
Riscos i mesures preventives en diverses activitats econòmiques (I)

PID_00267928

Jaume Abat Dinarès

Temps mínim de dedicació recomanat: 4 hores



Jaume Abat Dinarès

Tècnic superior en prevenció de riscos laborals i llicenciat en Ciències Empresarials, és, a més, enginyer tècnic industrial i professor consultor de la Universitat Oberta de Catalunya.

L'encàrrec i la creació d'aquest recurs d'aprenentatge UOC han estat coordinats pel professor: August Francesc Corrons Giménez (2019)

Primera edició: setembre 2019
© Jaume Abat Dinarès
Tots els drets reservats
© d'aquesta edició, FUOC, 2019
Av. Tibidabo, 39-43, 08035 Barcelona
Realització editorial: FUOC

Cap part d'aquesta publicació, incloent-hi el disseny general i la coberta, no pot ser copiada, reproduïda, emmagatzemada o transmesa de cap manera ni per cap mitjà, tant si és elèctric com químic, mecànic, òptic, de gravació, de fotocòpia o per altres mètodes, sense l'autorització prèvia per escrit dels titulars dels drets.

Índex

Introducció	5
Objectius	6
1. Indústria química: riscos i mesures preventives	7
1.1. Caracterització de la indústria química	7
1.2. Operacions i activitats principals de les unitats de procés	9
1.2.1. Disposició de la planta	9
1.2.2. Disposicions d'unitats de procés	10
1.2.3. Magatzems	12
1.2.4. Equips de procés	13
1.2.5. Càrrega i descàrrega	21
1.3. Elaboració d'un programa de gestió de seguretat de processos ...	24
1.4. Productes químics	24
2. Fabricació de pintures i revestiments: riscos i mesures preventives	27
2.1. Introducció	27
2.2. Processos de fabricació	27
2.2.1. Procés general	27
2.2.2. Pintures	28
2.2.3. Laques	28
2.2.4. Vernissos	29
2.2.5. Revestiments en pólvores	29
2.3. Riscos i mesures preventives	29
2.3.1. Riscos derivats de la manipulació manual de càrregues	29
2.3.2. Riscos derivats de la utilització de productes químics ...	30
3. Indústria farmacèutica	32
3.1. Introducció	32
3.2. Processos de producció	32
3.2.1. Producció bàsica de principis actius a granel	33
3.2.2. Fabricació farmacèutica de formes galèniques	34
3.3. Seguretat i salut dels treballadors	35
3.3.1. Seguretat i salut dels treballadors en el procés de fermentació	35
3.3.2. Seguretat i salut dels treballadors en el procés de síntesi química	36
3.3.3. Seguretat i salut dels treballadors en el procés d'extracció biològica i natural	37

3.3.4.	Seguretat i salut dels treballadors en el procés de fabricació farmacèutica de formes galèniques	37
4.	Indústria del plàstic: riscos i mesures preventives.....	39
4.1.	Introducció	39
4.2.	Processament de plàstics	39
4.2.1.	Matèries primeres	39
4.2.2.	Additius	40
4.2.3.	Processos de conversió	40
4.3.	Riscos i la seva prevenció	43
4.3.1.	Risc d'atrapament (lesions)	44
4.3.2.	Risc d'incendi i explosió	46
4.3.3.	Riscos per a la salut	46
5.	Indústria de les arts gràfiques: riscos i mesures preventives..	48
5.1.	Caracterització del sector	48
5.2.	Tècniques d'impressió	48
5.2.1.	Tipografia o impressió amb formes en relleu	49
5.2.2.	Buit gravat	49
5.2.3.	Impressió planogràfica o litogràfica	49
5.2.4.	Serigrafia i permeografia	50
5.3.	Fases del procés d'impressió	50
5.3.1.	Preimpressió o preparació abans de l'entrada en premsa	50
5.3.2.	Confecció de planxes	51
5.3.3.	Preparació de tintes	52
5.3.4.	Impressió	53
5.3.5.	Acabat	54
5.4.	Riscos i mesures preventives	54

Introducció

Seguint l'esquema iniciat en l'assignatura *Especialitat en seguretat en el treball 1*, s'analitzen en aquest mòdul cinc sectors més de l'activitat econòmica, des del punt de vista de la seguretat i salut en el treball.

Els quatre primers s'engloben en el sector químic i el cinquè, en les denominades indústries manufactureres.

Dins del sector químic, s'analitza en primer lloc la indústria química pròpiament dita, que s'ocupa de modificar l'estructura química dels materials naturals amb la finalitat d'obtenir productes útils per a altres indústries o per a la vida quotidiana.

En segon lloc, s'analitza la fabricació de pintures i revestiments, que engloba no només la fabricació de pintures, sinó també la fabricació de vernissos, laques, colorants, tintes per a impressió i altres productes.

A continuació, s'analitza la indústria farmacèutica, atès que, com té per objectiu produir substàncies amb activitat farmacològica, molts agents utilitzats, tant en la recerca com en la fabricació farmacèutica, són perillosos per als treballadors.

L'estudi del sector químic conclou amb l'anàlisi de la indústria del plàstic, que comprèn, bàsicament, dos sectors: el primer inclou els proveïdors de matèries primeres que fabriquen polímers i compostos d'emmotllament a partir de productes intermedis, i el segon està integrat pels manipuladors que converteixen les matèries primeres en articles vendibles utilitzant diversos processos, com emmotllament per extrusió i injecció.

El mòdul conclou amb l'estudi de la indústria de les arts gràfiques, que inclou el conjunt de les diferents maneres de transmetre la lletra i els gràfics al paper. Aquest sector s'estructura en quatre subsectors (preimpressió, impressió, enquadernació i manipulació de paper i cartró).

Objectius

Els estudiants, en acabar l'estudi del mòdul, han d'haver aconseguit els objectius següents:

- 1.** Conèixer les característiques bàsiques i generals de les diferents activitats econòmiques estudiades.
- 2.** Conèixer els riscos laborals específics de les activitats econòmiques estudiades.
- 3.** Conèixer les mesures preventives que l'empresari ha d'adoptar, en relació amb els riscos laborals existents, en les activitats econòmiques estudiades.

1. Indústria química: riscos i mesures preventives

1.1. Caracterització de la indústria química

La indústria química s'ocupa de modificar l'estructura química dels materials naturals amb la finalitat d'obtenir productes útils per a altres indústries o per a la vida quotidiana. Els productes químics s'obtenen a partir del processament, en una sèrie d'etapes, de matèries primeres diverses (minerals, metalls i hidrocarburs, fonamentalment), que solen requerir tractaments ulteriors per aconseguir el producte final.

Així doncs, la indústria química no es limita exclusivament als denominats «productes químics», sinó que abasta altres productes, com són, entre altres:

- les fibres artificials
- les resines
- els sabons
- les pintures
- les pel·lícules fotogràfiques

Hi ha dos tipus principals de productes químics: orgànics i inorgànics.

- Els **orgànics** tenen una estructura bàsica d'àtoms de carboni, a la qual s'afegeixen hidrogen i altres elements. Actualment, les fonts del 90 % de la producció mundial de productes químics orgànics són el petroli i el gas, que han substituït, amb diferència, el carbó i les substàncies vegetals i animals.
- Els productes químics **inorgànics** procedeixen principalment de fonts minerals.

Els productes de la indústria química es poden classificar en tres grups, que corresponen a les principals etapes de fabricació:

- **Productes químics bàsics** (orgànics i inorgànics), produïts normalment a gran escala i convertits en altres productes químics.
- **Productes intermedis**, obtinguts a partir dels productes químics bàsics, en la seva majoria requereixen un tractament posterior en la indústria química, encara que alguns, com els dissolvents, s'utilitzen sense processar.
- **Productes químics acabats**, que requereixen tractaments químics ulteriors. Alguns (fàrmacs, cosmètics, sabons) es consumeixen tal qual; altres, com les fibres, els plàstics, els colorants i els pigments, han de sotmetre's encara a altres tractaments.

Els principals sectors de la indústria química són els següents:

- 1) Productes inorgànics bàsics: àcids, àlcalis i sals, utilitzats sobretot en altres sectors industrials, i gasos industrials, com l'oxigen, el nitrogen i l'acetilè.
- 2) Productes orgànics bàsics: matèries primeres per a plàstics, resines, cautxús sintètics i fibres sintètiques; dissolvents i matèries primeres de detergents; colorants i pigments.
- 3) Fertilitzants i plaguicides (inclosos herbicides, fungicides i insecticides).
- 4) Plàstics, resines, cautxús sintètics, fibres sintètiques i cel·lulòsiques.
- 5) Productes farmacèutics (fàrmacs i medicaments).
- 6) Pintures, vernissos i laques.
- 7) Sabons, detergents, productes netejadors, perfums, cosmètics i altres productes de perfumeria.
- 8) Productes químics diversos, com líquids per brillantar, explosius, adhesius, tintes, pel·lícules fotogràfiques i productes per a revelatge.

A Espanya, la **Classificació Nacional d'Activitats Econòmiques (CNAE-2009)** engloba la indústria química en els epígrafs següents:

20. Indústria química

201. Fabricació de productes químics bàsics, compostos nitrogenats, fertilitzants, plàstics i cautxú sintètic en formes primàries

202. Fabricació de pesticides i altres productes agroquímics

203. Fabricació de pintures, vernissos i revestiments similars; tintes d'impremta i massilles

204. Fabricació de sabons, detergents i altres articles de neteja i brillantament; fabricació de perfums i cosmètics

205. Fabricació d'altres productes químics

206. Fabricació de fibres artificials i sintètiques

21. Fabricació de productes farmacèutics

211. Fabricació de productes farmacèutics de base

212. Fabricació d'especialitats farmacèutiques

1.2. Operacions i activitats principals de les unitats de procés

Existeixen dues categories bàsiques quant a la disposició de les instal·lacions de tractament químic:

- Disposició de la planta (que comprèn totes les unitats de procés, serveis, zones d'emmagatzematge, zones de càrrega i descàrrega, edificis, àrees comercials i magatzems).
- Disposició de la unitat o procés (que comprèn només la localització de l'equip per a un procés específic, denominat també àrea de procés).

1.2.1. Disposició de la planta

La localització o situació d'una planta completa depèn de diversos factors generals, que varien considerablement en funció dels llocs, els Governos i les polítiques econòmiques. Entre aquests diferents factors, les consideracions en matèria de seguretat ocupen un lloc destacat, i en alguns llocs constitueixen el factor principal que regeix la situació de la planta.

Un aspecte important de la seguretat de la instal·lació quant a la seva localització és comptar amb una separació o zona d'amortiment entre la planta on es realitzin processos perillosos i altres plantes, habitatges, col·legis, hospitals, carreteres, cursos d'aigua i pistes d'aterratge propers.

La importància de la zona d'amortiment rau en el fet que la distància tendeix a reduir o mitigar les exposicions potencials degudes a diferents accidents. La distància necessària per reduir les concentracions tòxiques a nivells acceptables a través de la interacció atmosfèrica i la dispersió de materials tòxics d'una emissió accidental és quelcom que pot definir-se.

Així mateix, el lapse de temps entre una emissió tòxica i l'exposició del públic (mentre travessa la zona d'amortiment) s'utilitza per advertir la població mitjançant programes de resposta d'emergència planejats prèviament. Com que les plantes tenen diferents tipus d'instal·lacions amb materials tòxics, s'han de realitzar anàlisis de dispersió sobre els sistemes perillosos per assegurar que la zona d'amortiment és adequada en totes les àrees que envolten el perímetre de la planta.

El foc és un risc potencial en les plantes i instal·lacions de procés. Els grans incendis causen de vegades radiació tèrmica, que pot mitigar-se també amb la distància. Els dispositius de recollida de gasos i vapors situats en llocs elevats són també una font de radiació tèrmica durant una operació d'emergència o d'engegada/parada. El que fan és cremar automàticament gasos de fuita o emissions de vapor en posicions elevades o en llocs especials sobre el sòl; han d'estar emplaçats fora del perímetre de la planta (per protegir les comunitats properes) i ha de prohibir-se als treballadors l'accés a una determinada zona al voltant de la seva base. Si no es manipula correctament, el sobrant del líquid

que entra en aquests dispositius pot originar gotes de líquid en combustió. A més del foc, és possible que es produeixin explosions en l'equip o un núvol de vapor que, en inflamar-se, causi ones explosives. La distància que ocupi la zona d'amortiment reduirà els efectes de l'explosió; així i tot, aquesta afectarà la comunitat veïna.

Així mateix, han de considerar-se possibles emissions o incendis accidentals en les instal·lacions existents properes al lloc en qüestió. S'han de preveure i avaluar els eventuais incidents per determinar el possible efecte sobre la disposició proposada per a la planta i les respostes d'emergència a un succés extern, coordinant aquestes respostes amb les d'altres plantes i comunitats afectades.

En traçar la disposició general d'una planta, és important considerar els vents dominants. Les fonts d'ignició han d'estar situades en contra del vent pel que fa a les possibles fuites. En aquesta categoria s'inclouen els escalfadors, els bullidors, les incineradores i els dispositius de recollida de vapor. Una altra recomanació és la col·locació dels tancs d'emmagatzematge a favor del vent pel que fa a les unitats i serveis de processament. La legislació ambiental ha reduït significativament les fuites dels tancs.

Així mateix, són necessàries carreteres per a emergències i accés de vehicles o equips de manteniment; requereixen un acurat emplaçament entre les unitats de procés i a través de les diferents seccions de la planta. Han de deixar-se espais lliures per a canonades i altres equips elevats, a més dels requerits en els laterals de cruïlles i entrades a totes les instal·lacions.

1.2.2. Disposicions d'unitats de procés

La disposició d'un procés requereix tenir en compte alguns aspectes, a més de les distàncies específiques de separació entre equips, entre les quals podem assenyalar les següents:

- Definició de l'àrea per a expansió i accessibilitat a la unitat.
- Accessibilitat a l'equip de reparació per a manteniments freqüents.
- Requisits espacials per a reparacions d'equips (àrea necessària per empenyer el feix de l'intercanviador de calor o accessibilitat per a la vàlvula de control).
- Barreres per a equips d'alta pressió o reactors amb potencial explosiu.
- Requisits espacials i mecànics per a càrrega i descàrrega de reactors o torres farcides de sòlids.
- Espai per airejament d'explosions de pólvores.
- Separació entre els equips oberts o inspeccionats amb freqüència i les canonades, els recipients, etc., a altes temperatures.
- Edificis o estructures especials i espai lliure necessari (cabina del compressor amb pont grua intern o grua externa).

