

Elena Pintaluba Sans

**Millora del sistema d'extracció de pols en una indústria
alimentària**

**Treball Fi de Màster
dirigit per la Sra. Sara Gimeno Vila
dirigit pel Dr. Luis Guasch Pesquer**

Màster en Enginyeria Industrial



UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

Tarragona

2016

Índex

1	Introducció.....	1
2	Antecedents	2
	2.1 Descripció i compromís de la companyia.....	2
	2.2 Descripció del procés.....	2
	2.3 Situació actual del seguiment de mostres	4
	2.4 Antecedents personals.....	5
3	Objectiu	5
4	Abast.....	6
5	Requeriments tècnics	6
	5.1 Model d'adquisició de dades en planta	6
	5.2 Emmagatzematge de dades	8
	5.3 OSIssoft PI ProcessBook	13
6	Qualitat en el procés industrial. Eines de qualitat i millora.	14
	6.1 Cicle PDCA de Deming	15
	6.2 Control estadístic del procés.....	16
	6.3 Anàlisi Modal de Falles i Efectes (AMFE).....	18
7	Disseny i desenvolupament de la proposta adoptada	20
8	Resultat de la proposta adoptada.....	31
	8.1 Recollida de mostres	31
	8.2 Resultat Procés capaç/ Procés sota control	37
	8.3 Resultat Anàlisi Modal de Falles i Efectes (AMFE)	42
9	Conclusions.....	44
10	Referències	45

1 Introducció

Actualment, i gràcies a les noves tecnologies, l'individu té un nivell d'informació elevat disponible en quant a termes de qualitat i quantitat. Aquest fet afecta d'una manera directa a les empreses, que han d'atendre a les exigències de qualitat dels clients i alhora captar la seva atenció competint amb d'altres companyies.

En els darrers anys, degut a la preocupació existent per un imminent canvi climàtic, també s'exigeix un elevat grau de responsabilitat social i mediambiental a les empreses.

Així doncs, atenent a la gran necessitat de ser competitiu, s'ha optat per fer els processos productius visibles a temps real per tal de fer-los més eficients i assegurar que funciona dins els límits establerts.

Cada vegada és més important relacionar la part més tècnica del procés amb la part econòmica i de gestió, de manera que la informació es pugui interpretar de manera senzilla per qualsevol membre de la companyia. També es dona molta importància al registre i estudi d'històrics de dades per a saber l'estat del procés en comparació amb el mateix anteriorment, o bé en comparació amb el d'altres processos similars d'altres plantes industrials de la mateixa empresa.

L'Internet industrial de les coses (IIoT) es basa en un seguit de tendències generals i en el dels canvis. Agrupa l'aprenentatge de la maquinària, el Big Data, l'Internet de les coses (IoT) i la comunicació màquina amb màquina.

La idea és que, mitjançant la recopilació i anàlisi de dades recollides en temps real, es pugui donar la informació més apropiada sobre la marxa. Des d'un ordinador es pot supervisar qualsevol punt d'un procés i prendre accions tant preventives com correctives.

L'Internet industrial de les coses permet redefinir els rols de les empreses i les ciutats en l'economia global. Els beneficis que aporta es presenten a continuació:

- Increment de l'eficiència: Les empreses poden recopilar més dades dels seus processos i productes mitjançant l'ús de la tecnologia. En moltes ocasions, les dades poden facilitar informació rellevant per a prendre decisions en temps real.
- Nous models de negoci: Permet l'automatització de processos, fet que redueix el temps de producció i millora el temps de resposta respecte a les necessitats del client.
- Gestió de riscos i seguretat: Permet identificar àrees que requereixen especial atenció i reduir el seu risc amb la monitorització de protocols de seguretat a seguir.

La interacció entre les persones, les màquines intel·ligents i les màquines té un impacte important sobre la productivitat, l'eficiència i el funcionament de les indústries de tot el món.

Aquesta interacció també permet una assegurança de la qualitat, on la màquina o màquina intel·ligent arriben on l'home no arriba i, aquest últim comprova el que la màquina proporciona.

2 Antecedents

2.1 Descripció i compromís de la companyia

La companyia EcoCereals, S.A és una multinacional del sector de l'alimentació, dedicada al processat del cereal per a la seva comercialització. És una empresa compromesa amb la qualitat i el medi ambient i com a resultat s'espera que el producte compleixi amb el que espera el client creant el mínim volum de residus possible.

El departament de qualitat de l'empresa s'encarrega de controlar i gestionar l'estat del producte i l'impacte que té la planta sobre el medi ambient.

Cada jornada es realitza un informe de qualitat del producte en referència a:

- Sabor del cereal
- Aspecte visual del cereal
- Aspecte visual del paquet contenidor
- Segellat del paquet contenidor
- Segellat capsa contenidora

Aquest informe es conforma en base a un seguit de mostres recollides de planta. La política de qualitat de la companyia estableix que s'han de recollir mostres de producte cada cert temps segons el punt del procés on es trobi.

2.2 Descripció del procés

El procés, a grosso modo, consisteix en cuinar el cereal i assecat-lo per a poder-lo empaquetar i que aquest es conservi en bones condicions per al seu consum. A continuació es presenta una descripció més detallada.

Primerament, i abans de començar el procés industrial en sí, la companyia confecciona una recepta d'acord amb el client i la normativa corresponent al sector alimentació, que aplica a aquest, segons el país on pertanyi.

Preparar una recepta implica, a més a més de disposar dels ingredients tal com el cereal, sucre, vitamines, etc., haver especificat les temperatures i pressions òptimes a les quals haurà de treballar cadascun dels equips que conformen el procés.

Una vegada la recepta ha estat confeccionada i els equips condicionats comença la transformació de la matèria primera per el que serà el producte desitjat.

Per començar es cuina el cereal, adherint tots els ingredients que el complementin. Quan està cuit se li dona la forma desitjada i s'asseca per a donar-li textura i fer que sigui cruixent. Per a finalitzar el procés el producte s'empaqueta i es prepara per a la seva distribució.

El transport del producte durant el procés de conformació s'efectua, majoritàriament, mitjançant cintes transportadores. Per a l'empaquetatge és necessari que el producte caigui per gravetat, per a que aquest pugui ser pesat i cada paquet en contingui la mateixa quantitat.

Durant el transport també s'aprofita per a separar part del producte que no compleix amb els requeriments establerts, com podria ser la seva mida.

Un dels principals problemes a la planta de la companyia EcoCereals, S.A és la pols que es desprèn del cereal. La planta té un sistema d'extracció de pols instal·lat, però, al formar part del procés de rebuig d'un subproducte no se li dóna suficient importància i aquest és el responsable de la gran majoria dels problemes que es produeixen. Si aquest subproducte arribés al consumidor, aquest estaria pagant per producte que no es pot consumir.

Deixant de banda el gran cost econòmic que implica contractar a una empresa de neteja, un dels principals problemes derivats de la presència de pols, tractant-se del sector alimentació, és la possible presència de plagues a la planta. Cal pensar que el fet de considerar la pols un subproducte en termes productius, no implica que aquesta deixi de ser comestible. Per tant, hi pot haver diverses espècies interessades en aquest subproducte que apareguin, fet que implicaria un greu problema de qualitat. A més a més de tindre éssers vius, no homínids, recorrent la planta on s'està produint aliment per als clients, segurament trobaríem els seus fems, que, per suposat, no voldríem que acabessin dins algun paquet barrejat amb el cereal.

La pols en una planta industrial genera atmosferes explosives, anomenades, on es troben localitzades, zones ATEX, i aquestes s'han de tractar amb especial atenció, donat que afecten a la seguretat i salut de les persones.

La pols, al ser partícula sòlida en suspensió, també pot provocar greus problemes respiratoris als treballadors de la planta, ja sigui a curt termini, en forma de tos, o a més llarg termini com podrien ser problemes de respiració o fins i tot al·lèrgies.

Per tal d'evitar-ho, al llarg del sistema de transport, hi ha instal·lat un sistema d'extracció de pols en punts estratègics del procés.

La presència de pols implica haver de disposar d'equips preparats per a poder treballar en aquestes condicions. Aquests hauran de ser completament hermètics, i, en cas d'haver de disposar d'obertures, aquestes, hauran d'estar situades a la part inferior de l'equip per tal que no pugui entrar pols i, en cas que s'hagin de netejar, tampoc pugui entrar aigua, on el seu defecte no hi quedi estancada per evitar humitats.

