



PLANTA DE PRODUCCIÓ D'ETILBENZÈ

PROJECTE DE FI
DE GRAU

Enginyeria Química



EBENZ S.L



PLANTA DE PRODUCCIÓ D'ETILBENZÈ

PROJECTE DE FI
DE GRAU

Enginyeria Química



CAPÍTOL 9

OPERACIÓ EN
PLANTA

Taula de continguts

9. Operació en planta.....	2
9.1. Introducció	2
9.2. Departaments	2
9.3. Personal de planta	4
9.4. Àrees de la planta	5
9.4.1. Àrea 100 i Àrea 600: Zona d'Emmagatzematge	6
9.4.2. Àrea 200: Pretractament	7
9.4.3. Àrea 300: Etapa de Reacció – Alquilació.....	7
9.4.4. Àrea 400: Purificació.....	8
9.4.5. Àrea 500: Segon Etapa de Reacció – Transalquilació.....	9
9.4.6. Àrea 700: Gestió de residus i medi ambient.....	10
9.4.7. Altres àrees de EBenz.....	10
9.5. Bibliografia.....	12

9. Operació en planta

9.1. Introducció

Una vegada s'ha realitzat la posada en marxa de manera reeixida, s'estableix un estat estacionari en els equips, els quals treballen de manera contínua i són invariants en el temps. El sistema de control automatitzat està dissenyat perquè aquest estat estacionari no es vegi alterat, i per conseqüència, no es produeixi el etilbenzè amb les característiques no desitjades, o es produeixi qualsevol accident. Encara així els llaços de control no són perfectes, i no s'hauria de confiar únicament en el seu funcionament. Poden arribar a fallar, a causa de algun error intern dels llaços o a alguna pertorbació externa.

Aquestes fallades que es produeixen no es poden prevenir, i és per això que és necessari la presència física de persones en la línia de producció, amb la condició que controlin cada llaç, i estiguin al corrent de la provisió de reactius, que si s'encén alguna alarma, etc.

Així doncs, la gran part de les tasques que es duguessin a terme en l'operació en planta de EBenz es realitzessin a través de les sales de control presents en la Z- 800. Els operaris hauran de presentar-se en la zona de producció en casos excepcionals com serien la recollida de mostres per a comprovar la qualitat, en cas de vessament, si el sistema d'automatització alerta d'alguna fallada, entre d'altres.

A més de la mateixa producció de la planta, també hi ha altres sectors importants de la planta, com poden ser: el sector del màrqueting, que s'encarrega de promocionar i millorar la presentació i la imatge del producte; el departament de finances, que s'encarrega de la comptabilitat de la planta i dels balanços econòmics; o del departament de qualitat, que s'encarrega d'assegurar la producció d'un producte en les condicions de qualitat desitjades, a més de vetllar per la formació dels operaris i participar en el procés de producció, per a desenvolupar noves pràctiques.

9.2. Departaments

Els departaments de EBenz els quals es troben implicats en el procés de producció d'Etilbenzè són els següents:

- ◇ **Departament de producció:** És el departament encarregat que el procés de producció es realitzi de la millor manera possible, assegurant la seguretat dels treballadors i d'arribar a la producció planejada de la planta, que és de 350.000 Tn/any. La persona responsable d'aquest departament serà el cap de producció i, al costat dels operaris, tindran la funció de garantir que el procés de producció es duu a terme correctament. D'una banda, els responsables de torn seran els encarregats de supervisar que es dugui a terme un bo procés de producció i els que hauran de respondre directament enfront del cap de producció. D'altra banda, en cada jornada hi haurà un torn d'operaris que s'encarreguessin, en el cas de EBenz, d'estar pendents del funcionament del sistema d'automatització, de modificar els paràmetres d'operador en cas que sigui necessari i actuant en la planta quan sigui necessari.