Un dels aspectes importants que s'ha de considerar en la disposició de les unitats de procés són les sales o edificis de control.

En el passat, el disseny de cada unitat de processament incloïa una sala des d'on es portava el control operatiu del procés. Amb l'aparició de la instrumentació electrònica i el procés controlat informàticament, les sales individuals de control han estat substituïdes per una sala central, que controla diverses unitats de procés en moltes operacions. La sala de control centralitzat és econòmicament rendible a causa de l'optimització del procés i els augments en l'eficàcia del personal. Encara existeixen unitats individuals de procés, i en algunes plantes especialitzades els antics edificis de control substituïts per sales de control centralitzat encara poden utilitzar-se per al seguiment de processos locals i controls d'emergència. Encara que les funcions i l'emplaçament de la sala de control estan condicionats generalment per qüestions econòmiques, el disseny de la sala o edifici de control és molt important per mantenir el control d'emergència i per a la protecció del treballador.

Heus aquí algunes consideracions per als edificis de control central i local:

- Pressurització de l'edifici de control per prevenir l'entrada de vapors tòxics i perillosos.
- Disseny de l'edifici de control de manera que sigui resistent a explosions i esclats.
- Establiment d'un lloc amb un risc mínim (basat en la distància de separació i la probabilitat de fuites de gasos).
- Purificació de tot l'aire d'entrada i instal·lació d'un bloc d'entrada que minimitzi l'entrada de vapors perillosos o tòxics.
- Segellament de totes les sortides de desguassos procedents de l'edifici de control.
- Instal·lació d'un sistema d'extinció d'incendis.

Un aspecte important en les disposicions del procés i de les plantes és la quantitat de materials tòxics i perillosos en existència, inclòs l'equip. Les conseqüències d'una fuga són més greus en augmentar el volum del material. Per tant, han de reduir-se les existències al mínim possible. Les millores del procés que redueixen el nombre i la grandària de les peces de l'equip redueixen les existències, disminueixen el risc i la inversió, i milloren també l'eficàcia.

Són mesures per limitar les existències de materials tòxics i perillosos les següents:

- Reducció de les existències en tancs d'emmagatzematge mitjançant millores dels controls del procés i control puntual de les operacions i existències.
- Eliminació o minimització d'existències en tancs en planta mitjançant integració dels processos.
- Utilització d'anàlisi i desenvolupament de les variables de les reaccions per reduir el volum del reactor.

- Substitució dels reactors discontinus per reactors continus, la qual cosa redueix també les retencions aigües avall.
- Disminució de les retencions de la columna de destil·lació mitjançant reduccions del volum de residus i retenció de safates utilitzant safates o empaquetaments més avançats.
- Substitució de calderins per termosifons.
- Minimització dels volums dels dipòsits elevats i dels dipòsits de compensació.
- Millora de la disposició i la grandària de les canonades per minimitzar les retencions.
- Als llocs on es produeixin materials tòxics, minimitzar-ne la retenció.

1.2.3. Magatzems

Els magatzems d'una planta de tractament de productes químics poden allotjar substàncies sòlides i líquides, productes intermedis, subproductes i productes del procés. Els productes emmagatzemats en moltes instal·lacions són intermedis o precursors d'altres processos. És possible també que s'emmagatzemin diluents, dissolvents o altres materials del procés.

Tots aquests materials s'emmagatzemen per regla general en tancs sobre el terra. En algunes instal·lacions s'utilitzen encara els tancs subterranis, però el seu ús està molt limitat a causa dels problemes d'accés que plantegen i a la seva capacitat limitada. A més, les possibles fuites d'aquests tancs subterranis presenten problemes ambientals quan les fuites contaminen l'aigua subterrània. La contaminació del sòl pot provocar exposicions atmosfèriques per evaporacions de materials d'elevada pressió de vapor. Les fuites o evaporacions de materials comporten un problema d'exposició durant els treballs de descontaminació del sòl. En molts països, les fuites dels tancs subterranis han provocat l'elaboració d'estrictes normes ambientals, com els requisits per als tancs de doble paret i el control del subsòl.

En la disposició dels tancs, cal tenir en compte els aspectes següents:

- La separació segons les distàncies d'un contenidor a un altre pot basar-se en referències, i és possible calcular la distància de radiació tèrmica en cas d'incendi en un tanc adjacent.
- S'han de separar els tancs de les unitats de procés.
- La localització del tanc, si pot ser, a sotavent d'altres àrees, minimitza els problemes d'ignició en cas que el tanc emeti una quantitat important de vapor.
- Els tancs d'emmagatzematge han de tenir cubetes de seguretat, exigides per llei en alguns països.
- Es poden agrupar els tancs per a la utilització de cubetes de seguretat i equips contra incendis comuns.

- Les cubetes de seguretat han de tenir capacitat d'aïllament en una emergència.

Així mateix, cal tenir en compte les consideracions següents:

- Un problema que va agreujant-se amb el transcurs dels anys són les fuites dels tancs degudes a la corrosió de la part inferior. Els tancs solen tenir capes d'aigua en el fons, que poden contribuir a la corrosió, i existeix la possibilitat que es produeixi corrosió electrolítica a causa del contacte amb el terra.
- La descàrrega manual periòdica d'aigua des del fons del tanc comporta risc d'exposició a substàncies perilloses. L'observació visual per determinar l'interfície mitjançant un drenatge obert manual pot exposar el treballador. Per minimitzar-ho, s'instal·la una descàrrega tancada amb un sensor d'interfície i una vàlvula de control.
- Amb freqüència, els tancs s'omplen en excés, la qual cosa comporta riscos per a la seguretat, exposant els treballadors. Una manera de prevenir-ho és la utilització d'instruments de doble nivell que controlin les vàlvules de bloqueig d'entrada o les bombes d'alimentació.
- Els tancs es retiren del servei periòdicament per a la seva inspecció i neteja, tasques que s'han de controlar acuradament per prevenir l'exposició del treballador i reduir al mínim els riscos. Després del drenatge, els tancs es renten amb un doll d'aigua per eliminar les restes de líquid del procés.
- En el cas de tancs amb sostres fixos o amb sostres flotants convertits, el purgatge a l'atmosfera no resulta acceptable en moltes situacions. En eliminar d'aquests tancs el respirador de pressió i buit, els vapors flueixen a través d'un conducte tancat a un dispositiu de control en el qual els contaminants es destrueixen o es recuperen.
- La inflamabilitat és un dels majors motius de preocupació de l'emmagatzematge en tancs; es requereixen sistemes de lluita contra incendis per al control i la protecció de les zones de propagació d'incendis.

1.2.4. Equips de procés

En el tractament de productes químics, s'utilitza una gran varietat d'equips a causa dels nombrosos processos, els requisits especials per a cadascun i les variacions dels productes. Així doncs, és impossible revisar tots els equips químics utilitzats avui dia, i només ens ocuparem dels equips més aplicats, segons la seqüència del procés.

a) Reactors

En la indústria química, existeixen molts tipus de reactors.

Figura 1. Reactors químics



Font: <https://all.biz/ar-es/proyecto-y-diseño-de-reactores-químicos-g115420>

La selecció del reactor depèn d'algunes variables; entre altres, si la reacció és discontinua o contínua. Amb freqüència, les reaccions discontinues es converteixen en contínues quan es té més experiència amb les reaccions i milloren algunes circumstàncies, com disposar de millors catalitzadors. El procés de reacció contínua és generalment més eficaç i dona lloc a un producte més consistent, la qual cosa afavoreix el compliment dels objectius quant a la qualitat del producte. No obstant això, encara existeixen un gran nombre d'operacions discontinues.

En tots els reactors, els augments de pressió constitueixen un motiu de preocupació important, ja que no ha de superar-se la pressió del recipient. Aquests augments es poden deure a un control deficient del procés, a una fallada en el funcionament o a una reacció incontrolada. En conseqüència, es necessiten sistemes limitadors de pressió per mantenir la integritat del recipient, de manera que impedeixin la sobrepressió del reactor. Les descàrregues de les vàlvules limitadores han d'estar acuradament dissenyades per mantenir una protecció adequada en totes les condicions, inclòs el seu manteniment. És possible que això requereixi moltes vàlvules. Si una vàlvula limitadora està dissenyada per descarregar en l'atmosfera, el punt de descàrrega ha de situar-se per sobre de totes les estructures properes i ha de realitzar-se una anàlisi de dispersió per assegurar una protecció adequada dels treballadors i les comunitats veïnes.

Si s'instal·la un disc de ruptura amb una vàlvula de seguretat, la descàrrega ha de ser tancada, i s'ha de dissenyar la descàrrega final de la manera anteriorment descrita. La ruptura d'un disc no significa rectificació, per la qual cosa un disc sense vàlvula de seguretat alliberarà probablement la major part del contingut d'un reactor i al final del procés d'alliberament podrà entrar aire en

el reactor. Això requereix una anàlisi acurada per assegurar que no existeixi perill d'inflamació i que no es produeixen reaccions indesitjables. A més, la descàrrega d'un disc allibera de vegades líquid; el sistema de ventilació ha de dissenyar-se per contenir tots els líquids amb el vapor descarregat, com s'ha descrit abans. Les emissions d'emergència a l'atmosfera han d'estar aprovades per les autoritats legislatives abans de la seva instal·lació.

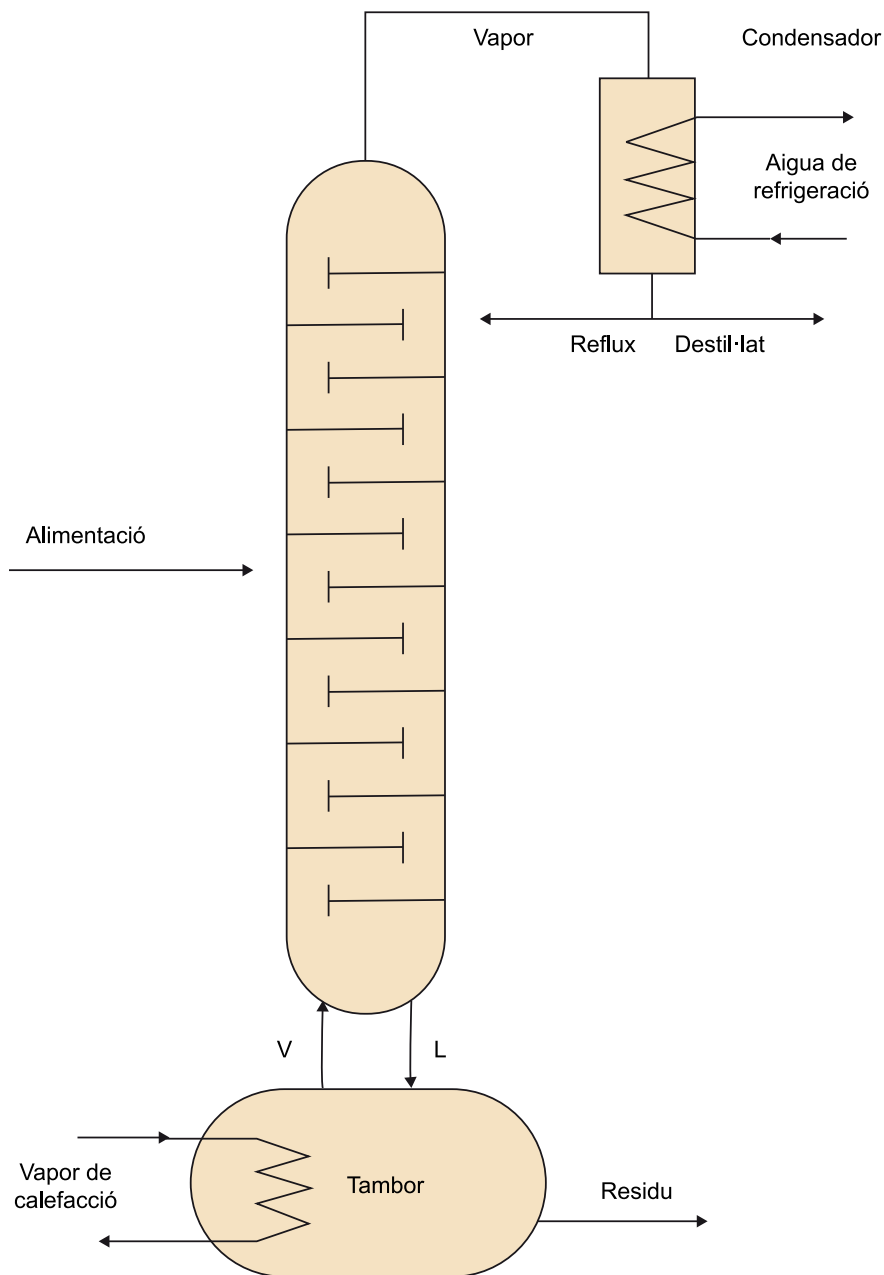
Els agitadors de mescla instal·lats en els reactors se segellen, ja que les fuites poden ser perilloses; si es produeixen, el segellament s'ha de reparar, la qual cosa requereix la parada del reactor. És possible que sigui necessària una manipulació o prendre precaucions especials per al contingut del reactor; la parada d'emergència ha d'incloure la finalització de la reacció i la disposició del contingut del reactor. La inflamabilitat i el control de l'exposició han de revisar-se acuradament en cada etapa, inclosa la disposició final de la mescla del reactor. Atès que una parada resulta costosa i suposa pèrdues de producció, s'han introduït mescladors magnètics i sistemes de segellament més moderns per reduir el manteniment i les parades del reactor.