El sistema d'extracció de pols de cereal de la planta consisteix en campanes damunt les cintes de transport que utilitzen l'aire que aspiren o impulsen les soplants per a separar la pols del producte. Aquesta pols va a parar a uns ciclons intermedis que poc a poc la deixen caure fins a tolves més petites fins, finalment, ser transportada fins a silos d'emmagatzematge per a la seva posterior venda o destrucció.

Els ciclons són equips que permeten la renovació de l'aire del sistema. Són contenidors amb un filtre a la part superior per a no emetre partícules a l'atmosfera quan es realitza l'aspiració/impulsió de la pols, on aquesta cau a la part inferior per gravetat i es fa recircular controladament mitjançant rotatives (motors). Les tolves són petits contenidors intermedis per assegurar que el sistema no es satura. Els silos són grans contenidors presents al final del procés per a emmagatzemar el subproducte final.

Tot el procés està automatitzat i, per tant, es disposa d'un sistema per a controlar-lo. L'automatització d'un procés requereix de sensors que indiquin l'estat de la planta i actuadors que responguin segons procedeixi.

La recollida de dades de la planta és possible gràcies a l'automatització del procés governada per PLC's a partir de la combinació d'estats dels diferents sensors i actuadors repartits per els diferents punts del procés.

La interacció humana amb el procés es realitza mitjançant un SCADA que governa els PLC's de la planta. Aquest SCADA és "antic" i desordenat, donat que la planta s'ha anat ampliant. Al llarg dels anys i amb l'aparició de nous instruments de mesura i actuadors més sofisticats s'han desinstal·lat els antics, però aquests continuen estant presents en l' SCADA.

Com a resultat es té un SCADA desordenat, amb dades irrellevants, no estandarditzat i, per tant, complicat d'entendre.

2.3 Situació actual del seguiment de mostres

Per tal d'assegurar el producte que arriba al client, el punt del procés que interessa analitzar és el final de línia. Al final de línia el cereal ja s'ha empaquetat i s'ha inserit a la capsa contenidora, que és la que veu client a primera vista a l'hora de fer la compra.

Per tant, es decideix que per a fer l'informe de qualitat del producte que marcarà, últimament, si aquest es pot inserir al mercat o no, s'agafaran mostres del producte una vegada aquest ja és dins el paquet que conté la capsa.

Aquests últims mesos els informes de les reunions de l'equip de qualitat mostren que el segellat del paquet és inadequat i aquests contenen molta pols. Si els paquets contenen pols significa que el sistema d'extracció d'aquesta durant el transport és insuficient i, al caure el producte dins el paquet, també hi cau el subproducte, provocant, d'aquesta manera, que la segelladora no sigui capaç de tancar-lo correctament.

A més a més, que un paquet contingui molta pols pot originar nombroses queixes per part dels clients, podent provocar una notable pèrdua de prestigi i important disminució de les vendes. Aquest fet faria dubtar al client de la qualitat del producte, ja que aquesta és un dels elements indispensables per a una empresa, sobretot, del sector alimentació.

Les mostres s'agafen de manera periòdica cada mitja hora i es classifiquen de més antiga a actual fins el moment de fer la valoració.

Al llarg de la història de la companyia, i després de milers d'informes realitzats, s'ha determinat que el gran problema, i causant d'haver de retirar gran quantitat de stock, és la pols. Per aquest fet l'empresa ha realitzat nombrosos projectes de millora del sistema d'extracció, però, tot i així, els informes són irregulars i els límits imposats per la pròpia companyia es sobrepassen en nombroses ocasions.

Degut al gran nombre de stock retirat els últims mesos per gran presència de pols, la companyia decideix el mes d'Agost de 2015 instal·lar sensors de nivell a les tolves de subproducte, contenedores de la pols, i als ciclons, també d'aquest sistema, per tal de poder actuar en cas que aquests arribin al límit de la seva capacitat.

Una de les mesures correctores, i la més destacada, que s'ha implantat ha estat la instal·lació d'un sistema d'alarma en els dipòsits contenedors de pols (tolves i ciclons) tant intermedis en el procés com finals. Aquest sistema d'alarma consisteix en un sensor de nivell col·locat a l'equip en qüestió, que dona avís, en forma d'alarma dins la planta, quan aquest està ple.

Tot i disposar d'aquest sistema d'alarma es continua produint el problema. Quan l'alarma sona, aquesta és rebutjada per els propis operaris, que no donen a l'abast amb la quantitat d'alarmes que es produeixen. El personal no és conscient del greu problema que es deriva de la pols en la planta, i dóna prioritat a d'altres alarmes que, a priori, semblen més importants.

És important destacar que el sistema d'extracció de pols està dissenyat per a funcionar sense que cap tolva ni cicló s'acabi omplint. Per tant, en el moment que es produeix aquest fet és que hi ha algun problema, com podria ser la presència d'humitat dins el recipient que faria que la pols es solidifiqués i, per tant, no podria ser extreta.

Per tot el comentat i donat que les mesures correctives aplicades no estan donant els resultats que s'esperava, s'ha arribat a la conclusió que el problema de la pols és un assumpte crític, pel que s'ha convertit en urgent i prioritari trobar-hi una solució.

2.4 Antecedents personals

Aquest projecte comença a partir de la realització d'unes pràctiques externes en conveni amb la universitat a l'empresa EcoCereal, S.A.

Es planteja com a tasca a realitzar durant l'estada a l'empresa la millora del sistema d'extracció de pols de la planta que porta molts anys ocasionant problemes, com ara l'aturada total del procés, a partir d'un software adquirit per a la modernització i automatització de la forma de gestió de les dades recollides.

Aquesta adquisició és un software de visualització de dades anomenat PI ProcessBook. El sistema PI ProcessBook permet emmagatzemar les dades recollides a planta i, a partir d'històrics creats, la conformació de gràfiques per al control de les diferents variables escollides per a justificar la presa de decisions enfocades a la millora del procés.

Es pretén realitzar un estudi per determinar si el sistema d'extracció de pols actual és capaç d'extreure aquest subproducte ajustant les seqüències actuals, o bé si és necessari dimensionar un nou sistema d'extracció de pols.

3 Objectiu

L'objectiu d'aquest treball és dissenyar un sistema per a la minimització de la pols en un procés industrial del sector alimentari. Aquest sistema comporta una adquisició de dades, el tractament i presentació d'aquestes, així com control del procés mitjançant autòmats programables i l'aplicatiu Process Book.

Per a posar en pràctica l'eina, es farà un anàlisi del procés a partir de les dades facilitades per aquesta i es farà un estudi de les diferents solucions per a poder fer millores. Per últim s'aplicaran diferents eines de qualitat i millora continua per trobar la solució més adequada, com ara el cicle PDCA, gràfics de control de processos, AMFE.

S'haurà d'assegurar que la solució adoptada és acceptada per tot el personal involucrat en el seu desenvolupament i posterior utilització.

Situació Actual

- Qualitat insuficient del producte.
- Molta quantitat de pols al procés.
- Alta freqüència d'aturades no programades degudes a la pols.
- Difícil identificació dels equips involucrats en una averia.
- Mal ús de les eines proporcionades al personal de planta per al seguiment del procés.

Situació Desitjada

- Qualitat excel·lent del producte.
- Reducció al mínim de pols present al procés.
- Eliminar les aturades no programades provocades per la saturació de pols a planta.
- Ràpida identificació dels equips afectats en una averia.
- Coneixement de les eines i bon ús d'aquestes per part del personal corresponent.

4 Abast

A continuació es determina l'abast del treball:

- Cercar els equips que conformen el sistema d'extracció de pols a l'SCADA.
- Agrupar els equips segons la línia que segueixin i zona a la qual pertanyen.
- Identificar els equips presents en l'SCADA a planta.
- Especificar la zona on es troba cadascun dels equips.
- Buscar l'adreça al PLC de cada equip.
- Esbrinar el tipus de dada que s'ha configurat a l'equip.
- Crear cadascuna de les dades adquirides, amb mateixes característiques, al servidor corresponent.
- Crear cadascuna de les dades adquirides, amb mateixes característiques, al sistema PI.
- Dissenyar la nova distribució de pantalla del sistema d'extracció a PI ProcessBook.
- Col·locar els equips a la pantalla i enllaçar-los amb la corresponent adreça.
- Decidir l'estat de l'equip segons el valor de la dada proporcionat per l'adreça.
- Definir el sistema de visualització d'alarmes.
- Benefici obtingut del software utilitzat al funcionament i qualitat de la planta.

5 Requeriments tècnics

Es proposa com a solució al problema el disseny d'un sistema de recopilació i processat de dades, mitjançant un software que permeti ordenar-les de manera que puguin ser correctament interpretades, mitjançant l'aprofitament de les dades proporcionades per els automats programables presents en el procés de producció.