- ◇ **Departament de qualitat:** Es tracta d'un departament que treballa conjuntament amb el departament de producció. Aquells empleats que es trobin en aquest departament són els responsables de verificar que els equips funcionen d'acord amb el seu disseny, de controlar la qualitat del producte obtingut al final del procés i dels productes intermedis que s'obtenen dels diferents equips, i també tenen la funció de pensar i dissenyar alternatives al procés de producció que suposin una millora, ja sigui per a una reducció de costos d'operació o per a una major comoditat de treball per als operaris. A més, aquest departament s'encarregarà de guardar aquestes mostres durant el període d'un any per si tingués lloc alguna reclamació.
- ◇ **Departament de processos:** En comptar amb una planta en la qual el procés es troba totalment automatitzat, serà necessari un departament de processos que supervisi tots els sistemes d'automatització i el seu correcte funcionament. Aquest departament treballa conjuntament amb el departament de producció.
- ◇ **Departament d'Enginyeria:** Tindran la funció de realitzar estudis de millores tècniques en el procés de producció i la realització d'especificacions funcionals que serviran d'estudi i implementació d'aquestes. Respondran directament al responsable d'enginyeria. A més, estaran en contacte amb proveïdors per a donar un pressupost de la millora que proposen.
- ◇ **Departament de Recursos Humans:** És el departament encarregat de la gestió del personal. Són responsables de les persones contractades i de la seva formació en la planta, d'ascendir de càrrec als treballadors que ho mereixin i tinguin més capacitats i de la gestió del capital destinat als sous.
- ◇ **Departament de Vendes i Màrqueting:** D'una banda es tindrà l'àrea en el qual es gestionarà la venda d'Etilbenzè i el màrqueting que es realitzarà en l'empresa. També s'encarrega de fer el producte més atractiu segons la situació del mercat i distribuir el producte en el moment oportú, en la forma, quantitat i qualitat pertinents i a un preu competitiu. D'altra banda, és el departament que s'encarrega d'estudiar la rendibilitat de la planta: Els beneficis anuals, gestionar el pressupost anual de la planta, pagar els impostos que comporta la planta de producció, etc.
- ◇ **Departament de manteniment:** El departament de manteniment s'encarrega de realitzar les reparacions necessàries que puguin sorgir en la planta. També s'encarregués de la neteja i el manteniment dels tanques, reactors, circuits elèctrics... i tot allò que compregui el procés de producció.
- ◇ **Departament de neteja:** Aquest departament s'encarrega de mantenir totes les zones de la planta de producció en unes condicions d'higiene correctes, amb la condició que no es contaminin el producte i els treballadors es trobin en les condicions d'higiene òptimes. També s'encarreguen de neteja dels aparells durant les parades de producció.

9.3. Personal de planta

En cadascun dels torns s'han determinat un número de personal necessari el qual s'hi dedica a diferents tasques que es plantejaran més endavant. Així doncs, tenim tres torns (A,B i C) que es duen a terme de dilluns a divendres. A banda d'aquests, hi ha dos més (D i E) que s'han dedicat al cap de setmana. Tot això, juntament amb el nº de treballadors es pot veure a la Taula 9.1.

Operaris

El nombre d'operaris que es requereix de manera permanent a la planta és de 22, per tant cada torns ha de tenir aquest nombre. La seva distribució és com segueix:

- 4 operaris en la Z – 100 de la planta on un d'ells estarà encarregat dels tanc d'emmagatzematge i dos d'ells en la càrrega i descàrrega de matèries primeres
- 3 operaris en la Z – 200 que han de supervisar el tractament tèrmic i els corrents de benzè així com el tanc de mescla.
- 4 operaris en la Z – 300 encarregats dels reactors i els bescanviadors de calor.
- 5 operaris en la Z – 400 que s'encarregaran de les 3 columnes de destil·lació i els equips que la conformen així com de les canonades de sortida i recirculació de productes.
- 2 operaris en la segona zona de reacció Z – 500 per encarregar-se del reactor i el correcte cabal de dietilbenzè per ser escalfat així com l'arribada de benzè necessària.
- 4 operaris en la Z – 600 per encarregar-se de l'emmagatzematge del producte i 2 de la descàrrega d'aquest en els camions.
- 1 operari en la Z – 700 encarregat de la gestió externa i la descàrrega dels subproductes i/o residus.

Manteniment

5 persones del personal de manteniment encarregades dels serveis de planta, les canonades i vàlvules així com les bombes i possibles averies en els equips.

Laboratoris

6 treballadors encarregats del control de qualitat del producte així com la recerca de millores en el producte a comercialitzar.

Oficines

9 persones encarregades del departament de ventes, màrqueting, RRHH i enginyeria. En el cas del departament de RRHH i màrqueting només treballen en torn de matins.

Control i Control d'accés

4 treballadors permanents en el control de tots els llaços de control de la planta i 2 en el control d'accés.