L'entrada a tots els reactors exigeix el compliment dels mètodes segurs d'entrada a espais confinats.

b) Torres de fraccionament o destil·lació

La destil·lació és un procés en el qual les substàncies químiques se separen mitjançant mètodes que aprofiten les diferències dels seus punts d'ebullició. Les torres més comunes en les plantes químiques i refineries són les de destil·lació.

Figura 2. Esquema d'una columna de rectificació de pisos



Font: <http://www4.ujaen.es/fespino/Proyecto/unitat2/unitat2.htm>

En les seves diferents modalitats, la destil·lació és una etapa de processament present en la major part dels processos químics. És possible trobar el fraccionament o la destil·lació en les etapes de purificació, separació, rentada, azeotròpiques i d'extracció. Aquestes aplicacions inclouen ara la destil·lació dels reactius, en la qual es produeix una reacció en una secció independent de la torre de destil·lació.

La destil·lació es realitza amb una sèrie de safates en una torre, o en una torre amb un material de farciment. Els farciments tenen configuracions especials que permeten el pas de líquid i de gasos ràpidament, però proporcionen una àrea suficient per al contacte líquid-gas i un fraccionament eficaç.

Totes les torres i tambors han d'estar protegits de les sobrepressions que poden causar les fallades en el funcionament, els incendis o els defectes en els serveis. Una vàlvula limitadora de pressió actua descarregant a l'atmosfera o a un sistema tancat. Sol estar instal·lada a la part superior de la torre per eliminar la gran càrrega de vapor, encara que en algunes instal·lacions estan en altres punts de la torre. En ocasions, es troben en el tambor elevat de recuperació del destil·lat, sempre que les vàlvules no estiguin situades entre la vàlvula limitadora de pressió i la part superior de la torre. Si les vàlvules de bloqueig estan instal·lades en els tubs del procés que arriben al condensador, la vàlvula limitadora de pressió ha d'instal·lar-se sobre la torre.

En la major part de les situacions, el dispositiu de control preferit per a l'eliminació del vapor és una torxa. Normalment, hi ha diverses vàlvules limitadores de pressió connectades a una sola torxa. No obstant això, tant aquest dispositiu com tot el sistema han d'estar dissenyats acuradament per cobrir les possibles contingències.

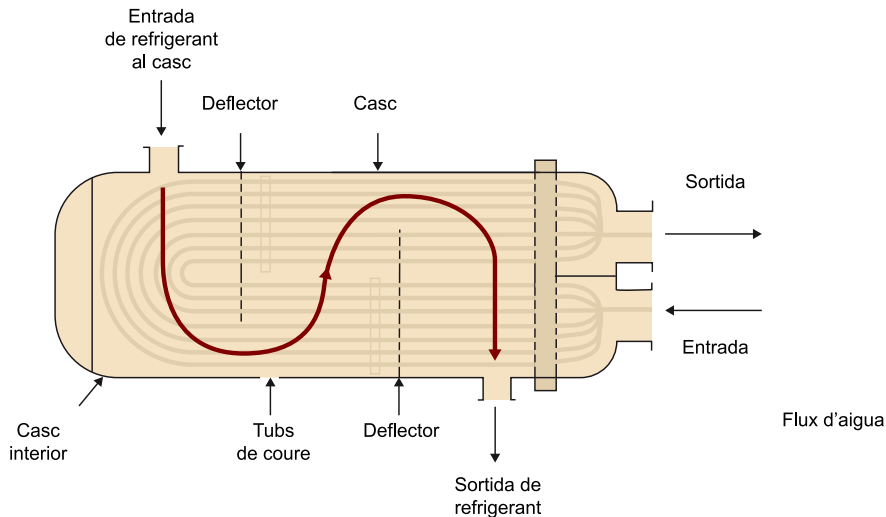
En el cas de l'eliminació directa a l'atmosfera, ha de realitzar-se una anàlisi de dispersió detallada dels vapors de descàrrega de la vàlvula per assegurar que els treballadors no estan exposats i que les concentracions en la comunitat circumdant estan dins dels límits permesos. En controlar la dispersió, els tubs de descàrrega de la vàlvula de seguretat a l'atmosfera es poden elevar per prevenir concentracions excessives en les estructures properes. És possible que sigui necessària una xemeneia alta semblant a una torxa per controlar la dispersió.

Un altre motiu de preocupació és l'entrada a una torre per a manteniment o per realitzar canvis mecànics durant una parada. En tractar-se d'un espai confinat, els treballadors estan exposats als riscos que això porta associats.

c) Intercanviadors de calor

Són dispositius mecànics per a la transferència de calor a o des d'un flux del procés. Se seleccionen d'acord amb les condicions del procés i el disseny de l'intercanviador. L'elecció del més convenient per a un procés és complicada i requereix una recerca detallada. En moltes situacions, alguns tipus no són adequats a causa de la pressió, la temperatura, la concentració de sòlids, la viscositat, la quantitat de flux i altres factors. Es disposa de diversos tipus, de tubs de cap flotant i intercanviadors de xapes. Sol preferir-se el cap flotant quan hi ha possibilitat que les temperatures provoquin una expansió excessiva del tub que d'una altra forma no podria mantenir la integritat en un intercanviador de xapes de tub fix. En l'intercanviador de cap flotant simplificat, el cap flotant està inserit completament en l'intercanviador i no té cap connexió amb la coberta. En altres models de cap flotant, pot haver-hi empaquetament entorn de la xapa de la canonada flotant.

Figura 3. Intercanviador de calor casc-tub



Font: <http://www.climayoreo.com/blog/tipos-de-intercambiador-de-calor-para-enfriadora-de-l%C3%ADquido-trenco-tub-i-plaques>

L'empaquetament de les xapes de canonades flotants està en contacte amb l'atmosfera i pot ser una font de fuites i exposició. En conseqüència, és necessària una instal·lació mecànica acurada per prevenir les fuites i els possibles riscos. L'abundància de precintes exigeix un control acurat per minimitzar les possibilitats d'exposició.

Les fuites es produeixen en els tubs de qualsevol dels intercanviadors que hi ha al mercat, a excepció dels de placa i uns altres d'especials. No obstant això, aquests últims presenten altres problemes: quan la fuga dels tubs va cap a un sistema de refrigeració per aigua, l'aigua refrigerant descarrega el contaminant en una torre refrigerant, que pot ser una font d'exposició per als treballadors i la comunitat propera i, per tant, ha de controlar-se.

La dispersió dels vapors de la torre refrigerant s'estén de vegades a causa dels ventiladors de les torres refrigerants de tir per aspiració (induïda o forçada). A més, les torres de convecció natural descarreguen els vapors a l'atmosfera, que després els dispersa. Ara bé, la dispersió varia considerablement segons les condicions meteorològiques i l'elevació de la descàrrega. Els materials tòxics menys volàtils romanen en l'aigua refrigerant i en el flux de buidatge de la torre refrigerant, que ha de tenir la suficient capacitat de tractament com per destruir els contaminants. La torre refrigerant i el recipient de la torre han de netejar-se periòdicament. Els contaminants se sumen als possibles riscos del recipient i del farciment de la torre. Per a la major part d'aquest treball, és necessari portar equip de protecció personal.

d) Bombes

Una de les funcions més importants del procés és el moviment de líquids; per això, existeixen en la indústria química tot tipus de bombes. Les bombes hermètiques i magnètiques són bombes centrífugues sense precintes. Existeixen accionadors de bombes magnètiques per a la seva instal·lació en altres tipus de bombes per prevenir fuites.

Les bombes que s'utilitzen amb major freqüència, en la indústria química, són les següents:

- centrífugues
- alternatives (pistó)
- hermètiques
- magnètiques
- de turbina
- d'engranatges
- de membrana
- de flux axial
- d'hèlix
- de cavitat mòbil
- de lòbuls
- de paletes

Figura 4. Bomba per a la indústria química



Des del punt de vista de la salut i la seguretat, el segellament i la reparació de les bombes centrífugues són els principals motius de preocupació. Els precintes mecànics, que constitueixen els principals sistemes de segellament, poden presentar fuites i, en ocasions, inflar-se.

En cas de fluids altament tòxics, s'instal·len amb freqüència bombes sense fuites o sense precintes, hermètiques o magnètiques.

Un motiu d'inquietud important pel que fa a les bombes és el drenatge i ruixat de la bomba per al seu manteniment o reparació. El drenatge o purgament i la retirada inclouen el fluid del procés i de l'amortidor. Aquests procediments requereixen la descàrrega de tots els fluids en un sistema de drenatge de connexió tancada. En el maneguet premsaestopes de la bomba en el qual el maneguet aïllador separa el propulsor dels premsaestopes, el maneguet actua com un sobreexidor, ja que recull part del líquid.

Les sortides d'alleujament del maneguet o del drenatge dels premsaestopes permeten l'eliminació completa del líquid del procés mitjançant drenatge i ruixat. En el cas de fluids amortidors, hauria d'existir un mètode per drenar tot el fluid de l'àrea de segellament dual. El manteniment requereix l'eliminació del precinte i, si el volum no es drena i es ruixa completament, els precintes poden suposar una font d'exposició durant la reparació.

i) Pólvores

La manipulació de pólvores en l'equip de processament de sòlids constitueix un motiu de preocupació a causa de la possibilitat d'incendi o explosions. L'explosió d'un equip pot fer-lo traspasar una paret o tancament com a resultat de la pressió generada, i enviar una ona de pressió i foc a l'àrea de treball. Els treballadors poden córrer perill, i l'equip adjacent rebre impactes forts amb efectes dràstics. En ocasions, les pólvores suspeses en l'aire o en un gas amb oxigen i en un espai confinat exploten.

Les possibles fonts d'explosió en els equips són:

- equip de transport:
 - conduccions pneumàtiques
 - transportadors mecànics

- emmagatzematge:
 - contenidors
 - tremuges
 - vàlvules rotatives

- equip de procés:
 - col·lectors de pólvores en filtres
 - assecadors de llit fluid

- assecadors de banda
- tamisatge
- trituradores
- molins de bales
- barreja de pólvores
- ciclons

Una explosió produeix calor i l'expansió ràpida del gas (augment de pressió), i generalment produeix deflagració, que és un front de flama que es desplaça ràpidament, però a una velocitat menor que la del so per a aquestes condicions. Quan la velocitat del front de la flama és major que la velocitat del so o és una velocitat supersònica, la condició es denomina detonació, que és més destructiva que la deflagració. L'explosió i l'expansió del front de la flama ocorren en mil·lisegons i no donen temps suficient per donar les respostes del procés. En conseqüència, han de definir-se les característiques dels possibles incendis i explosions per determinar els riscos que existeixen en les diferents etapes del tractament.

Bàsicament, són dos els mètodes per controlar les explosions o fronts, de manera que no es propaguin d'un lloc a un altre o per contenir les explosions en un aparell: supressors químics i vàlvules d'aïllament.

1.2.5. Càrrega i descàrrega

Els productes finals, els intermedis i els subproductes es carreguen en camions cisterna i vagons (en alguns casos, en funció de la situació de les instal·lacions i els requisits del moll, s'utilitzen camions tanc i remolcs). És important la situació de les instal·lacions de càrrega i descàrrega. Encara que els materials carregats i descarregats són habitualment líquids i gasos, també es carreguen i descarreguen sòlids en llocs preferents en funció del tipus de sòlids desplaçats, el risc potencial d'explosió i el grau de dificultat de la transferència.

a) Escotilles obertes

Durant la càrrega de vagons cisterna o vagons a través d'escotilles superiors obertes, un aspecte molt important és minimitzar les esquitxades en omplir el contenidor. Si la canonada d'ompliment es troba molt més amunt del fons del recipient, es produeixen moltes esquitxades i vapor o mescles de líquid i vapor. Les esquitxades i la generació de vapor poden reduir-se situant la sortida de la canonada d'ompliment molt per sota del nivell de líquid. La canonada d'ompliment normalment s'estén a través del recipient a una distància mínima del fons. Com que l'ompliment de líquid també desplaça vapor, els vapors tòxics poden comportar un risc per a la salut i suscitar preocupació quant a la seguretat, per la qual cosa han de recollir-se.

En el sistema d'escotilla oberta del camió cisterna, el braç s'eleva per permetre el drenatge en el camió cisterna i part del líquid del braç pot pressuritzar-se amb nitrogen en retirar el braç, però durant aquesta operació les canonades d'ompliment han de romandre dins de l'obertura de l'escotilla. Quan el braç d'ompliment deixa l'escotilla, ha de col·locar-se una galleda sobre la sortida per recollir el degoteig del braç.

b) Vagons

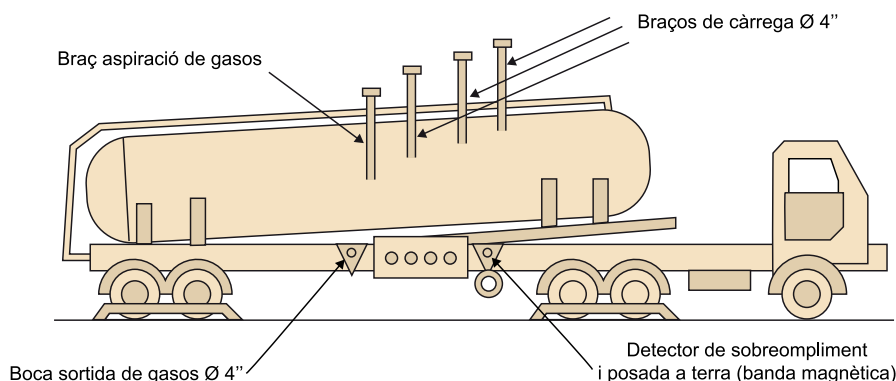
Molts vagons tenen escotilles tancades amb canyes d'ompliment molt properes al fons del recipient i una sortida independent de recollida de vapor. El líquid es carrega a través d'un braç que s'estén cap a l'escotilla tancada, i el vapor es recull de forma similar al mètode del braç de l'escotilla oberta. En els sistemes de càrrega de vagons, després del tancament de la vàlvula a l'entrada del braç, s'injecta nitrogen a la part del recipient dels braços per impulsar el líquid romanent en el braç dins del vagó abans que es tanqui la seva vàlvula d'ompliment.

c) Camions cisterna

Molts camions cisterna s'omplen a través del fons per minimitzar la generació de vapor. Els conductes d'ompliment poden ser mànegues especials o braços maniobrables. En el seu extrem i en les connexions del fons del camió cisterna es col·loquen acoblaments secs. Quan està ple i el conducte es bloqueja automàticament, el braç o la mànega es desconnecta de l'acoblament, que automàticament es tanca.