Aquest sistema haurà de permetre al personal de tota la companyia interpretar les dades obtingudes sense fer possible que qualsevol persona, sobretot sense saber les repercussions que pot tindre un canvi no previst en la planta, pugui accedir a l'automatització.

Per tant, el software es limitarà a recollir la informació i fer-la visible a gust del consumidor proporcionada per els PLC.

5.1 Model d'adquisició de dades en planta

La integració de les noves tecnologies possibles gràcies a les telecomunicacions, la informàtica o l'electrònica, queda representada en la Piràmide de l'Automatització.

La Piràmide de l'Automatització està formada per els cinc nivells tecnològics que es troben en un entorn industrial. Els diferents nivells que formen la piràmide es relacionen entre sí mitjançant els diferents estàndards de comunicació industrials. Les tecnologies compreses dins d'un mateix grup també es relacionen amb estàndards de comunicació industrials.

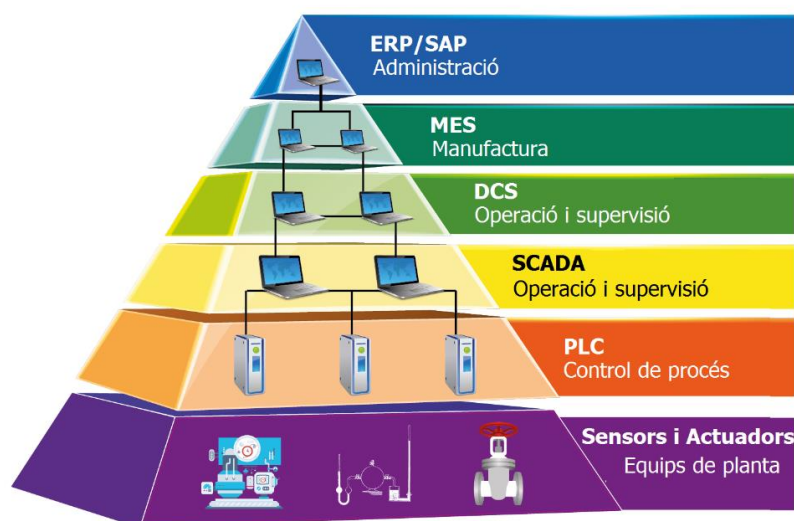


Figura 5.1. Piràmide dels nivells d'automatització.

El primer nivell s'anomena Nivell de Camp i inclou els aparells físics presents en el procés, així com sensors i actuadors. El segon nivell s'anomena Nivell de Control i inclou les eines de control, així com ordinadors i PLC's. El tercer nivell s'anomena Nivell de Supervisió i es correspon a sistemes de supervisió, control i adquisició de dades, així com SCADA. El quart nivell s'anomena Nivell de Planificació i inclou els sistemes d'execució de la producció (MES). El cinquè nivell s'anomena Nivell de Gestió i el componen sistemes de gestió integral de l'empresa (ERP).

L'automatització és aquell procés productiu que té com a conseqüència l'alliberació física i mental de l'operari per a realitzar una tasca.

Actualment un procés industrial conté centenars de sensors i actuadors per a fer possible l'automatització d'accions repetitives.

Aquests model d'adquisició consisteix en uns sensors que s'encarreguen de referir l'estat de la planta en cada moment i, a través d'una programació, poder donar una ordre a un actuator per a que realitzi la seva escomesa. El programa que permet passar d'una senyal (estat) a una acció està contingut en un aparell anomenat autòmat programable o PLC (Controlador Lògic Programable).

Un PLC és un control o comandament electrònic en el que la funció està memoritzada en forma de programa. Un autòmat està constituït per una CPU (Unitat Central de Processament) amb memòria, mòduls d'entrades i sortides i un bus intern.

El sensor és aquell dispositiu que converteix el valor d'una magnitud física (pressió, flux, temperatura, etc.) en un senyal elèctric codificada ja sigui en forma analògica o digital. L'actuator és el dispositiu que s'acobla a la sortida de l'autòmat.

Tota la informació es transporta mitjançant un bus, que és una via de transmissió que serveix per enllaçar diferents elements entre ells. Les dades s'intercanvien a través de conductors elèctrics o fibra òptica.

La informació proporcionada per els PLC a través de les seves entrades i sortides serà recollida i emmagatzemada en un servidor que, posteriorment, podrà ser consultat per qualsevol aplicatiu que estigui configurat per a fer-ho.

5.2 Emmagatzematge de dades

Per a poder consultar dades, aquestes han d'haver estat emmagatzemades anteriorment a un servidor.

Tal i com s'ha comentat anteriorment, es tracta d'una planta "antiga" que s'ha anat conformant segons conveniència, fet que és notori en diversos aspectes del procés. Un d'aquests aspectes és el llenguatge de la informació.

Segons la combinació que es doni en les senyals dels sensors del procés, a través del codi programat al PLC, s'efectuaran unes accions o d'altres. Aquest codi és diferent segons la marca de PLC utilitzada (p.e Siemens, ABB, Omron, Rockwel, etc.), així com les seves dades.

Per tant, es necessita una aplicació que pugui traduir tots aquests llenguatges i unificar-los, de manera que la informació que es vulgui emmagatzemar pugui ser utilitzada tenint en compte el conjunt.

EcoCereals, S.A ja disposa d'unes aplicacions anomenades KEPServerEX, un servidor virtual que correspon al servidor OPC DA, i OPC DA Client, que s'encarrega de traduir les dades emmagatzemades al servidor mitjançant una sèrie de drivers.

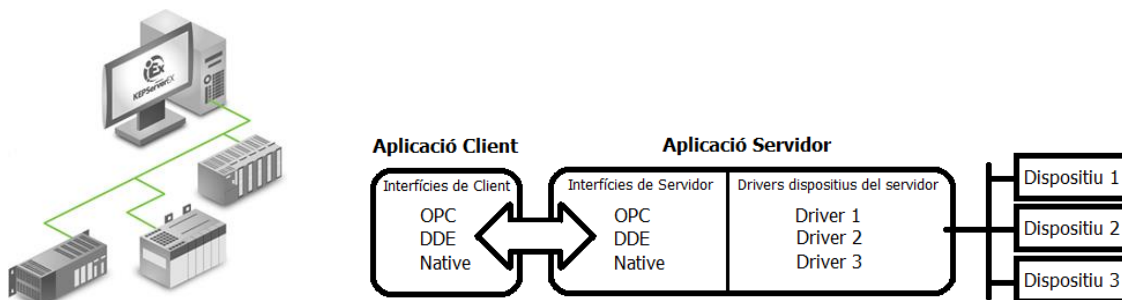


Figura 5.2. Interrelació de l'aplicació KEPServerEx amb el servidor i la planta.

L'OPC DA Client és qui rep les dades del servidor OPC DA (KEPServerEX en aquest cas). Per tant, OPC DA Client és la interfície del sistema PI.

Finalment, la interfície OPC DA Client envia les dades traduïdes al servidor PI per a poder ser utilitzades a PI ProcessBook.

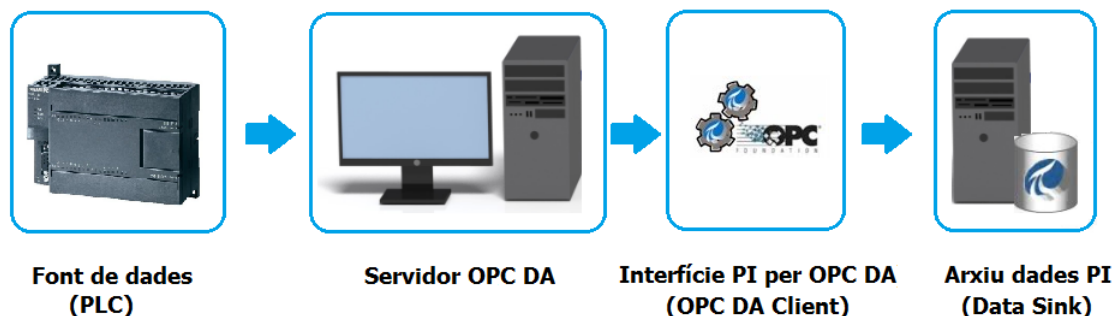


Figura 5.3. Processat de les dades obtingudes.

KEPServerEX és una aplicació desenvolupada per Kepware, que és una empresa que desenvolupa solucions avançades de software de comunicació industrial. Kepware forma part de la fundació OPC (Object Linking and Embedding for Process Control).