Taula 9.1: Distribució de treballadors i dels torns

Torn	Dies	Franja Horària	Nº Operaris	Manteniment	Neteja	Laboratoris	Oficines	Control	Control d'accés
A	Dll a Dv	6:00 – 14:00	23	5	6	6	9	4	2
B	Dll a Dv	14:00 – 22:00	23	5	6	6	5	4	2
C	Dll a Dv	22:00 – 6:00	23	5	4	6	-	4	2
D	Ds a Dg	6:00 – 18:00	23	5	4	-	-	4	2
E	Ds a Dg	18:00 – 6:00	23	5	4	-	-	4	2

9.4. Àrees de la planta

A continuació, a la Figura 9.1. s'exposa un plànol de la planta amb les seves corresponents àrees dedicades a diferents funcionalitats requerides per les diferents etapes de producció d'Etilbenzè.

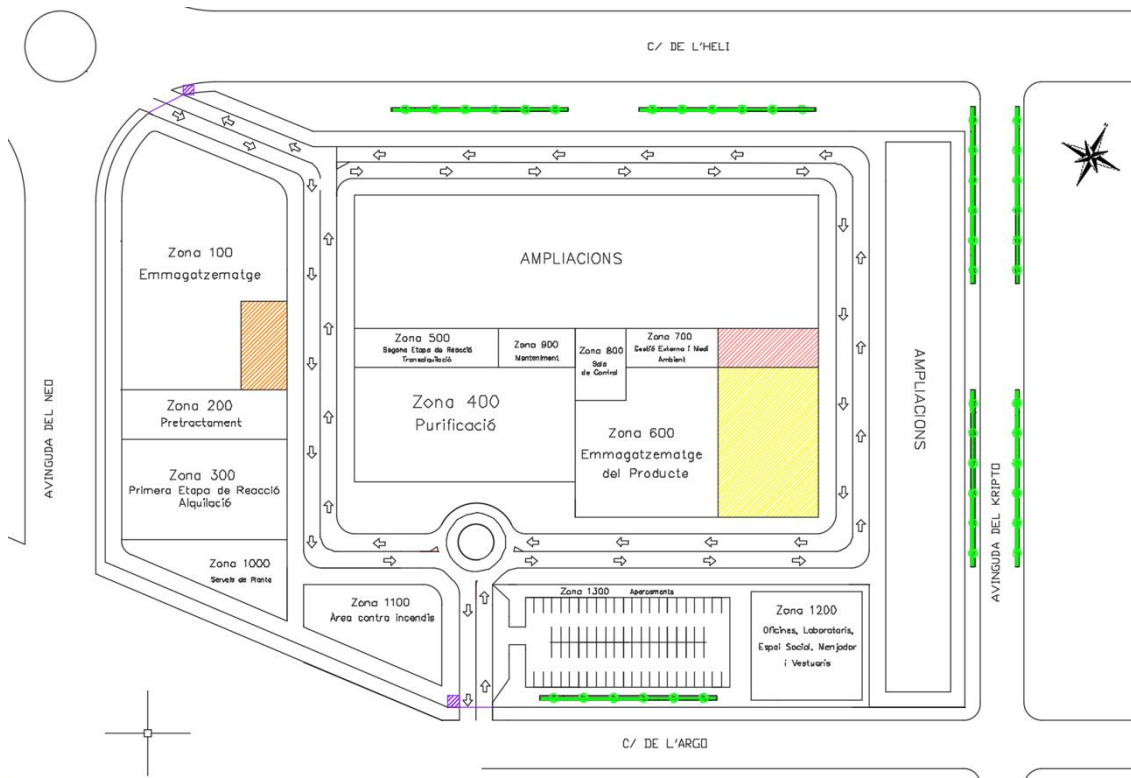


Figura 9.1: Diagrama de la planta EBenz

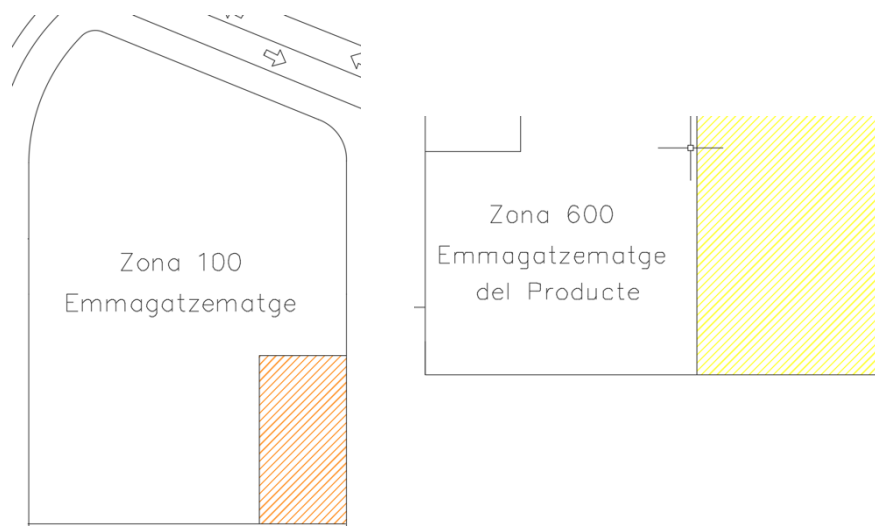
Les àrees que es mostren en el diagrama s'exposen a continuació:

- Z – 100: Emmagatzematge dels reactius amb la seva respectiva *zona de càrrega*.
- Z – 200: Pretractament de les matèries primeres i serveis de planta.
- Z – 300: Primera etapa de reacció (Alquilació)
- Z – 400: Àrea de purificació
- Z – 500: Segona etapa de reacció (Transalquilació)
- Z – 600: Emmagatzematge del producte amb la seva respectiva *zona de descàrrega*.
- Z- 700: Gestió externa i medi ambient amb la seva respectiva *zona de descàrrega*.
- Z – 800: Sala de control
- Z – 900: Manteniment
- Z – 1000: Serveis de Planta
- Z – 1100: Àrea contra incendis
- Z – 1200: Oficines, Laboratoris, Espai Social, Menjador i Vestuaris.
- Z – 1300: Aparcaments

A banda de les zones mencionades anteriorment, es compta també amb un espai per a futures ampliacions tot seguint la normativa de la parcel·la.

9.4.1. Àrea 100 i Àrea 600: Zona d'Emmagatzematge

Aquestes àrees corresponen a les zones d'emmagatzematge de substàncies químiques, de reactius en el primer cas i de producte en el segon, tal i com es mostra a la figura 9.2. i 9.3.