En la càrrega de fons, el vapor es recull mitjançant una vàlvula de vapor superior i es condueix a través d'una línia externa que acaba prop del fons del recipient. Això permet que els treballadors accedeixin a les connexions del vapor. El vapor recollit, a una pressió lleugerament superior a l'atmosfèrica, ha de ser recollit i enviat a un dispositiu de recuperació. Aquests dispositius es trien en funció del cost inicial, l'eficàcia, el manteniment i la capacitat operativa. En general, és preferible el sistema de recuperació a una torxa, que destrueix els vapors recuperats.

Figura 5. Semiremorc cisterna suportat per bastidor amb disposició de boques per a càrrega i descàrrega inferior lateral



Font: https://www.insst.es/inshtweb/contenidos/documentacion/fichastecnicas/ntp/ficheros/301a400/ntp_357.pdf

d) Control de càrrega i descàrrega

En els camions cisterna hi ha sensors de nivell instal·lats permanentment en el cos del camió, que indiquen quan s'ha arribat al nivell d'ompliment i envien un senyal a una vàlvula de bloqueig de control remot, que deté el flux al camió. Pot haver-hi més d'un sensor en el camió cisterna per assegurar que no s'ha omplert en excés, ja que podria donar lloc a greus problemes d'exposició per a la salut i la seguretat.

Si els productes químics tenen una pressió de vapor molt alta i el vagó o el camió cisterna tenen una pressió relativament alta, el producte químic es descarrega per sota de la seva pròpia pressió de vapor. Si la pressió de vapor cau fins a un nivell que dificulti el procediment de descàrrega, s'injecta gas nitrogen per mantenir una pressió satisfactòria. Així mateix, es pot comprimir i injectar el vapor d'un tanc del mateix producte químic per augmentar la temperatura.

En el cas de productes químics tòxics amb una pressió de vapor relativament baixa, el líquid es descarrega sota pressió de nitrogen, la qual cosa elimina el bombament i simplifica el sistema. Els camions cisterna i els vagons per a aquest servei estan dissenyats per resistir les pressions i variacions suportades. No obstant això, després de descarregar un contenidor, es mantenen pressions més baixes fins que el camió cisterna o el vagó es torna a omplir; la pressió es crea de nou durant la càrrega. Es pot afegir nitrogen si no s'ha aconseguit una suficient pressió durant la càrrega. Dos dels problemes de les operacions de càrrega i descàrrega són les línies de drenatge i de purga, i l'equip en les instal·lacions de càrrega i descàrrega. Es necessiten drenatges tancats i en particular drenatges de punt baix amb purgues de nitrogen per eliminar totes les traces de productes químics tòxics. Aquests materials poden recollir-se en un tambor i traslladar-se a una instal·lació receptora o de recuperació.

1.3. Elaboració d'un programa de gestió de seguretat de processos

Sempre que existeixin processos en els quals s'utilitzin la temperatura i la pressió per modificar l'estructura molecular o crear nous productes a partir de productes químics, existeix la possibilitat d'incendi, explosió o emissió de líquids, vapors, gasos o altres productes químics intermedis tòxics i inflamables. El control d'aquests successos no desitjats requereix el que es denomina gestió de seguretat de processos.

La gestió de la seguretat dels processos forma part del programa general de seguretat de les instal·lacions de processos de productes químics. Un programa eficaç de gestió de seguretat de processos requereix el lideratge, el suport i la participació activa dels directius, els gestors de les instal·lacions, els supervisors, els treballadors, els contractistes i els empleats d'aquests últims.

Tots els programes de gestió de seguretat de processos de la instal·lació abasten els mateixos requisits bàsics, encara que el nombre d'elements del programa varia en funció dels criteris utilitzats. Amb independència que s'utilitzi com a guia un document governamental, d'una empresa o d'una associació, qualsevol programa de gestió de seguretat de processos químics ha d'incloure els requisits bàsics següents:

- informació sobre seguretat dels processos
- participació dels treballadors
- anàlisis dels riscos del procés
- gestió dels canvis
- procediments de treball
- pràctiques de treball segures i autoritzacions
- informació i formació dels treballadors
- personal del contractista
- revisions de seguretat abans de la posada en marxa
- garantia de qualitat del disseny
- manteniment i integritat mecànica
- resposta davant d'emergències
- auditories de seguretat periòdiques
- recerca dels incidents durant el procés
- normes i reglaments
- secrets comercials

1.4. Productes químics

La presència, la manipulació i el transport de productes químics perillosos en els llocs de treball són habituals en pràcticament tots els sectors productius, però és en la indústria química on la seva presència, manipulació i transport és més significativa.

Per això, per completar l'estudi dels riscos existents en la indústria química i de les mesures de prevenció i protecció que cal adoptar enfront d'aquests riscos, és necessari analitzar la identificació i gestió dels riscos derivats de la utilització dels productes químics.

Aquesta informació està continguda en el mòdul «Productes químics», de la part troncal del màster, dedicada a la seguretat en el treball, que fa referència a les matèries següents:

- Concepte i caracterització del producte químic
 - Definició
 - Aspectes bàsics dels Reglaments comunitaris 1907/2006 i 1272/2008
 - Classificació dels productes químics: tipus de perillositat, paraules d'avertiment, pictogrames, indicacions de perill i consells de prudència
 - Identificació dels productes químics: etiquetatge i fitxes de dades de seguretat
 - Protecció de la salut i seguretat dels treballadors: Reial decret 374/2001, de 6 d'abril

- Emmagatzematge de productes químics: normativa de referència i les instruccions tècniques complementàries del Reglament
 - Reial decret 656/2017, de 23 de juny, pel qual s'aprova el reglament d'emmagatzematge de productes químics i les seves instruccions tècniques complementàries
 - ITC-MIE-APQ-0. Definicions generals
 - ITC-MIE-APQ-1. Emmagatzematge de líquids inflamables i combustibles en recipients fixos
 - ITC-MIE-APQ-2. Emmagatzematge d'òxid d'etilè en recipients fixos
 - ITC-MIE-APQ-3. Emmagatzematge de clor
 - ITC-MIE-APQ-4. Emmagatzematge d'amoníac anhidric
 - ITC-MIE-APQ-5. Emmagatzematge de gasos en recipients a pressió mòbils
 - ITC-MIE-APQ-6. Emmagatzematge de líquids corrosius en recipients fixos
 - ITC-MIE-APQ-7. Emmagatzematge de líquids tòxics en recipients fixos
 - ITC-MIE-APQ-8. Emmagatzematge de fertilitzants a partir de nitrat amònic amb alt contingut en nitrogen
 - ITC-MIE-APQ-9. Emmagatzematge de peròxids orgànics i de matèries autoreactives
 - ITC-MIE-APQ-10. Emmagatzematge en recipients mòbils

- Transport de mercaderies perilloses
 - Transport de mercaderies perilloses per carretera
 - Aspectes fonamentals de la normativa vigent: classes de mercaderies perilloses, identificació de perills i matèries, i documentació
 - Normes d'actuació en cas d'avaría o accident

- Conseller de seguretat

- Residus perillosos
 - Definició
 - Normativa bàsica sobre residus
 - Gestió de residus industrials

- Accidents greus en els quals intervinguin substàncies perilloses

2. Fabricació de pintures i revestiments: riscos i mesures preventives

2.1. Introducció

Sota els termes de *pintures* i *revestiments* s'agrupen pintures, vernissos, laques, colorants, tintes per a impressió i altres productes.

- Les pintures tradicionals consisteixen en una dispersió de partícules de pigments en un vehicle format per un agent reticulant o un assecant (un oli o una resina, comunament) i un diluent (en general, un dissolvent volàtil). Així mateix, pot contenir una gran varietat de càrregues i altres additius. Les pintures tradicionals constaven de menys d'un 70 % de sòlids i la resta eren en la seva major part dissolvents. Arran de les normes sobre contaminació atmosfèrica que limiten la quantitat de dissolvents que poden ser emesos a l'atmosfera, s'han elaborat múltiples tipus de pintures amb poc o cap dissolvent orgànic. Entre aquestes es troben: pintures de làtex a base d'aigua; pintures catalitzades mixtes; pintures amb alt contingut en sòlids, incloses les pintures formades principalment per pigments i plastificants; i revestiments de pintura en pólvores.
- Un vernís és una solució d'oli i resina natural en un dissolvent orgànic. També s'utilitzen resines sintètiques.
- Les laques són revestiments en els quals la pel·lícula s'aseca o s'endureix completament per evaporació del dissolvent.

2.2. Processos de fabricació

2.2.1. Procés general

La fabricació de pintures i revestiments consisteix en una sèrie d'operacions unitàries en les quals s'utilitzen processos discontinus. Les reaccions químiques són poques o cap; les operacions són en la seva majoria mecàniques.

La fabricació, en general, implica les fases següents:

- **Formulació:** consisteix en la selecció de matèries primeres i el càlcul dels percentatges adequats de la mescla per obtenir un producte amb les propietats definides.
- **Recepció de matèries primeres:** les matèries primeres es reben en camions cisterna, vagons cisterna i barrils. La forma normal de descàrrega consisteix en el bombament a través d'un sistema central, als tancs

d'emmagatzematge. S'utilitzen cintes transportadores, elevadors i plataformes de corròns.

- **Dosatge:** és la pesada individual de cadascuna de les matèries primeres indicades en l'ordre de producció, mitjançant balances i instruments volumètrics.
- **Dispersió:** és l'etapa de separació dels aglomerats de pigment, fins a obtenir una distribució homogènia i estable en un medi líquid a través d'agitació contínua.
- **Molta:** té per objecte completar la dispersió i busca reduir encara més la grandària dels grumolls quan és necessari. S'utilitzen molins de boles, molins de sorra, molins de corròns, molins amassadors o molins cinètics.
- **Dilució:** és l'etapa on s'addiciona un vehicle de dilució format per dissolucions de resines, olis i dissolvents. L'operació consisteix fonamentalment en barrejar i homogeneïtzar el pigment dispersat amb els altres materials de la pintura.
- **Tinturació:** consisteix en tinturar la pintura amb pastes de color, fins a obtenir el to desitjat.
- **Envasament del producte en recipients predeterminats.**

2.2.2. Pintures

Les matèries primeres utilitzades per fabricar pintures es troben en forma de líquids, sòlids, pólvores, pastes i suspensions. Es pesen i es barregen. Les partícules aglomerades de pigment han de disgregar-se a la grandària original i humectar-se amb aglutinant per assegurar la dispersió en la matriu líquida.

Després del tractament inicial, s'afegeix resina a la pasta i es repeteix el procés de molta durant un període més curt. El material dispers es transfereix a un tanc de decantació en el qual es poden afegir altres materials, com colorants. En el cas de pintures a base d'aigua l'aglutinant s'afegeix en aquesta etapa.

A continuació, es dilueix la pasta amb resina o dissolvent, es filtra i es transfereix a l'àrea d'ompliment d'envasos, que es realitza de forma manual o mecànica.

Després del procés de dispersió, pot ser necessari netejar els tancs i els molins abans d'introduir un nou lot. En aquesta etapa, s'utilitzen eines manuals i elèctriques, així com netejadors alcalins i dissolvents.

2.2.3. Laques

La fabricació de laques es realitza habitualment en equips tancats, com tancs i mescladors, amb la finalitat de minimitzar l'evaporació del dissolvent. D'altra banda, la producció de laca té lloc de la mateixa forma que la producció de pintura.

2.2.4. Vernissos

En la fabricació de vernissos d'oleoresines s'escalfen l'oli i la resina per fer-los més compatibles, desenvolupar molècules o polímers d'alt pes molecular i augmentar la solubilitat en el dissolvent.

S'utilitzen grans reactors tancats. Aquests reactors són similars als utilitzats en la indústria de processos químics. Estan proveïts d'agitadors, espiells, canones per omplir i buidar els reactors, condensadors, dispositius de mesura de la temperatura, fonts de calor, etc.

2.2.5. Revestiments en pólvores

Els revestiments en pólvores són productes sense dissolvents basats en la fusió de resines i altres partícules d'additius sobre les superfícies d'objectes calents.

Poden ser termostables o termoplàstics i inclouen resines de tipus epoxi, poliètilè, polièster, clorur de polivinil i acríliques.

El mètode més habitual de fabricació consisteix en la mescla en sec dels ingredients pulverulents i la barreja per fusió i extrusió.

Es pesen la resina seca o l'aglutinant, el pigment, el material de càrrega i els additius i es transfereixen a un mesclador. Després de la barreja, el material es col·loca en un extrusor i s'escalfa fins que es fon. El material fos s'extrusiona sobre una corretja transportadora refrigerant i després es transfereix a un granulator. El granulat es passa a través d'un molí fi i es tamisa per obtenir la grandària de partícula desitjat. Finalment, el revestiment en pólvores s'envasa.

2.3. Riscos i mesures preventives

En general, els principals riscos associats amb la fabricació de pintura i revestiments, d'una banda, deriven de la manipulació de materials, que poden ser substàncies tòxiques, inflamables o explosives; i, per una altra, tenen a veure amb agents físics, com descàrregues elèctriques, soroll, calor i fred.

2.3.1. Riscos derivats de la manipulació manual de càrregues

La manipulació manual de caixes, barrils, recipients, etc., que contenen les matèries primeres i els productes acabats, és la principal font de lesions a causa de l'elevació incorrecta, lliscaments, caigudes, degoteig de recipients, etc.

Les mesures preventives inclouen controls tècnics i ergonòmics, com ara mitjans auxiliars per a manipulació de materials (corrns, gats i plataformes) i equips mecànics (transportadors, muntacàrregues i elevadors-transportadors

de forqueta), terres antilliscants, equip de protecció personal, com ara sabates de seguretat, i la formació adequada en l'elevació manual i altres tècniques de manipulació de materials.