OPC és un estàndard de comunicació per a supervisió i control de processos industrials, i com a tal ofereix una interfície comuna per a que components de software puguin interactuar i compartir dades tot i no compartir característiques.

KEPServerEX és, segons Kepware, una plataforma flexible i escalable per a connectar, gestionar, monitoritzar i controlar diferents dispositius i aplicacions de software utilitzats en automatització industrial. Permet la millora de les operacions i la presa de decisions en tots els nivells d'una empresa.

Els beneficis que proporciona el KEPServer EX són la interoperabilitat, comunicació centralitzada, escalabilitat segons demanda i robustesa industrial. La interoperabilitat permet treballar en base a diferents marques de PLC's, tals com Siemens, Omron, GE, etc. La comunicació és centralitzada perquè permet combinar dades de diverses fonts, reduint, d'aquesta manera, el nombre de servidors necessaris alhora que trànsit de la xarxa de dades. La robustesa la verifica el bon resultat que ha donat en diversos entorns industrials.

El software d'aquest server està dissenyat per a comunicacions molt exactes, disponibilitat immediata i possible comunicació entre dispositius de diferents consumidors. Aquest fet és possible gràcies a la gran quantitat de drivers disponibles, que s'adapten a les necessitats reals de comunicació.

L'estructura del server és una arquitectura client/servidor. Aquest disposa de quatre modes de funcionament: configuració, runtime (temps d'execució), administració i registre d'esdeveniments. El mode configuració és la interfície que utilitza l'usuari per a modificar el runtime. El runtime és el temps durant el qual s'executa un projecte. El mode administració s'utilitza per a visualitzar i modificar paràmetres d'un projecte. El registre d'esdeveniments recull informació tal com la data, el temps i la font de missatges d'advertència, d'error i de seguretat.

Les dades a emmagatzemar han d'estar ben identificades. Per aconseguir-ho es creen una sèrie de Tag's.

Un Tag és el nom que representa una adreça que conté un PLC o qualsevol altre dispositiu que es comuniqui amb el server.

Quan es crea un Tag s'ha de definir:

- Nom del Tag: Paràmetre que es defineix mitjançant caràcters, que representarà les dades disponibles que es corresponen.
- Adreça del Tag al PLC: S'ha d'introduir l'adreça que representa l'equip en qüestió en planta per a ser representada per el nom definit.
- Descripció: S'utilitza per afegir una descripció al nom del Tag. D'aquesta manera es dóna informació addicional que pot ser necessària en cas de dubte.
- Tipus de dada: S'especifica el format de les dades que ha de proporcionar el Tag.
- Accés de l'usuari: Es defineix el tipus d'interacció que podrà tindre l'usuari, que pot ser només llegir, o bé llegir i escriure (editar).
- Velocitat d'escaneig: Per defecte serà de 100 milisegons, però si necessitem consultar una dada més o menys sovint es pot ajustar.

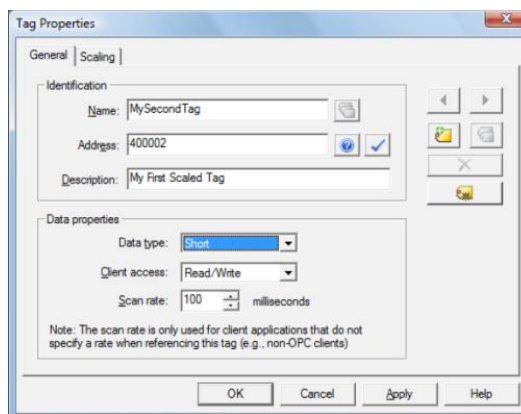


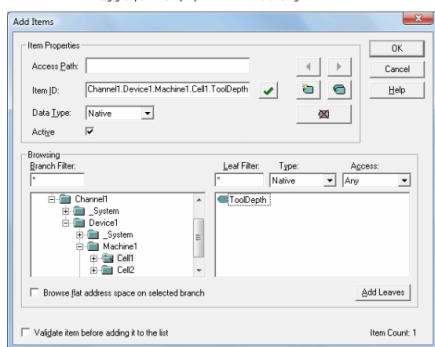
Figura 5.4. Finestra per a crear Tag's de l'aplicació KEPServerEX.

És important a l'hora de crear un Tag al servidor saber el tipus de dada que conté (booleà, caràcters, byte, etc.). En l'aplicació que es crea, mitjançant l' SCADA existent s'ha fet una recerca de tipus de dades, i s'ha conclòs que totes estan definides com a Boolean o com a DWord.

El Boolean té dos estats possibles: verdader o fals, 1 o 0, tancat o obert. El DWord té fins a 32 valors enters possibles. Amb aquest últim tipus de dades es poden definir diversos estats a un mateix equip, com per exemple: aturat, aturant-se, engegant-se, engegat, fallada.

Tag Group Properties

From an OPC client standpoint, tag groups allow users to segregate OPC data into smaller tag lists, making finding specific tags easier when browsing the server. The following image used the supplied OPC Quick Client to create Cell1 and Cell2 tag groups and simplify the OPC client browsing.



To add a new tag group to the project, right-click on either an existing device or tag group branch and select **New Tag Group** from the context menu. Alternatively, click on either an existing device or tag group branch and then click the **New Tag Group** icon on the toolbar.

- Ítem actiu
- Ítem inactiu
- No es pot afegir l'ítem al grup

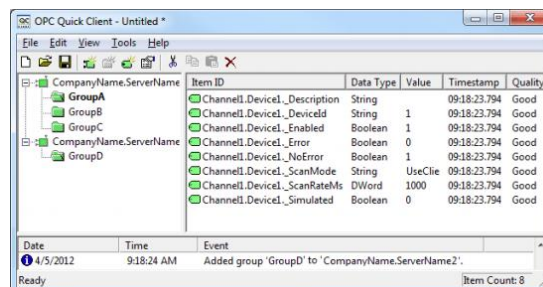


Figura 5.5. Finestres adhesió i estat del OPC DA Client

La finestra de grups mostra la llista de connexions amb els servidors així com els seus grups d'objectes continguts. La finestra de ítems mostra la llista dels Tags del grup, així com la informació continguda (identificador, tipus de variable, valor actual, data i hora i qualitat de la senyal). La finestra de registre de missatges crea un històric els missatges generats per l'aplicació.

Els ítems són les dades de les quals es pot obtenir informació a través del servidor OPC. Un ítem ve especificat per les següents propietats:

- ID de l'ítem: Especifica l'ítem del servidor OPC server que s'utilitzarà com a dada de referència.
- Ruta d'accés: Completa la definició de l'ítem. No és requerida.

- Tipus de la dada: Especifica el tipus de dada que és utilitzada entre la comunicació del OPC server i el OPC Quick Client. És important per a saber la mida, el tipus de registre i la memòria necessàries a les que s'ha d'adreçar.
- Estat activat: Determina l'estat inicial de l'ítem.

Per a utilitzar les dades emmagatzemades a l'aplicatiu que es vol crear s'utilitza el servidor PI. Aquest servidor emmagatzema i organitza les dades en forma d'esdeveniments. Cadascun dels esdeveniments sorgits en un instant de temps té un valor concret.

Una vegada s'han creat els Tags al KEPServerEX s'han d'importar mitjançant una fulla de càlcul mitjançant el PI DataLink. Aquest afegit d'OSIsoft a Microsoft Excel permet analitzar, comparar i generar informes sobre les dades recollides.

Microsoft Excel, ja que permetrà editar extenses llistes de Tags, a més a més d'una fàcil edició en cas de modificació de qualsevol de les característiques especificades. Aquest Excel haurà de contenir un registre d'encapçalament i un registre per a cada Tag que es vulgui importar. És important que els títols que contingui la capçalera siguin en anglès.

Per a gestionar els PI Tags s'utilitza una fulla d'excel configurada per a poder-los importar/exportar i que aquests puguin ser actualitzats en temps real per el servidor.

Aquesta fulla excel té una capçalera que indica totes les dades a introduir per a que les dades es puguin interpretar correctament. A continuació es defineix aquesta capçalera:

- Tag: Identificador de la dada. Indica la zona, sistema on està contingut l'equip, tipus d'equip i nom d'aquest.
- descriptor: Es fa la descripció completa de la dada per no tenir dubtes de l'equip que s'analitza.
- digitalset: Indica l'estat que tindrà la dada mostrada.
- instrumenttag: Indica on està emmagatzemada i d'on s'ha de llegir la dada dins el servidor virtual.
- pointsource: Indica el tipus de dada que ha de ser llegida en cas d'estar configurada en dues tipologies (el valor s'agafa directament o existeix un calculat).
- pointtype: Indica el tipus d'entrada de la dada (analògica o digital).
- scan: Indica la velocitat d'escaneig de la dada.
- Zero: Indica que el valor mínim és 0.
- span: Indica el valor màxim que pot assolir la dada.
- step: Indica l'avanç del pas per scan.