Figures 9.2 i 9.3: Zones 100 i 600 de la planta d'EBenz

L'Àrea 100 es consisteix per un total de 7 tanca d'emmagatzematge proveïts de cubetes. En el cas d'aquesta planta, un dels reactius, l'etilè, s'incorpora a la planta en forma de canonada. Per tant els tancs d'emmagatzematge d'aquesta àrea són exclusivament pel benzè. Els tancs d'emmagatzematge establerts en aquesta zona seran 7 de 430 m³. Aquests tancs s'han dissenyat seguint el model API 650. El disseny d'aquests tancs es pot veure en el Capítol XX – Manual de càlculs. L'estudi de seguretat del magatzem s'ha realitzat seguint el ITC MIE APQ X X X.

Les tasques a realitzar en aquestes zona incloent:

- Control de descàrrega de les substàncies químiques del camió cisterna al tanca que correspongui.
- Control del stock
- Prendre mostres de tots els reactius comprats per assegurar la qualitat dels mateixos
- Controlar el bon estat dels tanca d'emmagatzematge i de la mànega de trasvas.
- Realitzar un informe diari sobre el funcionament i l'estat de tots els equips que s'apleguen dins d'aquesta àrea.
- Controlar de manera continuada tots els paràmetres controlats i automatitzats dels equips d'aquesta àrea.
- Avisar de qualsevol error que es detecti.
- Manteniment de canonades, vàlvules i bombes
- Control de la sortida del producte del magatzem.
- Contrast del etiquetat
- Evitar la contaminació del producte.
- Controlar els nivells màxims dels tancs per tal de no superar-los.

9.4.2. Àrea 200: Pretractament

Juntament a l'àrea d'emmagatzematge de les substàncies reactives es troba la zona de pretractament de les matèries primeres on es troba: TP - 200 i M - 200.