2.3.2. Riscos derivats de la utilització de productes químics

Els principals riscos derivats de la utilització de productes químics són:

- **La inhalació de pólvores tòxiques**, que pot presentar-se durant la pesada, l'ompliment del mesclador i les tremuges del molí, les operacions amb equips oberts, l'ompliment de recipients de pintures en pólvores i la neteja de l'equip i dels abocaments dels recipients. Les mesures preventives que s'han d'adoptar són la substitució de pólvores per pasta o suspensions; la ventilació per extracció localitzada per a l'obertura de bosses i sacs i per a l'equip de procés, el tancament de l'equip, els procediments de neteja d'abocaments i l'ús d'equips de protecció individual.
- **La inhalació de dissolvents volàtils**. En la fabricació de pintures i revestiments s'utilitzen diversos dissolvents volàtils, com ara hidrocarburs alifàtics i aromàtics, alcohols, cetones, etc. Els dissolvents més volàtils es troben normalment en laques i vernissos. L'exposició als vapors de dissolvent es pot produir durant la dilució en la fabricació de pintures a base de dissolvents; mentre es carreguen els recipients de reacció, en la fabricació de vernissos; durant l'ompliment dels envasos amb qualsevol revestiment a base de dissolvents; i durant la neteja manual de l'equip de procés amb dissolvents. Les mesures preventives més eficaces són el tancament dels recipients i la utilització d'equips de protecció individual de les vies respiratòries. Cal no oblidar el risc en la neteja dels reactors, que implica l'aplicació de procediments adequats a espais confinats.
- **El contacte de la pell amb productes irritants**. Algunes proteccions són el tancament dels equips i la utilització de guants i altres robes i equips de protecció personal, la formació respecte de materials perillosos i les bones pràctiques de treball.
- El risc d'incendi i explosió a causa de l'ús dels dissolvents volàtils o pólvores combustibles i olis. Les fonts d'ignició poden ser equips defectuosos, friccions, flames obertes, electricitat estàtica o vessaments d'oli al terra. Les principals mesures preventives són la connexió a terra dels equips en transferir els dissolvents inflamables i els molins, una ventilació adequada, l'eliminació de les fonts d'ignició, l'ús d'eines antiguspira i les bones pràctiques en operacions de manteniment.
- **L'atrapament en els equips de treball**. La protecció inadequada de les màquines és una causa freqüent de lesions ocasionades per atrapament. Les mesures preventives que s'han d'adoptar són les generals aplicables a tots els equips de treball.
- **Els riscos de soroll** es poden associar a l'ús de molins de boles i martells, dispersadors d'alta velocitat, tamisos vibradors utilitzats per al filtratge, etc. Les mesures de precaució són aïllants de vibració i altres controls tècnics, la substitució de l'equip sorollós, un bon manteniment de l'equip,

l'aïllament de la font de soroll, equips de protecció individual i un programa de conservació d'audició quan el soroll sigui excessiu.

- Els **riscos elèctrics** són també un problema si no existeix un programa d'enclavament i desconnexió per al manteniment i la reparació dels equips.
- Les **cremades** degudes als recipients d'escalfament dels vernissos i a les esquitxades dels materials a causa de les coles foses utilitzades per al segellament de recipients i etiquetes.

Finalment, cal recordar que les matèries primeres que es tracten en la fabricació de pintures i revestiments, en general, són productes químics, als quals els és aplicable, en matèria de prevenció de riscos laborals, la normativa assenyalada a l'apartat anterior.

3. Indústria farmacèutica

3.1. Introducció

Les indústries farmacèutica, bioquímica i de productes químics orgànics sintètics comparteixen nombrosos processos de fabricació. No obstant això, la indústria farmacèutica destaca per la major diversitat, la menor escala i l'especificitat de les seves aplicacions. Com que té com a objectiu produir substàncies amb activitat farmacològica, molts agents utilitzats en R+D i en la fabricació farmacèutica són perillosos per als treballadors.

S'utilitzen productes químics industrials en la recerca i el desenvolupament de principis actius i en la fabricació de substàncies base i de productes farmacèutics acabats. Es tracta de matèries primeres que serveixen de reactius, catalitzadors i dissolvents. La seva utilització està determinada pels processos i les operacions específiques de fabricació. Molts d'ells poden ser perillosos per als treballadors. Per aquest motiu, les organitzacions governamentals, tècniques i professionals han establert límits d'exposició professional.

Els principis farmacològicament actius poden ser productes naturals o fàrmacs sintètics. Els primers deriven de fonts vegetals o animals, mentre que els segons són produïts mitjançant tècniques microbiològiques i químiques. Els antibiòtics, les hormones esteroïdals i peptídiques, les vitamines, els enzims, les prostaglandines i les feromones són productes naturals importants. La recerca científica se centra cada vegada més en els fàrmacs sintètics a causa dels últims avenços en biologia molecular, bioquímica, farmacologia i informàtica.

Durant la fabricació farmacèutica, es combinen principis actius i materials inerts (excipients) per produir diferents formes galèniques: comprimits, càpsules, líquids, xarops, pólvores, cremes i pomades.

Els excipients farmacèutics (aglutinants, substàncies de càrrega, aromatitzants, diluents, conservants, antioxidants, etc.) es barregen amb els principis actius per donar a les formes galèniques les propietats físiques i farmacològiques desitjades.

3.2. Processos de producció

Dins de les operacions de fabricació farmacèutica, es pot distingir entre:

- la producció bàsica de principis actius a granel i
- la fabricació farmacèutica de formes galèniques.

3.2.1. Producció bàsica de principis actius a granel

Existeixen tres tipus de processos:

- fermentació
- síntesi de productes químics orgànics
- extracció biològica i natural

Aquestes operacions poden ser discontinües, contínues o una combinació d'ambdues. Els antibiòtics, els esteroides i les vitamines es produeixen per fermentació, mentre que molts principis actius nous es produeixen per síntesi orgànica.

a) Fermentació

La fermentació és un procés bioquímic en el qual s'utilitzen microorganismes seleccionats i tècniques microbiològiques per obtenir un producte químic.

b) Síntesi química

Els processos de síntesi química utilitzen productes químics orgànics i inorgànics en operacions discontinües per produir principis actius dotats de determinades propietats físiques i farmacològiques. En general, es realitzen una sèrie de reaccions químiques, aïllant-se els productes per extracció, cristallització i filtració. Els productes acabats s'assequen, es trituren i es barregen.

Aquesta indústria es caracteritza per l'ocupació de processos en diverses etapes, en les quals el producte d'una etapa és el material de partida de la següent fins que se sintetitza el principi actiu acabat.

Els reactors són l'equip principal de les operacions de síntesi química; es tracta de recipients a pressió amb revestiment inoxidable, de vidre o d'aliatge de metalls. Disposen de coberta externa i de serpentins interns farcits d'aigua freda, vapor o oli. La coberta s'escalfa o es refreda segons necessitats de la reacció.

Els intercanviadors de calor estan connectats als reactors i s'utilitzen per escalfar o refredar la reacció i condensar els vapors de dissolvents quan s'escalfen per sobre del seu punt d'ebullició, creant un reflux o reciclatge dels vapors condensats.

Els productes químics es recuperen o s'aïllen mitjançant separació, purificació i filtració. Aquests productes estan continguts en les aigües mare com a sòlids dissolts o suspesos en una mescla de dissolvents. Les aigües mare poden transferir-se entre recipients o equips del procés a través de canonades o muntacàrregues temporals o permanents, mitjançant bombes, gasos inerts a pressió, buit o gravetat. La transferència de materials pot crear problemes a causa de les velocitats de reacció, les temperatures o les pressions crítiques, les caracte-

rístiques de l'equip de processament i la possibilitat de fuites i abocaments. Es requereixen precaucions especials per minimitzar l'electricitat estàtica quan els processos utilitzen o generen gasos i líquids inflamables. La càrrega dels líquids inflamables mitjançant tubs d'immersió, la unió a terra i elèctrica dels materials conductors i el manteniment d'atmosferes inertes dins de l'equip del procés redueixen el risc d'incendi o explosió.

c) Extracció biològica i natural

Es processen grans volums de materials naturals, com ara substàncies vegetals i animals, per extreure substàncies farmacològicament actives. En cada etapa, es redueixen els volums mitjançant una sèrie de processos discontinus, fins a obtenir el fàrmac final. Els processos se solen realitzar en campanyes d'algunes setmanes de durada, fins a aconseguir la quantitat desitjada de producte acabat.

S'utilitzen dissolvents per eliminar greixos i olis insolubles, extraient així el principi actiu acabat.

3.2.2. Fabricació farmacèutica de formes galèniques

Els principis actius es transformen en formes galèniques abans de la seva dispensació o administració a humans o animals. Per a això, es barregen amb excipients farmacèutics, com aglutinants, substàncies de càrrega, aromatitzants, diluents, conservants i antioxidants. Aquests ingredients s'assequen, es trituren, es barregen, es comprimeixen o es granulen per obtenir les propietats desitjades abans de la seva fabricació com una formulació final. Els comprimits i les càpsules són formes orals molt comunes; una altra forma habitual són els líquids estèrils per a injecció o aplicació oftàlmica.

Les mescles farmacèutiques es poden comprimir mitjançant granulació humida, compressió directa o copejament per obtenir les propietats físiques desitjades abans de la seva formulació com un fàrmac acabat. En la granulació humida, els principis actius i els excipients s'humitegen amb solucions aquoses o dissolvents; així s'obtenen grànuls grossers amb major grandària de partícula. S'assequen els grànuls, es barregen amb lubricants (per exemple, estearat de magnesi), disgregants o aglutinants i després es comprimeixen en comprimits.

Durant la compressió directa, una matriu de metall sosté una quantitat mesurada de la mescla mentre un punxó comprimeix el comprimit. Els fàrmacs que no són prou estables per a la granulació humida o que no poden ser comprimits directament són copejats. El copejament o granulació seca mescla i comprimeix comprimits relativament grans que són triturats i tamisats a una grandària de partícula determinada i després es tornen a comprimir en el comprimit final.

Els materials barrejats i granulats es poden produir també en forma de càpsules. Les càpsules de gelatina dura s'assequen, es poleixen, s'omplen i s'uneixen en màquines omplidores de càpsules.

Les formes líquides s'utilitzen a manera de solucions estèrils per a injecció en l'organisme o administració ocular; es fabriquen també líquids, suspensions i xarops per a ingestió oral, així com tintures per aplicar sobre la pell. Per a la fabricació de líquids estèrils i la prevenció de contaminació microbiològica i de partícules, es requereixen condicions mediambientals molt controlades, la utilització d'equips de processament confinats i l'ús de matèries primeres purificades. S'han de netejar i mantenir els serveis de la instal·lació (per exemple, ventilació, vapor i aigua), l'equip de processament i les superfícies del lloc de treball de manera que es previngui i es minimitzi la contaminació. S'utilitza aigua a pressió i temperatura elevada per destruir i filtrar bacteris i uns altres contaminants del subministrament d'aigua estèril quan es preparen solucions per a injecció.

Els líquids parenterals s'injecten en l'organisme mitjançant administració intradèrmica, intramuscular i intravenosa. S'esterilitzen per calor seca o humida a pressions elevades amb filtres bacterians. No és necessari esterilitzar les solucions per a l'administració oral i tòpica, però les solucions oftàlmiques i els líquids orals sí que es preparen barrejant els principis actius amb un dissolvent o conservant per inhibir el creixement de bacteris i fongs.

Les suspensions líquides i les emulsions es preparen mitjançant molins coloidals i homogeneïtzadors, respectivament, i les cremes i pomades, barrejant principis actius amb vaselina, greixos consistents o emol·lients per envasar-les després en tubs de plàstic o metall.

3.3. Seguretat i salut dels treballadors

A continuació, s'enuncien els diferents riscos que afecten la seguretat i salut dels treballadors. Les mesures de prevenció i protecció que han d'adoptar-se davant d'aquests riscos són les generals i ja enunciades en altres apartats del màster, als quals caldrà acudir per recordar-les.

3.3.1. Seguretat i salut dels treballadors en el procés de fermentació

Les peces mòbils de les màquines i l'equip presenten riscos per a la seguretat del treballador; altres factors de risc són el vapor a alta pressió, l'aigua i les superfícies calentes, així com els ambients calorosos en el lloc de treball; els productes químics corrosius i irritants; la manipulació manual de materials i equips, i els nivells alts de soroll.

Poden produir-se exposicions a vapors de dissolvents en recuperar o aïllar els productes, i als dissolvents com a conseqüència de la falta de confinament dels equips de filtració i les emissions de fuga de bombes, vàlvules i estacions col·lectores durant els processos d'extracció i purificació.

Atès que l'aïllament i el creixement de microorganismes són essencials per a la fermentació, els riscos biològics es redueixen utilitzant microbis no patògens, mantenint els equips tancats i tractant el caldo utilitzat abans del seu abocament.

Durant les extraccions de dissolvents, hi ha riscos d'incendi i explosió; no obstant això, la inflamabilitat dels dissolvents es redueix per dilució amb aigua en etapes de filtració i recuperació.

Els grans volums de vapor a pressió i d'aigua calenta associats a les operacions de fermentació plantegen riscos de seguretat (cremades tèrmiques i escaldat).

3.3.2. Seguretat i salut dels treballadors en el procés de síntesi química

Les operacions de síntesi plantegen molts riscos per a la salut i seguretat dels treballadors; alguns com a conseqüència de les peces mòbils de les màquines, equips i canonades a pressió, manipulació manual de materials i equips, vapor, líquids, i superfícies calentes i ambients calorosos en el lloc de treball; espais confinats i fonts d'energia perilloses (electricitat), i alts nivells de soroll.

Els riscos aguts i crònics per a la salut són resultat de l'exposició del treballador a productes químics perillosos durant les operacions de síntesis.

Els productes químics amb efectes aguts sobre la salut poden:

- danyar els ulls i la pell,
- ser corrosius o irritants per als teixits corporals,
- provocar sensibilització o reaccions al·lèrgiques, o
- ser asfixiants, fins a provocar asfíxia o deficiència d'oxigen.