Tal i com ja s'ha comentat anteriorment, les dades creades són de tipus boolean i DWord. A continuació es mostra, a mode d'exemple, una representació de totes les dades creades. Totes les dades han estat creades mitjançant la mateixa plantilla i com a variació només es canviaria el nom de l'equip respecte les que es presenten.

Per a l'aplicació de recollida de pols de la planta es necessitaran totes aquelles dades referents a les rotatives de les bases dels ciclons, les soplants de cadascuna de les línies d'extracció de pols, els relés de seguretat dels ciclons que en continguin, els nivells (sensors) de les tolves i ciclons, i l'estat de les vàlvules de les línies.

La combinació de valors que s'obtingui de les dades a cada instant ajudarà a trobar la causa de cada possible alarma que es dispari.

També serà importat afegir les alarmes creades en el seu moment per a l'SCADA de la planta. Aquestes alarmes tindran el seu Tag corresponent al PI ProcessBook.

Taula 5.1. Mostra de les dades creades a PI per a poder ser utilitzades a l'aplicatiu PI ProcessBook.

Tag	descriptor	digitaset
Coccio2_Recollida_Pols_Rotativa_D05101_PLC_VAL	Rotativa recollida pols cicló CY5101 (D-05101)	MARCHA/PARO
Coccio2_Recollida_Pols_Soplant_D05202_PLC_VAL	Soplant recollida pols cicló CY5201 (D-05202)	MARCHA/PARO
Coccio2_Recollida_Pols_Rele_Seguretat_ZSS03041_PLC_VAL	Relé seguretat recollida pols cicló CY3042 (ZSS03041)	TANCAT/OBER
Coccio2_Recollida_Pols_Linia_6036_Alarma_PLC_VAL	Risc incendi linia 6036 recollida pols C2	ALARMA
Coccio2_Recollida_Pols_Silo_Subproducte_Nivell_Alt_PLC_VAL	Nivell alt silo subproducte recollida pols (LS-07001)	TRUE/FALSE
Extrusio_Recollida_Pols_COEX_Rotativa_125_D161_PLC_VAL	Rotativa recollida de polvs secadero COEX (125_D161)	MARCHA/PARO
Extrusio_Recollida_Polvs_DX_Filtre_Aspiracio_060_XC100_PLC_VAL	Filtre inici aspiració aire cicló 60-F100 (060_XC100)	MARCHA/PARO
Extrusio_Recollida_Pols_DX_Soplant_425_D170_PLC_VAL	Soplant recollida de polvs piggy back 5-6 DX (425_D170)	MARCHA/PARO
Rec2_Subproducte_Tolva_HV10260A_PLC_VAL	Rec2 Tolva subproducte Vàlvula HV-10260A PLC VAL	Status_Valvula
Rec2_Subproducte_Tolva_LSH10260_AL_PLC_VAL	Rec2 Tolva subproducte Nivell LSH-10260 Alarma PLC VAL	Nivell_MAX

instrumenttag	pointsource	pointtype	scan	Zero	span	step
COCCIO2.MCC_D_E.Recollida_Pols_Rotativa_D05101	Z	digital	1	0	1	1
COCCIO2.MCC_D_E.Recollida_Pols_Soplant_D05201	Z	digital	1	0	1	1
COCCIO2.MCC_B_C.Recollida_Pols_Rele_Seguretat_ZSS03041	Z	digital	1	0	1	1
COCCIO2.MCC_D_E.Recollida_Pols_Linia_6036_Alarma	Z	digital	1	0	2	1
COCCIO2.MCC_D_E.Recollida_Pols_Silo_Subproducte_Nivell_Alt	Z	digital	1	0	1	1
EXTRUSIO.EXTRUSIO.Recollida_Pols_COEX_Rotativa_125_D161	Z	int32	1	0	1	1
EXTRUSIO.EXTRUSIO.Recollida_Pols_DX_Filtre_Aspiracio_060_XC100	Z	int32	1	0	10	1
EXTRUSIO.EXTRUSIO.Recollida_Pols_DX_Soplant_425_D170	Z	int32	1	0	1	1
REC2.REC2.Subproducte_Tolva_HV10260A	Z	digital	1	0	1	1
REC2.REC2.Subproducte_Tolva_LSH10260_AL	C	digital	1	0	2	1

Una vegada definits tots els camps necessaris es procedeix a exportar aquests Tags al servidor PI virtual i a continuació es tornen a importar per a que es rebin les dades en temps real. Una vegada ja es tenen les dades a temps real de la planta, el pas següent és configurar l'aplicatiu PI ProcessBook.

Per a configurar l'aplicatiu s'han necessitat un total de 219 Tags, distribuïts de la següent forma:

- 43 Rotatives.
- 40 Soplants.
- 16 Relés de seguretat.
- 39 Detectores de nivell.
- 3 Filtres.
- 60 Electro-vàlvules.
- 18 Alarmes.

5.3 OSisoft PI ProcessBook

OSisoft PI ProcessBook és una interfície visual confeccionada per OSisoft, LLC, que es dedica al desenvolupament de software per a l'aplicació de recollida de dades a temps real anomenada PI System.

PI ProcessBook és una eina de software que permet visualitzar dades mitjançant diagrames gràfics intuïtius.

Les seves característiques són:

- Eficax visualització de dades en temps real i històrics emmagatzemades al PI System i altres fonts.
- Crea pantalles gràfiques interactives que es poden guardar o bé compartir.
- Es pot programar mitjançant Microsoft Visual Basic, fet que permet major versatilitat per a la conformació de l'aplicació.

La seva utilització ofereix veure un procés industrial en temps real, així com comparar l'estat present respecte estats passats i analitzar l'entorn del procés des de qualsevol PC situat en qualsevol indret. Proporciona una gran manejabilitat del procés gràcies al seu ràpid processament i tractament de les dades obtingudes per a la gestió d'alarmes.

PI ProcessBook permet crear diverses pantalles de "ProcessBooks" en una mateixa versió a l'aplicació. És a dir, dins d'un arxiu creat de ProcessBook s'hi poden trobar conjunts d'entrades de desplegable. Cadascuna d'aquestes entrades mostrarà les dades de procés que se'n corresponguin amb la forma que s'hagi decidit dissenyar. Un ProcessBook és el contenidor de la informació i anàlisi del procés que s'està monitoritzant.

Cadascun dels desplegable inclouen dades de Tags que provenen del servidor virtual PI. Un servidor PI permet visualitzar dades del procés en temps real o en punts discrets en el temps. Cada vegada que la lectura d'un Tag canviï de valor, PI ProcessBook ho comunicarà al servidor de PI i, aquesta, serà registrada.

PI emmagatzema les seves dades en un base de dades registrada en referència al temps que recopila, guarda i recupera dades numèriques. Aquest arxiu resideix en un ordinador host, que és aquell que funciona com a punt d'inici i final de transferència de dades, que està connectat a l'ordinador mitjançant el servidor virtual PI i la seva xarxa.

Donat que la base de dades es registra en base al temps, les dades s'han de consultar mitjançant el temps. Hi ha tres tipus d'expressions de temps a contemplar: temps relatiu, temps combinat i temps absolut. A continuació es presenta una taula, a mode d'exemple, que mostra com utilitzar les sintaxis de temps:

Taula 5.2. Sintaxis de temps al PI.

Cadena de temps PI	Significat
06-dic-91 15:00:00	03:00:00 PM el 6 de desembre de 1991
*	Hora actual (temps real)
25	00:00:00 (mitjanit) del dia 25 del mes actual
25-ago-92	00:00:00 (mitjanit) del 25 d'agost de 1992
8:	08:00:00 de la data actual
25 8:	08:00:00 del dia 25 del mes actual
hoy	00:00:00 de la data actual (avui)
a	00:00:00 de la data anterior (ahir)
dom, lun, mar, mié, jue, vie, sáb	00:00:00 de dilluns, dimarts,... més recent dissabte
*-1h	Fa una hora
t+8h	08:00:00 AM d'avui
lun+14.5h	14:30:00 del passat dilluns
sáb-1m	23:59:00 del passat divendres

6 Qualitat en el procés industrial. Eines de qualitat i millora.

La gran competitivitat entre companyies que ha provocat la globalització, ha fet que, aquelles que vulguin tant destacar com sobreviure, hagin d'aplicar models de gestió com a eina necessària, així com establir una estratègia per assolir l'excel·lència en el seu sector. Un client és captat per la companyia a través del concepte de garantia de qualitat

La garantia de qualitat, continguda dins un sistema de qualitat, engloba el control de la qualitat i a més a més té en compte el concepte de prevenció, que procura que els errors no arribin a produir-se. Aquesta consisteix en un conjunt d'activitats planificades i sistemàtiques que es duen a terme per tal de garantir que es compleixen els requisits de qualitat per part de la companyia.