Figura 9.4: Zona 200 de la planta - Pretractament

Aquesta zona annexa a la zona d'emmagatzematge de les matèries primeres s'encarregarà de portar les substàncies dels tanc d'emmagatzematge (T - 101, T - 102, T - 103, T - 104, T - 105, T - 106, T - 107) a la proporció adequada per a que passi cap a la zona de purificació Z - 400 i amb el E - 401 s'escalfi fins la temperatura desitjada amb la mescla producte de sortida de la Z - 300. Per això, es mescla el benzè obtingut en el procés de purificació i el fresc en les quantitats desitjades i s'envia a la zona de purificació per portar-ho a la temperatura desitjada i es reinserta a la Z - 300 a través de la Z - 200 per efectuar l'ingrés a la Z - 300. Algunes de les tasques a realitzar en aquesta zona són:

- Comprovar el correcte funcionament de les vàlvules i les bombes
- Realitzar un informe diari sobre l'estat i funcionament de tots i cadascun dels equips que es troben ubicats en aquesta zona.
- Comprovar que el corrent de sortida d'aquesta zona i per tant d'entrada a la zona de reacció es troba en la proporció i temperatura adequada.
- Comprovar que la línia de recirculació es troba operativa y las vàlvula obertes.
- Comprovar que la temperatura del benzè provinent del E - 401 és l'adequat per ser inserta a la zona de reacció.
- Assegurar-se de que no existeixen vessament en el tanc de mescla TP - 200.

9.4.3. Àrea 300: Etapa de Reacció – Alquilació

Al zona annexa es troba la primera etapa de reacció (alquilació). La zona es presenta en la figura 9.5 exposada a continuació.



Figura 9.5: Zona 300 de la planta – Primera etapa de Reacció (Alquilació)

Aquesta zona conté els R - 301 / 302 / 303 i els E - 301 i E - 302. En aquesta zona entren els reactius a la temperatura desitjada i s'incorpora al R - 301. Cal comentar que el benzè s'incorpora al R - 301 que es troba en sèrie amb el 302 i 303. No obstant, però, l'entrada d'etilè es fa de manera esglaonada en cadascun dels reactors. Així doncs el control dels cabals serà un aspecte rellevant. Entre els reactors estan els E - 301 / 302 per reduir la temperatura fins a la d'entrada del següent reactor. Concretament, el E - 301 s'encarrega de refredar la sortida del R - 301 escalfant el corrent de dietilbenzè recuperat a la Z - 400 i que requereix escalfar-ho per portar-ho a l'etapa de transalquilació. El E - 302 funciona amb aigua. Algunes de les tasques que s'han de portar a terme en aquesta zona són:

- Comprovar el correcte funcionament de les vàlvules
- Comprovar que els controls de pressió i temperatura als reactors funcionen de manera correcte i es troben activats
- Comprovar que el control de temperatura dels bescanviadors situats entre els reactors en sèrie funcionen de manera adequada.
- Controlar l'activació de l'agitació als reactors R - 301 / 302 / 303.
- Encendre el sistema de refrigeració en cas d'alarmes de temperatura als reactors R - 301 / 302 / 303.
- Comprovar que el cabal d'entrada d'etilè de cadascuna de les seves ramificacions es l'adequat.
- Realitzar un informe diari sobre l'estat i funcionament de tots i cadascun dels equips que es troben ubicats en aquesta zona.
- Comprovar les alarmes del R - 301 / 302 / 303
- Comprovar que la temperatura de sortida dels E - 301 i E - 302 son les adequades així com les entrades d'aigua i dietilbenzè en els E- 302 i E - 301, respectivament.

9.4.4. Àrea 400: Purificació

En aquesta zona es du a terme la separació dels components que es produeixen al llarg de la reacció així com també aquells que no han reaccionat. Això es fa per acció de tres columnes que permeten separar tots aquests components. Un d'aquests components és el benzè i, aquí, en aquesta zona, es produeix per caps a una de les columnes, el qual es distribueix cap a la Zona 500 per fer-ho reaccionar i a la Zona 200 per recircular-ho. Així doncs, el control dels paràmetres de la columna i la recirculació serà clau. A la Figura 9.6. es veu la zona de la qual es parla. També hi ha el E - 401 que s'encarregaran de refredar la mescla producte fins la temperatura de separació. Concretament, el E - 401 ho fa amb el benzè que surt del TP - 200. També està el E - 402 encarregat de refredar l'etilbenzè.