Els productes químics amb efectes crònics sobre la salut poden:

- provocar càncer,
- provocar alteracions hepàtiques, renals o pulmonars, o
- afectar els sistemes nerviós, endocrí, reproductor o altres òrgans.

Els riscos per a la salut i la seguretat es poden controlar aplicant les mesures de control adequades (p. ex., modificacions del procés, controls tècnics, pràctiques administratives, equip de protecció personal i respiratòria).

Les reaccions de síntesi orgànica poden provocar incendi o explosions o reaccions químiques incontrolades que poden afectar la població establerta als voltants de la planta.

La seguretat del procés és molt complicada en la síntesi orgànica, per la qual cosa han d'adoptar-se les tècniques següents:

- examen de la dinàmica de les reaccions químiques i de les propietats dels materials altament perillosos
- disseny, funcionament i manteniment dels equips i serveis
- formació del personal tècnic i operatiu
- preparació i respostes d'emergència de la instal·lació i la comunitat local

3.3.3. Seguretat i salut dels treballadors en el procés d'extracció biològica i natural

Alguns treballadors desenvolupen reaccions al·lèrgiques o irritacions cutànies en manipular certes plantes.

Les substàncies d'origen animal poden estar contaminades amb organismes infecciosos, tret que s'adoptin les precaucions adequades.

Els treballadors poden estar exposats a dissolvents i productes químics corrosius durant les operacions d'extracció biològica i natural.

L'emmagatzematge, la manipulació, el processament i la recuperació de líquids inflamables presenten riscos d'incendi i explosió.

La seguretat dels treballadors està amenaçada per les peces mòbils mecàniques; el vapor, l'aigua i les superfícies calentes i els llocs de treball calorosos, així com els elevats nivells de soroll.

Els problemes de la seguretat del procés estan sovint atenuats pels grans volums de materials vegetals i animals, i per les activitats d'extracció de dissolvents a menor escala.

Durant les operacions d'extracció i recuperació pot existir perill d'incendi i explosió, i poden produir-se exposicions dels treballadors a dissolvents o productes químics corrosius o irritants, en funció de la química específica i el confinament de l'equip de processament.

3.3.4. Seguretat i salut dels treballadors en el procés de fabricació farmacèutica de formes galèniques

Els riscos per a la salut i seguretat dels treballadors durant la fabricació farmacèutica són causats per les peces mòbils de les màquines (engranatges, corretges i eixos exposats) i les fonts d'energia perilloses (elèctriques, pneumàtiques,

tèrmiques, etc.); la manipulació manual de materials i equips; el vapor a alta pressió, l'aigua i les superfícies calentes; els líquids inflamables i corrosius, i els alts nivells de soroll.

Es poden produir exposicions a pólvores transportades per l'aire durant la dispensació, l'asseccament, la molta i la mescla.

És especialment preocupant l'exposició als productes farmacèutics quan es manipulen o processen mescles que contenen grans proporcions de principis actius.

Moltes de les operacions (p. ex., granulació, mescla, composició i assecament) utilitzen líquids inflamables que poden crear atmosferes inflamables o explosives.

Algunes pólvores farmacèutiques són altament explosives; per tant, se n'han d'examinar les propietats físiques abans del seu processament.

L'asseccament en llit fluid, la molta i el copejament poden ser perillosos quan s'utilitzen materials potencialment explosius.

4. Indústria del plàstic: riscos i mesures preventives

4.1. Introducció

La indústria del plàstic comprèn, bàsicament, dos sectors:

- El primer sector inclou els proveïdors de matèries primeres que fabriquen polímers i compostos d'emmotllament a partir de productes intermedis que ells mateixos poden haver produït.
- El segon sector consta de manipuladors que converteixen les matèries primeres en articles vendibles utilitzant diversos processos, com emmotllament per extrusió i injecció.

Altres sectors inclouen els fabricants de maquinària que proporcionen equips als manipuladors i proveïdors d'additius especials per a l'ús en la indústria.

Els riscos en la fabricació de polímers coincideixen amb els de la indústria química, de la qual forma part la indústria del plàstic, mentre que la construcció de màquines de transformació del plàstic presenta uns riscos similars als del sector de la fabricació de maquinària en general. Per això, aquest mòdul es dedica exclusivament als riscos i a les mesures preventives en el sector de la fabricació de productes de plàstic.

4.2. Processament de plàstics

Els materials plàstics es classifiquen en dues grans categories:

- **Materials termoplàstics**, que es poden estovar repetidament mitjançant l'aplicació de calor.
- **Materials termoestables**, que experimenten un canvi químic quan s'escalfen i s'emmotllen, i no es poden transformar posteriorment mitjançant l'aplicació de calor.

4.2.1. Matèries primeres

La indústria de procés de plàstics converteix material polimèric a granel en articles acabats.

La unitat de procés de la indústria del plàstic rep les seves matèries primeres per a la producció en les formes següents:

- **Material polimèric** completament formulat, en forma de pèl·lets, grànuls o pólvores, que s'introdueixen directament a les màquines per al seu processament.
- **Polímers no formulats**, en forma de grànuls o pólvores, que han de ser barrejats amb additius abans d'introduir-los a la maquinària.
- **Materials en forma de fulles**, corrons, tubs i làmines polimèriques, que són sotmesos a posteriors processos en la indústria.
- **Altres materials**, que poden ser totalment polimeritzats en forma de suspensions o emulsions (coneguts generalment com a dispersions polimèriques) o líquids o sòlids que poden polimeritzar-se, o substàncies en un estat intermedi entre les matèries primeres reactives i el polímer final.

4.2.2. Additius

La fabricació de compostos a partir de polímers implica la mescla del polímer amb additius.

Entre els additius més freqüents, es troben els següents:

- **Plastificants**, generalment èsters de baixa volatilitat.
- **Antioxidants**, productes químics orgànics per protegir enfront de la descomposició tèrmica durant el tractament.
- **Estabilitzants**, productes químics inorgànics o orgànics per protegir enfront de la descomposició tèrmica i enfront de la degradació per energia radiant.
- **Lubrificants**.
- **Materials de càrrega**, substàncies barates que donen propietats especials o abarateixen les composicions.
- **Colorants**, substàncies orgàniques o inorgàniques per tenyir els compostos.
- **Agents d'escumació**, gasos o productes químics que emeten gasos per produir escumes plàstiques.

4.2.3. Processos de conversió

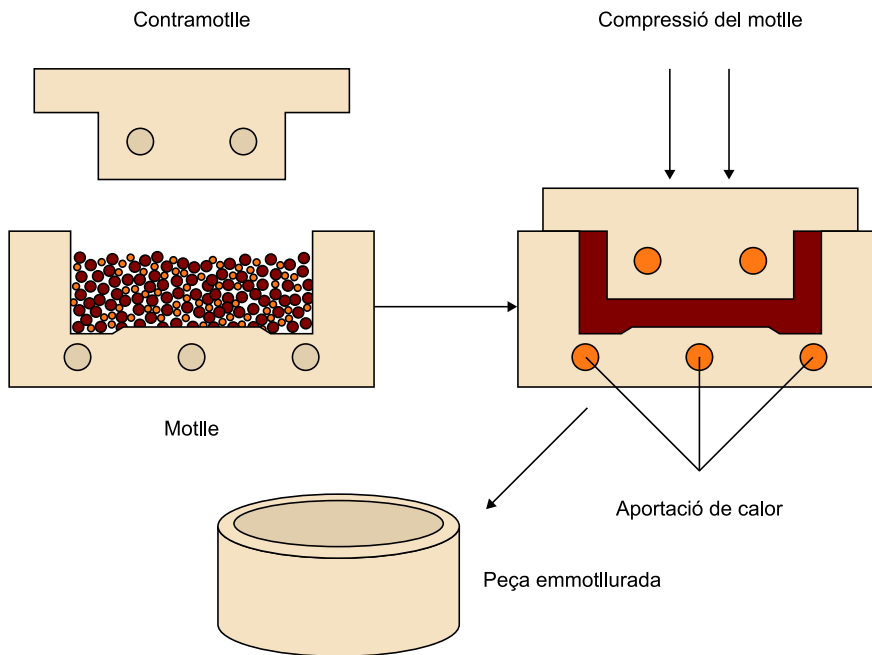
Tots els processos de conversió es basen en el fenomen «plàstic» dels materials polimèrics i es classifiquen en dos tipus:

- Aquells en els quals el polímer es porta, mitjançant escalfament, a un estat plàstic en el qual s'aplica una constricció mecànica que dona lloc a una forma que reté en consolidar-se i refredar-se.
- Aquells en els quals un material polimeritzable, que pot estar parcialment polimeritzat, es polimeritza totalment per l'acció de la calor, d'un catalitzador o de tots dos conjuntament, sota una constricció mecànica que permet obtenir una forma que reté quan està completament polimeritzat i fred.

Els processos que s'utilitzen habitualment són:

a) **Emmotllament per compressió.** Consisteix en escalfar el material plàstic, que pot estar en forma de grànuls o pólvores, en un motlle sostingut en una premsa. Quan el material es fa «plàstic», la pressió el força a adoptar la forma del motlle. Si el plàstic és del tipus que s'endureix en escalfar, l'article format es retira després d'un curt període d'escalfament obrint la premsa. Si el plàstic no s'endureix en escalfar-se, ha de refredar-se abans d'obrir la premsa.

Figura 6. Emmotllament per compressió



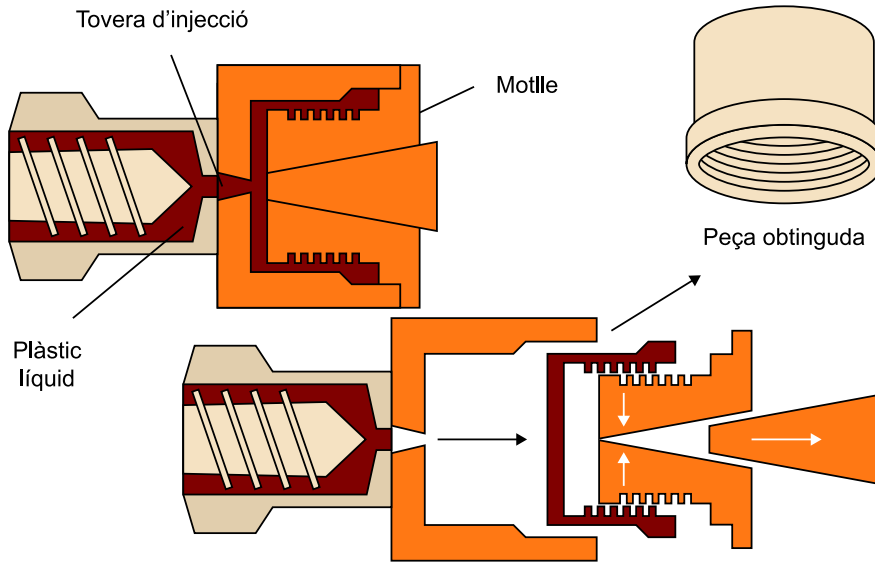
Font: <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/10/moldeo-por-compresion.html>

b) **Emmotllament a pressió.** És una modificació de l'emmotllament per compressió. El material termoestable s'escalfa en una cavitat i després s'introdueix mitjançant un pistó en un motlle que està físicament separat i escalfat independentment de la cavitat de calefacció. Aquest mètode es prefereix a l'emmotllament per compressió quan l'article final ha de portar empelts metàl·lics delicats.

c) **Emmotllament per injecció.** En aquest procés, els grànuls o pólvores de plàstic s'escalfen en un cilindre (conegut com a fuset) que està separat del motlle. El material s'escalfa fins que es fa fluïd mentre es transporta pel fuset mitjançant un cargol helicoidal i després s'empeny al motlle on es refreda i s'endureix. Després el motlle s'obre mecànicament i es treuen els articles formats.

Aquest procés és un dels més importants en la indústria de plàstics. S'ha desenvolupat extensament i s'han aconseguit fabricar articles molt complexos a un cost molt baix.

Figura 7. Procés d'emmotllament



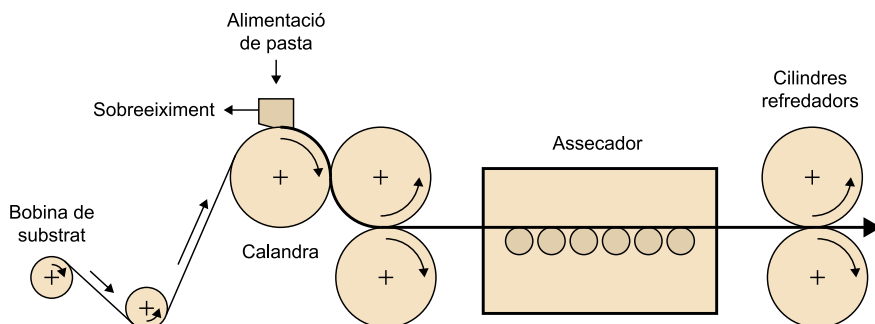
Font: <https://www.aristegui.info/problemas-comunes-en-el-moldeo-por-inyeccion-y-sus-soluciones/>

Encara que l'emmotllament a pressió i per injecció són en principi idèntics, la maquinària utilitzada és molt diferent. L'emmotllament a pressió s'utilitza normalment per a materials termoendurits i l'emmotllament per injecció, per als termoplàstics.

d) Extrusió. Aquest és un procés en el qual una màquina estova un plàstic i el fa passar a través d'un encuny que li dona una forma que es manté en refredar-se. Els productes de l'extrusió són tubs o corròns que poden tenir seccions transversals amb pràcticament qualsevol configuració.

i) Calandratge. En aquest procés, s'introdueix un plàstic entre dos o més corròns escalfats i es converteix en una fulla passant-lo entre ells i refredant-lo a continuació.