Un sistema de qualitat el formen:

- Estructura organitzativa
- Procediments
- Processos
- Recursos necessaris per implantar la gestió de la qualitat

La qualitat és el grau en què un conjunt de característiques s'adapta als requeriments d'un producte, sistema o servei i la fan apta per a satisfer les necessitats d'aquests que especifica el client.

Un client és el destinatari d'un producte o servei a subministrar. Hi ha quatre tipus de clients, i s'han de satisfer les necessitats de cadascun d'ells:

- Client intern: treballadors, ...
- Client extern: compradors, proveïdors, ...
- Propietaris: accionistes, ...
- Societat: entorn mediambiental, entorn social, ...

L'objectiu que té aplicar un sistema de gestió de qualitat és la millora contínua. Un procés de millora contínua és un esforç continu per a millorar els productes, serveis o processos desenvolupats per una organització. L'objectiu de la millora contínua és la identificació, reducció i eliminació de processos que no són òptims i es basa en passos graduals, fet que provoca un increment progressiu de la qualitat, la competitivitat i la productivitat en entorns canviants. El cicle PDCA de Deming reflecteix el concepte de millora contínua Figura 6.1.

Quan ja s'ha assegurat el sistema de Gestió de Qualitat, aquest ha de ser millorat constantment. La recerca continuada de la satisfacció de tots els clients de l'empresa és l'objectiu de la Gestió de la Qualitat Total.

Per a fer que un sistema sigui eficient, s'haurien de seguir els 8 principis de la qualitat total:

- Orientació al client: S'han de comprendre les necessitat que té el client per a poder cobrir-les i, alhora, s'han de procurar superar, per tal que aquest quedi satisfet i càpiga la possibilitat que torni a confiar en l'empresa.
- Lideratge: Els líders s'han d'encarregar de dirigir, delegar i preparar la feina per tal de crear i mantenir un bon ambient de treball, fent que tot el personal s'involucri al 100 % en les tasques.
- Participació del personal: La col·laboració del personal aporta diversos punts de vista, que poden ser moltes vegades interessants, que poden ser utilitzats en benefici de l'empresa.

- Enfocament basat en la gestió per processos: El fet de basar la manera de fer en el procés fa que es puguin relacionar activitats amb recursos, minimitzant procediments doblats, i assolir un resultat més eficient.
- Enfocament del sistema per a la gestió: La visualització per processos ha de servir per a procurar identificar-los i entendre'ls con a un únic sistema.
- Millora contínua: És important no deixar de determinar metes una vegada assolides les anteriorment marcades, la millora contínua és important per continuar tenint èxit o arribar a assolir-lo.
- Presa de decisions basada en fets: Les decisions que s'hagin de prendre sempre hauran de ser basades en fets i dades recollides que els donin suport.
- Relacions mútuament beneficioses amb els proveïdors: S'ha de plantejar la relació proveïdor – client de manera que ambdós puguin treure benefici de la opció escollida.

6.1 Cicle PDCA de Deming

Als voltants dels anys 50 apareix Edwards Deming (1900-1993), que planteja la qualitat com a arma estratègica. Va demostrar que els sobre costos es generen quan no hi ha una planificació de les tasques a realitzar en un procés. Per Deming la qualitat era tot allò que fes estalviar a l'empresa i, alhora, complir amb el client.

El cercle de qualitat proposat per Deming ajuda a localitzar el problema i plantejar la solució i resolent el problema des del principi. Les quatre etapes que conformen el cercle són: Plan, Do, Check, Act (Planejar, Actuar, Verificar, Fer).

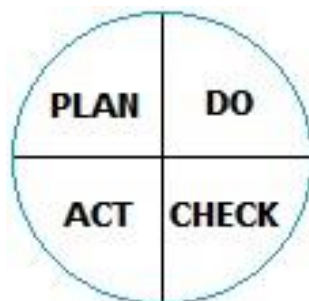


Figura 6.1. Cicle PDCA de Deming.

- Plan: L'equip posa una meta, analitza el problema i es defineix el pla d'acció.
- Do: S'executa i registra el pla d'acció dissenyat.
- Check: S'analitza el resultat obtingut en l'execució del pla d'acció.
- Act: Es decideix si es requereix d'alguna modificació per a la millora segons les dades aconseguides.

El cercle de qualitat deriva en una eina per assegurar la millora contínua, donat que és una eina cíclica que ajuda a estar constantment sobre allò que s'està analitzant.

Aquest projecte de millora sorgeix a partir d'un ticket d'incident creat arrel dels problemes sorgits a la planta. Per a solucionar-lo es plantegen una sèrie de possibles solucions, la qual acaba sent l'escollida la utilització de l'aplicatiu PI ProcessBook. Es conforma, o planeja, un disseny que s'adapti als requisits. S'aplica aquesta solució a la planta i es verifica que funciona. Per últim s'apliquen al procés totes aquelles mesures que ajuden a millorar el procés a partir d'un anàlisi d'aquest mitjançant l'aplicatiu.

Gràcies a l'aplicatiu PI ProcessBook s'ha observat un error en les seqüències d'aturada del sistema de recollida de pols, provocant l'acumulació d'aquesta en les tolves. Es decideix reajustar els intervals de temps d'aturada dels equips implicats. S'observa que el problema s'ha reduït considerablement amb aquest reajustament.

La solució progressiva de problemes permet trobar-ne la causa arrel. El cicle PDCA assegura que es resolguin els problemes progressivament tenint molt clar l'objectiu a assolir i, per tant, no malgastant temps per voler abastir la totalitat del problema d'un sol cop, que la gran majoria de vegades provoca desorientació i afegeix nous problemes.

6.2 Control estadístic del procés

El control estadístic del procés es basa en gràfics de control realitzats a partir de dades reals per a detectar variacions en el procés. Per tant, la seva comesa és la de motoritzar el procés i les seves variacions.

Aquest control estadístic dóna informació sobre la qualitat del procés i, si aquesta s'analitza i interpreta correctament, indicarà si el procés està sota control i és capaç.

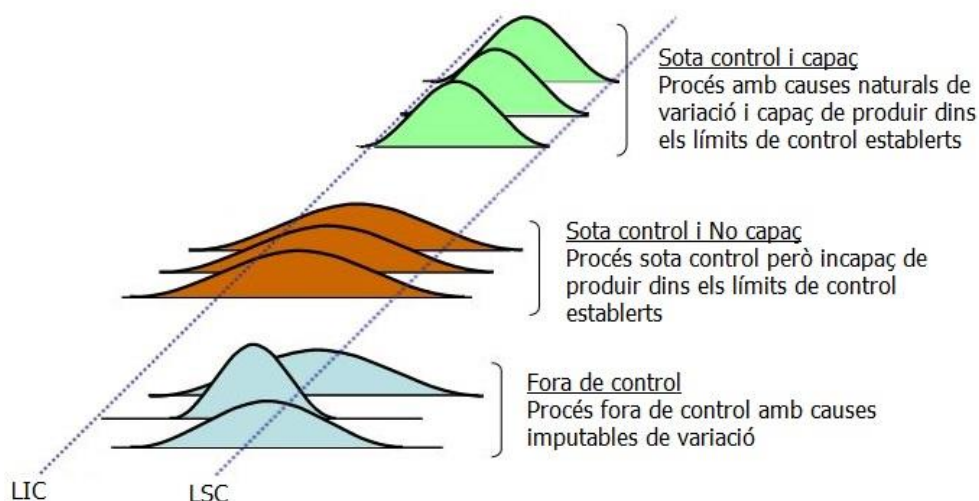


Figura 6.2. Possibles resultats en un anàlisi de dades de procés.

Dins el control estadístic de qualitat s'utilitzen variables i atributs que formen part del mostreig d'acceptació. A partir d'aquests ítems es conformen els gràfics per a variables i atributs. Les variables, que són en gran majoria aleatòries, són característiques que es poden mesurar, mentre que els atributs són característiques basades en els defectes.

Una variable aleatòria és una característica que pot ser mesurada adoptant diferents valors en cadascun dels casos d'un mateix estudi.

