS	S	S	T	P	T	P	T	T
Deposito Temporaneo rifiuti	T	T	T	T	T	PS	S	T	T
Questioni legate ai trasporti	T	T	T	PS	T	T	T	S	P

T = trascurabile PS = poco significativo S= significativo P = prioritario