Figura 9.6: Zona 400 de la planta – Etapa de Purificació

Algunes de les tasques que s'han de portar a terme en aquesta zona són:

- Realitzar un informe diari sobre l'estat i funcionament de tots i cadascun dels equips que es troben ubicats en aquesta zona.
- Comprovar el correcte funcionament de les vàlvules
- Controlar la temperatura de la columna mitjançant un control de la temperatura dels plats més sensibles als increments de temperatura.
- Controlar el bon estat de les canonades de recirculació
- Controlar el cabal que es dirigeix cap ambdues zones, 200 i 500, de benzè.
- Controlar el cabal de la mescla que surt per caps de la CD – 401 cap a les zones 500 i 1000.
- Assegurar la temperatura de sortida i d'entrada dels fluids dels bescanviadors de calor.
- Comprovar els valors típics de transferència de calor i velocitat dels fluids dels E – 401 i E – 402.
- Assegurar que la pressió de les columnes és l'adequada.
- Avisar de qualsevol error que es produeixi en el sistema d'automatització.
- Controlar mitjançant diverses variables que la composició per caps i cues de les columnes és la desitjada
- Comprovar que els sistemes de condensació i “reboiler” funcionen de manera correcte.
- Comprovar que els llaços de control es troben operatius.
- Comprovar el correcte funcionament de les vàlvules reductores de pressió a l'entrada de la CD – 401 i a la sortida de la CD – 403.

9.4.5. Àrea 500: Segon Etapa de Reacció – Transalquilació

En aquesta segona àrea de reacció es produeix la reacció d'un dels subproductes (Dietilbenzè) amb benzè per tal de recuperar més etilbenzè. Així doncs, en aquesta àrea es trobarà un reactor d'alquilació així com un forn de combustió de la mescla de sortida per caps de la CD – 401. També hi haurà una bomba per portar tant el benzè com el dietilbenzè a les condicions necessàries de reacció així com el E – 500 que escalfa l'entrada de la mescla reactiva al R – 500 tot refredant la sortida del mateix. A la Figura 9.7 es té la zona que recull aquest conjunt d'equips.



Figura 9.7: Zona 500 de la planta – Segona etapa de Reacció (Transalquilació)

Algunes de les tasques que s'han de portar a terme en aquesta zona són:

- Comprovar el correcte funcionament de les vàlvules
- Comprovar que els controls de pressió i temperatura al reactor funcionen de manera correcte i es troben activats
- Comprovar que el control de temperatura del forn situats a la sortida del reactor funciona de manera adequada i el cabal de fuel es l'adequat en tot moment.

- Controlar l'activació de l'agitació als reactors R – 500
- Encendre el sistema de refrigeració en cas d'alarmes de temperatura al reactor R – 500
- Comprovar que el cabal d'entrada de benzè a la bomba és l'adequat.
- Comprovar que el corrent d'entrada dels reactius es troba a la temperatura i pressió adequada.
- Comprovar que els servei de planta utilitzat per al bescanviador funciona correctament
- Realitzar un informe diari sobre l'estat i funcionament de tots i cadascun dels equips que es troben ubicats en aquesta zona.
- Comprovar les alarmes del R - 500

9.4.6. Àrea 700: Gestió de residus i medi ambient

A l'Àrea 700 es farà la gestió dels residus produïts al llarg del procés de producció d'etilbenzè i es tractaran per comercialitzar-los o a base de generar una font d'electricitat. A banda d'això es té una zona de descàrrega per extreure de la planta aquells que s'hagin de portar fora de la planta.



Figura 9.8: Zona 700 de la planta – Gestió externa i medi ambient

Algunes de les tasques que s'han de portar a terme en aquesta zona són:

- Comprovar el correcte funcionament de tots els equips
- Tenir un control de stock i de la zona de descàrrega en cas de que fos possible.
- Gestió de mostres per analitzar els residus produïts.
- Comprovar i verificar el correcte funcionament del motor de cogeneració.

9.4.7. Altres àrees de EBenz

A part de les àrees mencionades en els apartats anteriors n'hi ha d'altres que no requereixen la presència permanent d'operaris o bé un volum molt gran.