La distribució de probabilitat d'una variable aleatòria és una funció que assigna a cada succés definit sobre la variable aleatòria la probabilitat que aquest succés passi. La freqüència absoluta i relativa formen part de l'estudi de distribució de probabilitat. Mentre que la primera és el nombre de vegades que es repeteix una observació o valor de la variable, la segona és el quocient entre la mateixa freqüència absoluta i el nombre total d'observacions realitzades. La variabilitat d'un procés depèn de 5 factors: mà d'obra, maquinària, matèria primera, medi ambient i el mètode.

En fenòmens reals la distribució de probabilitat que més es produeix és la de variable contínua. La corba que es forma amb aquesta distribució s'anomena campana de Gauss, i sota aquesta hi ha el 100 % de les dades.

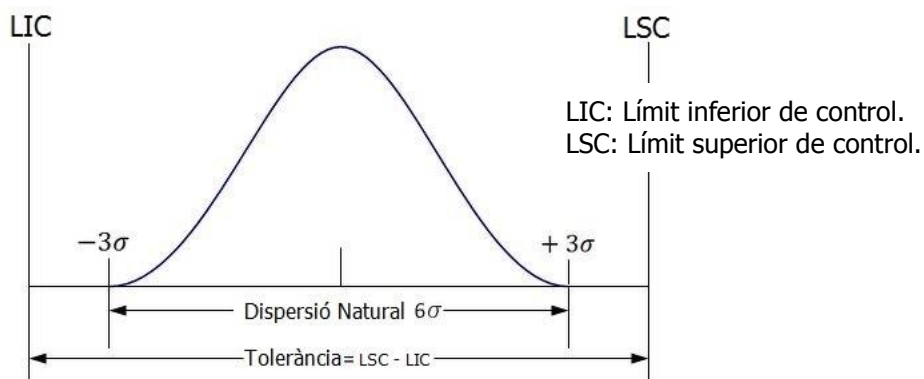


Figura 6.3. Corba campana de Gauss que conté el 100 % de les dades recollides.

S'anomena interval de confiança a dos nombres entre els que s'estima que estarà cert valor desconegut, amb una determinada probabilitat d'encert. La probabilitat d'èxit en l'estimació s'anomena nivell de confiança.

Aquesta distribució es parametritza a partir de 6 valors:

- Mitjana: És la suma de tot el conjunt de nombres finits dividida entre el nombre de sumands.
- Mediana: És el valor de la variable que deixa el mateix nombre de dades abans i després que ell, un cop ordenats aquests. El conjunt de dades menors o iguals que la mediana representaran el 50 % de les dades, el conjunt de dades restant, amb valors superiors a la mediana, representaran l'altre 50 %.
- Moda: És el valor amb una major freqüència en una distribució de dades.
- Rang o recorregut: Diferència entre el valor més alt i el més baix en un conjunt de dades.
- Desviació típica: És l'arrel quadrada de la variància.
- Variància: Mesura de que tan a prop o de que tan lluny estan els diferents valors de la seva pròpia mitjana aritmètica.

Un procés sota control és aquell en el que només actuen les causes aleatòries perquè s'han eliminat les causes esporàdiques. Un procés capaç és aquell que té l'aptitud adequada per aconseguir que el producte estigui dins la tolerància.

Els gràfics de control de procés són diagrames en els quals es representa el comportament d'un procés en el temps a través dels valors d'un estadístic associat amb una característica de qualitat del producte. Permeten realitzar hipòtesis sobre una de les característiques del procés. Mostren canvis produïts en el procés que permeten introduir correccions abans que el procés estigui fora de control.

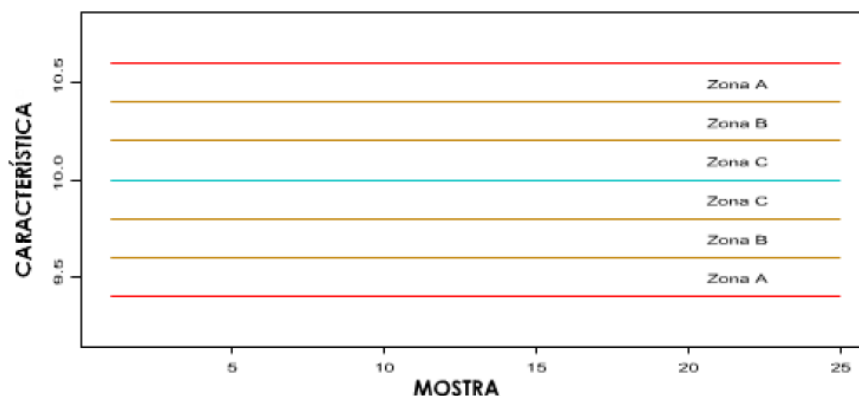


Figura 6.4. Zones d'un gràfic de control 3 sigma.

Per a determinar si el procés està sota control, les mostres han d'estar dins dels límits de control i han de presentar un comportament aleatori. Les regles d'aturada són estructures periòdiques que proporcionen informació sobre tipus de causes que poden estar afectant al procés. Són sis regles que si es produeixen indiquen que el procés podria no estar sota control:

- Un punt fora de la Zona A.
- Set punts en fila, tots creixents o decreixents.
- Catorze punts en fila, alternant amunt-avall.
- Quinze punts en fila, tots a la zona C.
- Dos de cada tres punts consecutius a la zona A.
- Estructures periòdiques.

Les gràfiques de control realitzades es trobaran a l'apartat de resultats corresponent a procés capaç/ procés sota control.

Aquestes gràfiques s'utilitzaran per a saber l'estat inicial del procés i fer un seguiment de l'evolució del procés de forma contínua aplicant millores com ara incorporació de nous equips de mesura (senyors).

Les gràfiques de control es proposen i s'instauen com a eina de qualitat el gener de 2015, i es pretén que siguin l'eina diària de control del procés a l'empresa en endavant.

La variable a analitzar seran els paquets de producte recollits al final de línia, per tant els gràfics resultants seran una mica "especials" i es comentarà en el mateix apartat de resultats.

6.3 Anàlisi Modal de Falles i Efectes (AMFE)

L'Anàlisi Modal de Falles i Efectes (AMFE) és una metodologia que s'aplica a cada etapa del procés, on s'identifiquen les fallades potencials que poden incomplir les especificacions del procés, les seves conseqüències internes o externes, la freqüència amb la que es pot produir la fallada i l'eficàcia dels controls que s'estan realitzant.



Cadascun dels trets anteriorment citats s'identifica amb un índex que permetrà calcular l'Índex de Prioritat de Risc (IPR), mitjançant el qual es prioritzaran les causes sobre les que s'haurà d'actuar per evitar les possibles fallades. Els índex, als quals s'ha d'assignar un valor entre 1 i 10 segons l'efecte que té sobre el que s'avalua (1: cap efecte, 10: major efecte), són els que es presenten a continuació:

- S: Nivell de severitat.
 - O: Nivell d'incidència.
 - D: Nivell de detecció.
- $$IPR = S \times O \times D$$

Donat que el problema prioritari ja està definit, que és la pols a la planta i conseqüentment al producte, i no és assumible, es procedirà a disminuir la seva gravetat. Aquesta es pot reduir actuant els tres índex (S, O, D). Es pot actuar per a que si passa, sigui menys sever, per a que passi menys sovint o per a que si passa es detecti abans d'entregar el producte al client.

L'objectiu final de l'anàlisi AMFE és tindre la fallada controlada, havent actuat per a disminuir el IPR.

Taula 6.1. Valoració dels índex de gravetat de la fallada.

	SEVERITAT	FREQÜÈNCIA	DETECCIÓ
10 MOLT ALTA 	<ul style="list-style-type: none"> Efecte perillós Fallada sistema Incompliment regulacions 	<ul style="list-style-type: none"> Molt alta Fallada gairebé inevitable 	<ul style="list-style-type: none"> No hi ha mètodes de detecció Mètode no detecta la causa/fallada
8 ALTA	<ul style="list-style-type: none"> Client molt insatisfet Sistema inoperable però segur 	<ul style="list-style-type: none"> Alta Fallades repetides 	<ul style="list-style-type: none"> Probabilitat alta de fallada de detecció
6 MITJA	<ul style="list-style-type: none"> Client molest Rendiment degradat del sistema, però servible i segur Pèrdua parcial de funció 	<ul style="list-style-type: none"> Moderada Fallada ocasionals 	<ul style="list-style-type: none"> Probabilitat moderada de fallada de detecció
4 BAIXA	<ul style="list-style-type: none"> Client lleugerament molest Lleuger efecte en sistema o rendiment Detectat per la majoria d'usuaris 	<ul style="list-style-type: none"> Baixa Pocs fallades 	<ul style="list-style-type: none"> Probabilitat baixa de fallada de detecció
2 MÍNIMA 	<ul style="list-style-type: none"> Client no molest Mínim efecte en sistema o rendiment Detectat per clients específics 	<ul style="list-style-type: none"> Remota Fallades improbables 	<ul style="list-style-type: none"> Probabilitat mínima de fallada de detecció El control detectarà la fallada gairebé amb seguretat

A continuació es calcula el IPR abans d'actuar, segons la taula de valoració que proposa AMFE, del problema que la pols provoca en l'empaquetatge del producte:

$$\left. \begin{array}{l} S = 10 \\ O = 7 \\ D = 8 \end{array} \right\} IPR = 10 \times 7 \times 8 = 560$$

L'índex de severitat és de 10 perquè la planta arriba a parar degut a les grans acumulacions de pols, que alhora augmenta el risc que el personal pugui patir incidents provocats per relliscades o per respirar partícules d'aquesta.