Figura 8. Recobriments per calandratge



Font: <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/10/calandrado.html>

f) Emmotllament per insuflació d'aire comprimit. Aquest procés es pot considerar una combinació del procés d'extrusió i de termoemmotllament. S'extrusiona un tub en un motlle obert; quan arriba al fons, el motlle es tanca entorn seu i s'expandeix el tub per pressió d'aire. D'aquesta manera es força

el plàstic als costats del motlle i se segellen la part superior i la inferior. Una vegada fred, s'extreu l'article del motlle. En aquest procés, s'obtenen articles buits, entre els quals les ampolles són els més importants.

g) Emmotllament per rotació. Aquest procés s'utilitza per a la producció d'articles emmotllats escalfant i refredant una forma buida que es trencada perquè la força de la gravetat distribueixi pólvores finament dividides o líquid sobre la superfície interna d'aquesta forma. Alguns articles fabricats mitjançant aquest mètode són pilotes de futbol, nines i altres articles similars.

h) Colada de pel·lícules. A més de per extrusió, es poden formar pel·lícules mitjançant extrusió d'un polímer calent en un tambor de metall molt polit, o bé polvoritzant una solució de polímer en una corretja en moviment. S'usa per plastificar paper o cartró.

i) Termoformat. Sota aquest epígraf s'agrupen diversos processos en els quals una fulla d'un material plàstic, amb més freqüència termoplàstic, s'escalfa, en general en un forn, i després de subjectar el perímetre s'emmotlla en una forma determinada mitjançant pressió de pistons mecànics o d'aire o vapor comprimits.

j) Conformat per buit. Sota aquesta denominació general s'inclouen molts processos, tots d'emmotllament tèrmic, i amb la característica comuna que s'escalfa una fulla de plàstic en una màquina sobre una cavitat i al voltant de la seva vora se subjecta, i quan resulta flexible es força per succió dins de la cavitat, en la qual adopta una forma específica i es refreda. En una operació posterior, l'article es poleix sense la fulla.

k) Laminatge. En tots els processos de laminatge, es comprimeixen dos o més materials en forma de fulles per obtenir una fulla o un panell amb propietats especials.

4.3. Riscos i la seva prevenció

Els riscos especials de la indústria dels polímers estan estretament relacionats amb els de la indústria petroquímica i depenen en gran part de les substàncies utilitzades. Un risc general important és el perill d'incendis i explosions a causa de la naturalesa de les matèries primeres utilitzades.

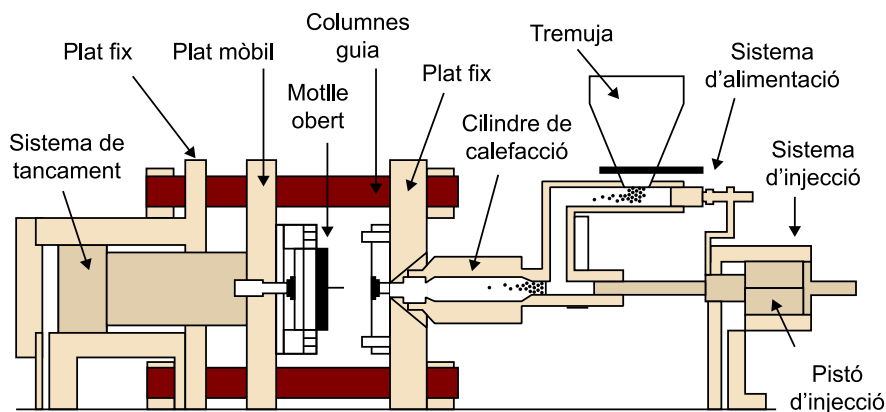
La indústria de processament de plàstics presenta riscos de lesions a causa de la maquinària utilitzada, riscos d'incendi com a conseqüència de la capacitat de combustió dels plàstics i les seves pólvores i riscos per a la salut pels nombrosos productes químics utilitzats.

4.3.1. Risc d'atrapament (lesions)

La major part dels processos de conversió de plàstic depèn gairebé per complet de l'ús de maquinària. En conseqüència, els principals riscos són els associats a l'ús d'aquesta maquinària, durant el funcionament normal i durant la seva neteja, instal·lació i manteniment.

- Les màquines d'emmotllament per compressió, pressió, injecció i bufat d'aire tenen plats de premsa amb una força de tancament de moltes tones per centímetre quadrat. Ha d'existir una protecció adequada per evitar amputacions o lesions per aixafament. Això s'aconsegueix generalment tancant les zones perilloses i bloquejant les proteccions mòbils amb els controls de la màquina. Una protecció de bloqueig no ha de permetre moviments perillosos dins de l'àrea protegida i ha de fer que les peces perilloses parin o inverteixin el moviment perillós quan s'obri la protecció durant el funcionament de la màquina.

Figura 9. Esquema d'una màquina d'emmotllament per injecció amb pistó



Font: <http://iq.ua.es/tpo/tema5.pdf>

- En el cas de processos amb fulles de plàstic, un risc habitual són els atrapaments entre els corrans en funcionament i durant el tractament de la fulla. Això es produeix en els corrans tensors i dispositius d'arrossegament en la planta d'extrusió i calandratges. Es pot aconseguir la protecció utilitzant un dispositiu de desenganxada localitzat adequadament que de manera immediata pari o inverteixi el moviment perillós dels corrans.
- Moltes de les màquines de tractament de plàstic funcionen a temperatures molt altes; es poden produir cremades greus si el cos entra en contacte amb metall o plàstic calent. Si és possible, aquestes parts s'han de protegir quan la temperatura sigui superior a 50°C.
- Els bloqueigs que es produeixen en les màquines d'emmotllament per injecció i les extrusores es poden alliberar violentament. Ha de seguir-se un sistema segur de treball quan s'intentin alliberar obstruccions de plàstic, en el qual s'inclou l'ús de guants i la protecció facial adequats.
- La major part de les funcions de les màquines modernes estan controlades per sistemes informàtics o de control electrònic programat, que també poden controlar els dispositius de desmuntatge mecànic o estar units a

robots. En aquests casos, quan cal aproximar-se a l'àrea de treball resulta essencial instal·lar un programa adequat de bloqueig i tancament abans de realitzar aquest tipus de treball, particularment quan no es pot aconseguir una protecció completa mitjançant els dispositius de seguretat de la màquina.

- Els sistemes d'emergència o d'auxili han d'estar dissenyats i senyalitzats de tal manera que actuïn en situacions en les quals el control programat falli per qualsevol motiu; per exemple, durant una interrupció del subministrament d'energia.
- Ha de respectar-se l'adequada disposició de les màquines en el taller amb espais lliures de treball per a cadascuna.
- Han de comprovar-se regularment els dispositius de seguretat.
- Sense una neteja regular, els terres es contaminen amb oli de les màquines o amb grànuls de plàstic vessats.
- S'ha de comptar amb mètodes de treball que incloguin mitjans segurs d'accés a les àrees sobre el nivell del terra.
- El manteniment de les màquines ha d'estar programat i ha d'efectuar-se amb les corresponents mesures de prevenció i protecció.
- Ha de disposar-se d'espai suficient per a l'emmagatzematge de matèries primeres i productes acabats; aquestes àrees han d'estar clarament senyalitzades.
- Els plàstics són bons aïllants elèctrics; com a conseqüència, es poden crear càrregues estàtiques en la maquinària sobre la qual es desplacen fulles o pel·lícules. Aquestes càrregues poden tenir un potencial suficient per provocar accidents greus o actuar com a fonts d'ignició. S'han d'utilitzar eliminadors d'electricitat per reduir aquestes càrregues i aplicar preses de terra a les peces metàl·liques.
- Les trituradores (molins trituradors de plàstic en gransa o reciclat) han de ser confinades completament per prevenir qualsevol possibilitat d'arribar als rotors a través de les obertures de descàrrega i alimentació. Els rotors es mouen a alta velocitat, per la qual cosa no s'han de retirar les cobertes fins que s'hagin detingut completament.

Figura 10. Trituradora de plàstics



4.3.2. Risc d'incendi i explosió

Els plàstics són materials combustibles, encara que no tots els polímers suporten la combustió. En forma de pólvores finament dividides poden aconseguir concentracions explosives en l'aire. Quan existeixi aquest risc s'han de controlar les pólvores, preferentment en un sistema tancat, amb discs de ruptura suficients amb airejament a baixa pressió en un lloc segur.

És essencial una neteja escrupolosa per prevenir acumulacions de pólvores a les sales de treball que poden transportar-se per l'aire i provocar una explosió secundària.

Els polímers poden estar sotmesos a degradació tèrmica i piròlisi a temperatures no gaire superiors a les del tractament normal. En aquestes circumstàncies, es poden crear pressions suficients en el fuset o l'extrusor, per exemple, per expulsar el plàstic fos i qualsevol tap sòlid de plàstic que provoqui un bloqueig inicial.

En aquesta indústria, és freqüent l'ús de líquids inflamables, com ara pintures, adhesius, agents netejadors i dissolvents per a soldadura. Les resines de fibra de vidre (polièster) també emeten vapors inflamables d'estirè. Han de reduir-se al mínim les existències d'aquests líquids a les sales de treball i han d'emmagatzemar-se en llocs segurs quan no s'utilitzin.

Les àrees d'emmagatzematge han d'incloure llocs segurs a l'aire lliure o un magatzem resistent al foc.

4.3.3. Riscos per a la salut

Existeixen nombrosos riscos per a la salut associats al procés de plàstics.

- Rarament s'utilitzen els plàstics bruts, per la qual cosa s'han d'adoptar les precaucions adequades enfront dels additius utilitzats (com són els sabons de plom en PVC i certs colorants orgànics i de cadmi) en les diferents formulacions.
- És molt possible el risc de dermatitis a causa dels líquids i pólvores de productes químics reactius, per la qual cosa han d'utilitzar-se equips de protecció individual.
- És possible la generació de fums en la degradació tèrmica de polímers durant els processos en calent. Aquest problema es pot minimitzar amb controls tècnics. No obstant això, ha d'evitar-se la inhalació de productes de piròlisi en condicions adverses, per exemple, el purgatge del fuset extrusor. Serà necessària una bona ventilació i, si escau, extracció localitzada de fums.
- També existeix el perill d'inhalació de vapors tòxics procedents de certes resines termoendurides. La inhalació d'isocianats utilitzats amb les resines de poliuretà pot provocar pneumònia química i asma greu; una vegada

sensibilitzades, aquestes persones han de ser traslladades a un treball alternatiu. El problema és similar amb les resines de formaldehid.

- En la fabricació d'alguns articles, es desprenen quantitats significatives de vapors d'estirè, de manera que aquest treball ha de realitzar-se en condicions de bona ventilació general a les sales de treball.
- L'ús habitual d'hidrocarburs clorats per a la neteja, sense una ventilació per extracció adequada, pot provocar a les persones narcosi.
- L'eliminació de residus de plàstics mitjançant incineració s'ha de realitzar en condicions acuradament controlades.
- Durant l'ús de les trituradores, es pot arribar a nivells de soroll molt alt, que poden causar pèrdues auditives en els operaris i persones que treballen en les proximitats. Un altre risc per a l'audició procedeix del so audible generat per les màquines soldadores per ultrasò. Han de prendre's les mesures preventives i de protecció establertes en la normativa vigent.
- Les cremades són un altre risc. Alguns additius i catalitzadors per a la producció i el processament de plàstics poden ser molt reactius al contacte de l'aire o l'aigua i poden causar ràpidament cremades químiques. Sempre que es manipulin o transportin termoplàstics fosos existeix el risc d'abocaments de material calent i, per tant, de cremades i escaldats. Han d'utilitzar-se sistemes tancats de manipulació i transport, i equips de protecció individual.
- Els peròxids orgànics són irritants i poden provocar ceguesa si esquitxen als ulls. Ha de portar-se protecció ocular apropiada.

5. Indústria de les arts gràfiques: riscos i mesures preventives

5.1. Caracterització del sector

Des de l'edat més remota, la humanitat ha tingut la necessitat de comunicar-se i de transmetre les seves experiències a altres persones. Aquesta transmissió del coneixement ha anat des de les pintures rupestres de l'home de les caveres fins a la utilització de la més alta tecnologia digital. En tota aquesta cadena té un pes fonamental, encara avui dia, la impressió sobre suport paper. La impressió és essencial per a la difusió del coneixement, l'educació o la transmissió d'informació. Encara que la invenció de la impremta es deu a Gutenberg el 1447, els xinesos ja havien inventat l'any 1034 els caràcters mòbils (tipus) fets amb fang cuit. Aquesta invenció és la que va permetre una major reproductibilitat dels textos, que fins llavors es feia manualment.

El conjunt de les diferents maneres de transmetre la lletra i els gràfics en el paper s'engloba en el sector de les arts gràfiques, sector que s'estructura en quatre subsectors (preimpressió, impressió, enquadernació i manipulació de paper i cartró) estretament relacionats entre si, dels quals tractarem els tres primers.

En la preimpressió, es tracta d'obtenir les formes impressores (planxes, cilindres, cautxús o pantalles, entre altres) que es necessiten per als diferents tipus d'impressió. Això comporta els processos d'obtenció dels textos i gràfics que es volen imprimir, la confecció de les pàgines i l'obtenció del fotolit. A partir dels anys seixanta, els avenços en fotografia i electrònica van suposar una revolució en la preimpressió. Els nous materials sensibles a la llum han creat superfícies d'impressió que duren en el temps per mitjans fotogràfics i no mecànics. Els sistemes informàtics permeten fabricar ràpidament pel·lícules per transferir imatges a qualsevol superfície d'impressió. Ara com ara, les imatges generades en els ordinadors s'emmagatzemen en bases de dades i es transmeten directament a les formes d'impressió sense cap altre pas intermedi.

5.2. Tècniques d'impressió

Hi ha quatre tècniques bàsiques d'impressió, amb les quals s'associen nombrosos riscos per a la seguretat, la salut i el medi ambient.

5.2.1. Tipografia o impressió amb formes en relleu

Aquesta tècnica, utilitzada durant molts anys en les arts gràfiques, es basa en la confecció d'imatges, comunament lletres o figures, elevades en relació amb un fons o àrea que no s'imprimeix.

La tinta s'aplica a les parts elevades, que a continuació es posen en contacte amb el paper o el suport que hagi de rebre la imatge.

Hi ha diverses formes de crear la imatge en relleu, com la composició lletra per lletra utilitzant tipus mòbils, amb la màquina anomenada linotípia, abans d'ús comú, o amb text format per procediments mecànics.