Aquestes zones són:

- Z – 800: Sala de control
- Z – 900: Manteniment
- Z – 1000: Serveis de planta
- Z – 1100: Àrea contra incendis
- Z – 1200: Oficines, laboratoris, menjador, espai social i vestuaris
- Z – 1300: Aparcament

En la Figura 9.9. es troben les àrees exposades anteriorment:

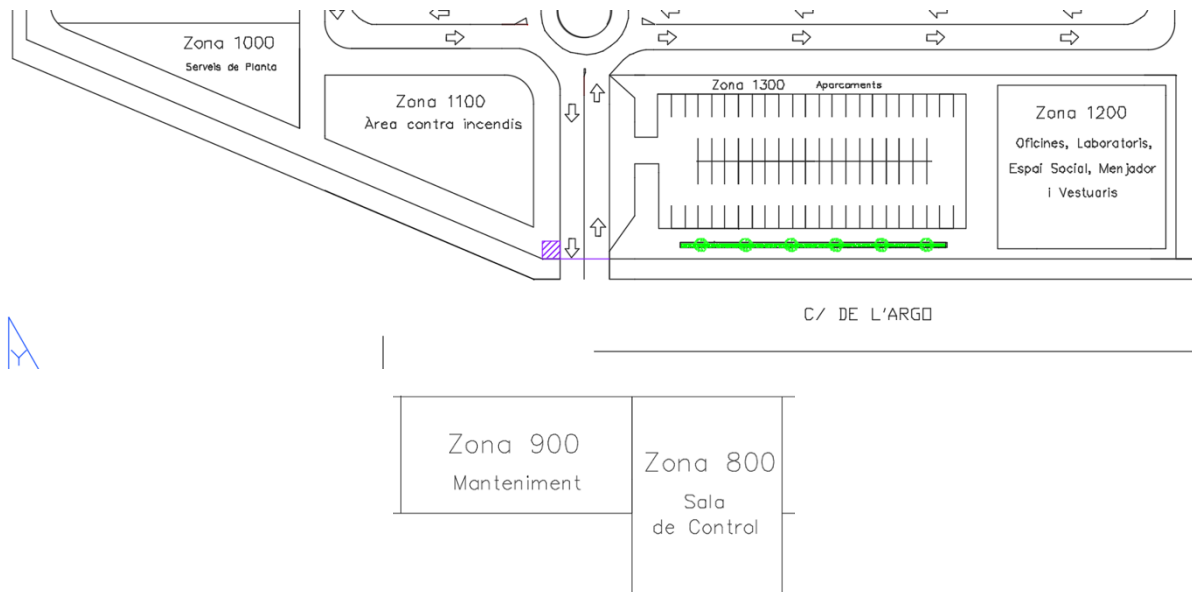


Figura 9.9: Zones 800 / 900 / 1000 / 1100 / 1200 / 1300 de la planta

La Z-1000 s'activarà activant l'energia de manera manual i comprovant el correcte funcionament dels sistemes interruptors de la planta. Un operari haurà d'encarregar-se de posar en marxa el circuit de refrigeració i els ventiladors. A continuació, la seva funció serà la de controlar la temperatura. També haurà d'encarregar-se de comprovar que el compressor pneumàtic funciona correctament i es troba activat. Se segueix per l'activació de les calderes. Finalment, comprovar la correcta activació del sistema de nitrogen utilitzat en els tancs d'emmagatzematge que es troben en el Z - 100 de la planta així com el tanc de la Z - 200. També comprovar que el descalcificador funciona correctament i s'està obtenint el cabal d'aigua desitjat amb les propietats de cal adequades.

Les Z - 800 i Z - 1200 hauran de posar-se en marxa mitjançant l'actuació manual d'un treballador que activi el sistema d'electricitat. Això serà especialment necessari a la sala de control de la Z - 800 ja que serà des d'on es dugui a terme el control de procés de producció del producte.

En la Z - 800, a més, hi haurà dos operaris per a prendre mostres durant la línia de procés i comprovar la qualitat del producte i portar-los a analitzar a la Z - 1200 on es troben els laboratoris.

A la Z - 900 s'hi treballarà en el manteniment dels equips i per tant serà necessari la presència d'un operari especialitzat en manteniment per tal d'assegurar el correcte funcionament de tots els equips.

En el cas de la Z-1100, creada per a l'actuació contra incendis, aquí hauran de dur-se a terme revisions periòdiques dels sistemes d'extinció d'incendis per a comprovar que es troben en bon estat i que no han caducat. També s'haurà de comprovar el correcte funcionament del bombament d'aigua en cas que sigui necessari.

En la Z - 1300 així com en l'entrada oest es trobarà un operari en cadascun dels controls d'accés a la planta a més d'un d'extra a la Z - 1300 per controlar l'accés al aparcament.

9.5. Bibliografia

No s'ha requerit bibliografia ja que el pla d'operació es concretament per a la planta de producció d'etilbenzè EBenz.