Aquestes tècniques són adequades per a treballs d'impressió senzills i breus. Per als més voluminosos, es prefereixen les planxes d'impressió de metall, plàstic o cautxú. La impressió amb planxes de cautxú o similars sol anomenar-se flexografia o impressió flexogràfica.

Les tintes habitualment utilitzades en aquests mètodes són a l'aigua o amb dissolvents.

5.2.2. Buit gravat

En les tècniques de buit gravat, la imatge es talla en la superfície d'una planxa o un cilindre gravats. La planxa es banya en tinta i l'excés s'elimina amb una ganiveta. A continuació, es posa en contacte amb el paper o el suport corresponent per transferir la imatge.

És una tècnica adequada per a publicacions de les quals es fan tiratges llargs, com diaris i materials d'envasament.

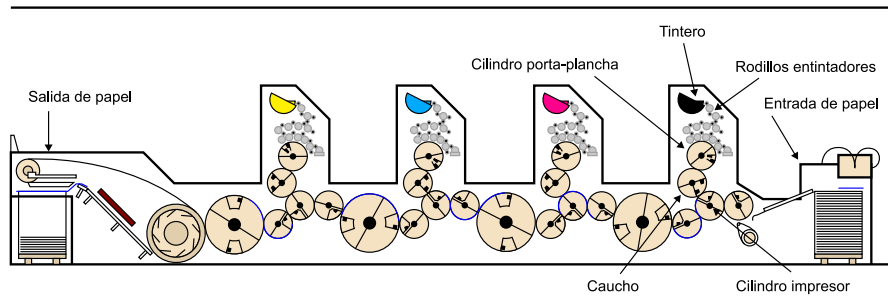
Solen utilitzar-se tintes a base de dissolvents, el més comú dels quals és el toluè.

5.2.3. Impressió planogràfica o litogràfica

Es basa en l'ús de materials amb propietats diferents. En aquesta forma que s'utilitza per imprimir, es creen zones que accepten l'aigua amb avidesa o que la repel·leixen (de manera que accepten, per exemple, les tintes basades en dissolvents). Les zones receptores de tinta porten la imatge, mentre que les afins a l'aigua corresponen al fons no imprès. En resum, la tinta s'adhereix només en determinades zones, i d'aquí es transfereix al paper o a un altre suport. En molts casos, aquesta última operació es realitza amb l'ajuda d'una superfície intermèdia anomenada coixí, que entra en contacte amb el paper.

Aquest procés de transferència és la impressió en *offset*, que s'utilitza en moltes aplicacions d'impressió, publicació i envasament. Cal assenyalar que en la impressió en *offset* no sempre es parteix de planxes litogràfiques. Depenent de les necessitats concretes de producció, el tiratge en *offset* es pot combinar amb altres mètodes d'arts gràfiques.

Figura 11. Màquina offset de 4 cossos



Font: <https://www.lagranimpresa.es/blog/sistemas-de-impresion-en-artes-graficas.html>

5.2.4. Serigrafia i permeografia

La permeografia i la serigrafia es valen d'un estergidor muntat sobre una pantalla de malla fina. La tinta s'aplica a les zones obertes de la pantalla i es pressiona amb una rascadora sobre les parts obertes i l'estergidor. D'aquesta manera, la tinta travessa les parts obertes i s'aplica al suport situat sota la malla.

La serigrafia s'utilitza molt en treballs senzills i tiratges curts, circumstàncies en les quals pot resultar més econòmica que altres mètodes. Són aplicacions típiques la impressió de teixits, cartells, materials d'exposició i papers pintats.

En serigrafia s'utilitzen tintes a base de dissolvents o d'aigua; l'elecció depèn sobretot del suport imprès. Com que la cobertura serigràfica sol ser més gruixuda del normal, les tintes són també més viscoses que en altres tècniques d'impressió.

5.3. Fases del procés d'impressió

5.3.1. Preimpressió o preparació abans de l'entrada en premsa

En aquesta fase, s'aborden les operacions de muntatge dels diferents materials (textos, fotografies, art, il·lustracions i dibuixos) que han de reproduir-se en el producte imprès. Tots ells han d'estar completament acabats, ja que, una vegada confeccionades les planxes d'impressió, no és possible canviar res. L'única forma de corregir errors és repetint l'operació.

Generalment, aquest apartat de la impressió es considera menys perillós que uns altres per a la salut i la seguretat. La confecció de la maqueta o art final pot exigir un esforç físic considerable; a més, existeixen riscos per a la salut derivats

del treball amb pigments, adhesius de cautxú i en aerosol i altres materials. Bona part d'aquest treball es realitza ara amb ordinadors. El disseny de llocs de treball adequats des del punt de vista ergonòmic mitiga aquests perills.

5.3.2. Confecció de planxes

Les planxes o cilindres d'impressió característics de les tècniques d'impremta actuals es confeccionen amb càmeres fotogràfiques o ordinadors.

Normalment, el primer pas és l'obtenció d'una imatge fotogràfica amb la qual després es prepara la planxa utilitzant mètodes fotomecànics.

Els riscos potencials propis d'aquest aspecte de les indústries gràfiques són similars als normals en el sector de la fotografia (riscos propis de la cambra fosca, perills per a la pell i els ulls i riscos per inhalació).

Durant la confecció de les planxes és important controlar la possible exposició a compostos químics. Una vegada creada la imatge, s'apliquen tècniques fotomecàniques per preparar la planxa d'impressió.

Aquestes tècniques poden agrupar-se en:

- mètodes manuals
- mètodes mecànics
- mètodes electrònics
- mètodes electrostàtics
- mètodes fotomecànics

Per la varietat de mètodes utilitzats, la confecció de planxes té nombroses repercussions sobre la salut i la seguretat. Els mètodes mecànics, menys utilitzats ara que en el passat, donaven lloc als problemes de seguretat propis del treball mecànic: riscos associats amb l'ús d'eines manuals i amb la maquinària voluminosa del taller. Els riscos vinculats amb la seguretat i protecció de les mans són típics de la confecció de planxes amb mètodes mecànics. En aquesta classe de treball, s'utilitzen amb freqüència olis i netejadors que poden ser inflamables i tòxics.

Altres mètodes de confecció de planxes recorren als compostos químics de xapada i mossegada per formar la imatge en la planxa o el cilindre. Per a això s'utilitzen diversos compostos, com àcids i metalls pesants (zinc, crom, coure i alumini), així com sistemes orgànics a base de resines que formen algunes de les capes superficials de la planxa. També hi ha sistemes que utilitzen dissolvents per al tractament químic de les planxes. En planificar la seguretat de les instal·lacions, cal tenir en compte els riscos potencials associats a aquests compostos. Són molt importants la ventilació i l'equip de protecció personal enfront de productes químics.

L'emmagatzematge i la mescla d'aquests productes químics també donen lloc a riscos per a la salut, que poden ser considerables en cas d'abocament accidental. Els mordents que s'utilitzen en ocasions per transferir la imatge a la planxa o el cilindre també poden ser perillosos. Els sistemes de gravat habituals generen certa contaminació metàl·lica, que pot afectar als qui els utilitzen.

Els mètodes més moderns es basen en un raig làser que grava la imatge a la planxa. Encara que així s'eliminen algunes de les etapes de la confecció de planxes, el raig làser pot ser perillós per als ulls i la pell.

5.3.3. Preparació de tintes

Les tintes i els revestiments utilitzats depenen de la tècnica d'impressió. Normalment, les tintes estan compostes per un vehicle i els pigments o tints i resines que formaran la imatge. El vehicle manté en dissolució els pigments i altres components fins que la tinta s'asseca.

Són vehicles típics de les tintes d'impremta els alcohols, els èsters (acetats), les cetones i l'aigua. Les utilitzades en buit gravat solen contenir proporcions elevades de toluè.

Són molts els riscos per a la salut derivats de la preparació de les tintes. Com que en la seva elaboració intervenen dissolvents inflamables, és important la protecció contra incendis en totes les instal·lacions de producció. Ha d'haver-hi ruixadors i extintors en perfecte estat de funcionament. Els cursos de formació són imprescindibles, ja que els empleats han de conèixer el maneig d'aquests equips. Les instal·lacions elèctriques han de ser intrínsecament segures o sotmetre's a proves de purga o explosió. El control de l'electricitat estàtica és vital perquè molts dissolvents generen càrregues elèctriques quan circulen per mànegues de plàstic o en contacte amb l'aire. La reducció de la humitat, les preses de terra i les connexions de massa són mesures molt recomanables per controlar-la.

Els equips mescladors, des dels petits fins als grans tancs de producció per lots, presenten riscos mecànics. Les fulles i els mecanismes de mescla han de protegir-se durant el funcionament i en les fases de preparació i neteja.

La manipulació de materials també pot plantejar riscos. Encara que és recomanable conduir directament tots els productes a la zona de manipulació mitjançant canonades, molts components han de transportar-se manualment al punt de mescla en bosses, tambors i altres recipients. Això obliga no només a utilitzar carretons elevadors, grues i altres equips mecànics, sinó també al fet que els empleats encarregats de barrejar els productes els manipulin directament. En aquests treballs són comuns els mals d'esquena i les tensions simi-

lars. És necessari l'ensenyament d'unes pràctiques d'aixecament correctes, així com l'elecció de mètodes mecànics d'elevació que exigeixin menys intervenció humana directa.

Les manipulacions afavoreixen els abocaments accidentals i els incidents de tipus químic. Cal adoptar mesures per afrontar aquestes situacions d'emergència.

Cal tenir cura de l'emmagatzematge per evitar els abocaments i la mescla accidental de compostos incompatibles.

Com que hi ha risc d'abocaments i altres causes d'exposició excessiva, cal instal·lar equips d'emergència per a primers auxilis. Són recomanables les dutxes de seguretat, els rentaüells, les farmacioles de primers auxilis i la vigilància mèdica.

5.3.4. Impressió

Per imprimir, cal entintar la planxa i transferir la tinta al suport.

En els mètodes *offset*, la imatge es transfereix des d'una planxa muntada en un cilindre a un altre cilindre intermedi de cautxú (coixí) i des d'aquest al suport triat, que no sempre és paper, encara que sigui un dels més comuns.

Els riscos propis del maneig de la premsa són similars als descrits per a la preparació de la tinta.

Als riscos propis de la sala d'impressió se sumen els aspectes de seguretat mecànica derivats del funcionament d'equips que executen moviments i girs ràpids, i del desplaçament del suport d'impressió a una velocitat elevada. Cal instal·lar sistemes de vigilància i alarmes per garantir la seguretat dels treballadors. A més, són necessaris sistemes de desconnexió i identificació durant les operacions de reparació i manteniment.

Donada la quantitat de màquines rotatives i la velocitat habitual de molts treballs, el soroll sol ser un motiu de preocupació important, especialment si es treballa amb diverses màquines alhora, com ocorre en la impressió de diaris.

Encara que les tintes solen assecar-se a l'aire a la zona de premses, és recomanable muntar túnels d'assecat per reduir l'exposició als dissolvents volàtils. Així mateix, certes premses d'alta velocitat poden formar una boirina de tinta. L'evaporació dels dissolvents i la potencial boirina de tinta presenten un risc d'inhalació de compostos que poden ser tòxics. A més, la vigilància sistemàtica de la impressió, l'ompliment de dipòsits i cubetes, la neteja de cilindres i volants i altres tasques afins afavoreixen el contacte amb tintes i dissolvents

netejadors. Com en el cas de la fabricació de tintes, és recomanable posar en marxa un bon programa de mostreig d'higiene industrial juntament amb circuits de ventilació de capacitat suficient i equip de protecció personal.

En l'obligatòria la neteja sistemàtica d'aquestes premses, que de vegades són enormes, solen utilitzar-se dissolvents químics, la qual cosa augmenta el risc de contacte amb aquests productes. Les rutines de manipulació poden reduir l'exposició, però no eliminar-la per complet, en funció de la grandària de la maquinària d'impressió.

5.3.5. Acabat

Una vegada imprès, el suport ha de sotmetre's gairebé sempre a operacions d'acabat, abans que estigui llest per a l'ús al qual es destini.

Alguns materials es poden enviar directament de la premsa a la maquinària d'envasament, on es dona forma a l'envàs i s'omple amb el contingut corresponent o on s'apliquen adhesius i etiquetes. En altres casos, el material se sotmet a nombroses operacions de tall i guillotinat abans de muntar el llibre o el material imprès de què es tracti.

Els riscos per a la salut i la seguretat propis de l'acabat són primordialment de naturalesa mecànica. Com que bona part de l'acabat consisteix en el tall dels materials, són lesions típiques els talls i les laceracions de dits, mans, canells o braços. La protecció és important, i ha d'utilitzar-se en tots els treballs.

En l'acabat, els treballs de manipulació de materials, tant els que estan sense acabar com els productes finals envasats, adquireixen proporcions considerables. Si és possible, s'utilitzaran carretons elevadors, grues i cintes transportadores. Quan sigui necessari aixecar i manipular directament els productes, s'ensenyarà als treballadors els moviments correctes.

Totes les tasques (tall, classificació i envasament) han de revisar-se per determinar les seves possibles repercussions ergonòmiques.

5.4. Riscos i mesures preventives

Als apartats anteriors ja s'ha fet referència als riscos específics del sector estudiat i a les mesures de prevenció i protecció que han d'adoptar-se. No obstant això, per aprofundir més en aquest tema, s'indiquen a continuació dos documents la lectura detallada dels quals s'aconsella:

- *Guia pràctica de prevenció de riscos laborals en impressió offset tradicional*, editada per l'Institut Regional de Seguretat i Salut en el Treball de la Comunitat de Madrid.
- *Guia de prevenció de riscos laborals: sector arts gràfiques*, promogut i editat per FEDESSO, amb el finançament de la Fundació per a la Prevenció de Riscos Laborals.

Enllaços recomanats

Als enllaços següents trobareu els documents citats:

<http://www.madrid.org/bvirtual/bvcm019064.pdf>,
http://www.fedesso.org/textos/prl_ag.pdf.