La freqüència és de 7 perquè el gran volum de pols que es desprèn del cereal s'acumula amb rapidesa, però al principi de cada producció, al haver netejat la planta, normalment no es produeixen accidents, reduint d'aquesta manera el corresponent índex; Netejar la planta forma part d'un procediment de millora continua anterior per a intentar solucionar el problema existent respecte la pols.

L'índex de detecció és de 8 perquè els sistemes utilitzats actualment no estan ben aprofitats i el personal, mentre no es produeix fallada, s'oblida que existeix el subproducte.

Al haver calculat l'índex IPR, resultant ser de 560, es veu com el risc no es pot assumir perquè és molt alt. Per tant, i al ser els tres índex molt elevats, s'ha d'actuar sobre cadascun dels tres índex per a intentar reduir l'equivalent.

Taula 6.2. Possibles mesures a adoptar per a la reducció dels índex de gravetat.

Índex de gravetat a reduir	Millora que es proposa	Impacte	
Severitat	Visualització de l'estat del nivell dels contenidors de subproducte.	SI	↑↑
		NO	↓
Freqüència	Visualització i historització de les dades i de les alarmes produïdes per a evitar repetir situacions crítiques.	SI	↑
		NO	→
Detecció	Clara identificació i representació dels equips. Formació continua per al personal afavorint l'atenció a la causa i la proposta de futures millores.	SI	↑↑↑
		NO	↓↓

7 Disseny i desenvolupament de la proposta adoptada

Per a dissenyar la solució proposada s'ha de crear un desplegable, o més concretament pantalla, de ProcessBook. Aquest desplegable contindrà tots els símbols necessaris per a crear un entorn operacionals amb les dades de producció en temps real.

A les pantalles del software es poden mostrar gran varietat d'ítems, com ara la representació esquemàtica d'una línia de producció completa amb detall. Les pantalles d'un desplegable poden estar relacionades entre sí, de manera que creant connexions es pot accedir a una pantalla des d'una vinculada.

Per a començar amb el desenvolupament es crearà un nou arxiu de ProcessBook (.piw), es decidirà un nom i s'executarà en mode edició. Una vegada creat l'arxiu, que s'anomenarà: SoluciódeQualitat, s'haurà de definir l'àrea de representació, que, inicialment, és molt més gran que la del monitor. Es tracta d'ajustar l'àrea de disseny a la resolució del monitor per tal que, una vegada acabada, es mostri per pantalla tot el necessari per a fer una identificació ràpida i eficaç de tot l'entorn a la vegada.

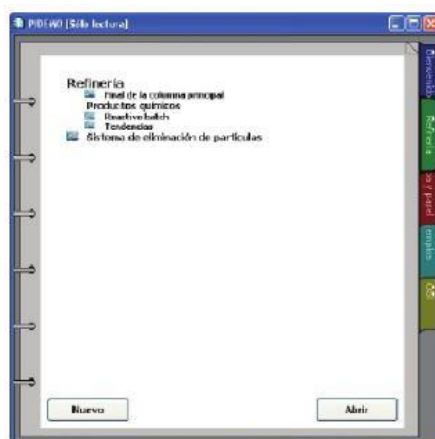


Figura 7.1. Visualització PI ProcessBook. Visualització de diversos arxius .piw en arbre.

L'entorn es dissenyarà de manera que sigui el més fidel possible a la planta real que es vol representar. Per a fer-ho viable s'utilitzaran símbols estàtics o dinàmics, a més a més d'un estudi intensiu de la situació de cadascun dels instruments dins la planta per a una correcta col·locació dins el disseny.

Els símbols estàtics són imatges que no canvien el seu estat amb el temps, mentre que els dinàmics són tals com valors, gràfics o símbols multi estat que canvien amb el temps basant-se en el valor d'un Tag de l'arxiu de PI.

Per tant, s'utilitzaran símbols estàtics per aquells elements que tinguin la finalitat només informativa en sentit de donar significat al conjunt a dissenyar i elements dinàmics per a aquells ítems als quals se'n vulgui obtenir informació.

Una vegada s'hagin definit tots els símbols necessaris per a poder fer un informe complet a partir de recollir les dades proporcionades per els equips de la planta es representaran els gràfics, eina mitjançant la qual es veurà l'històric d'estat de cadascun dels ítems.

A l'hora de conformar el procés s'ha de tenir en compte que ha de seguir uns estàndards, per tal que la informació proporcionada pugui ser interpretada ràpidament per qualsevol persona que hi estigui interessada. Per assegurar aquest estàndard es prendrà com a model la norma ISO 11064-5:2008: Disseny ergonòmic dels centres de control. Part 5: Dispositius de visualització i comandaments.

Per a la representació dels símbols dinàmics s'ha definit un codi de colors seguint, també, la norma ISO 11064:

- Verd: L'ítem està en funcionament i és correcte.
- Groc: Situació d'alerta en un ítem en funcionament, mesures correctores.
- Vermell: Funcionament incorrecte o averia en un ítem. Risc d'incendi/emissió.
- Color del símbol (en aquest cas gris): Ítem aturat.

Cada símbol dinàmic té assignat un Tag. Aquest Tag s'ha hagut de definir anteriorment tant al KEPServerEX com al PI. Mitjançant l'eina multi estat del ProcessBook s'assigna el Tag al ítem desitjat i, a més a més, es configura amb el codi de colors anteriorment descrit.

Per a definir els estats d'un símbol s'utilitzarà la finestra de símbols de varis estats que es mostra a la Figura 7.2 i la Figura 7.3. Seleccionant el símbol que es vol configurar s'obrirà la finestra referida on s'haurà d'inserir el Tag corresponent. Una vegada determinat el Tag s'haurà de definir el nombre d'estats que tindrà la variable i, per últim, per a cada estat, assignar el color que apliqui segons l'estàndard.

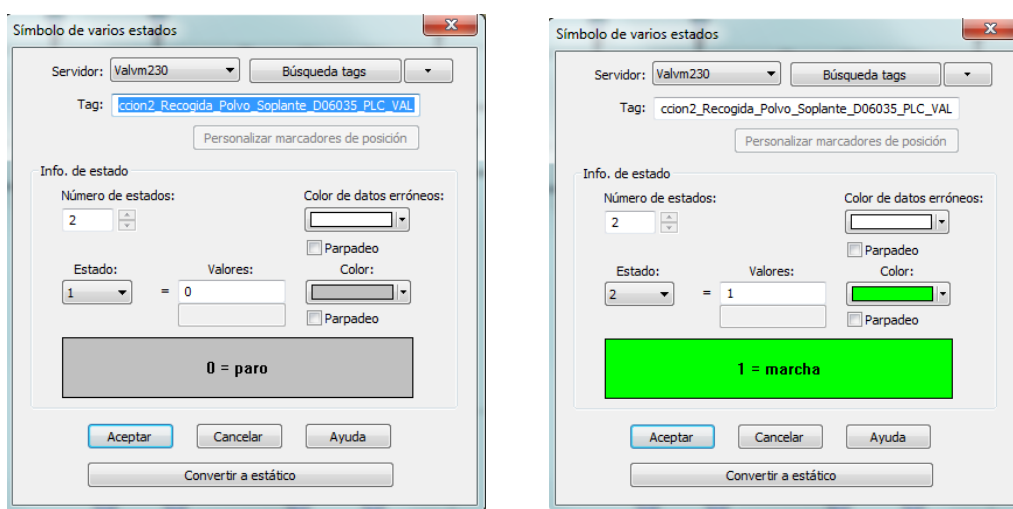


Figura 7.2. Configuració estats MARCHA/PARO d'una soplant.

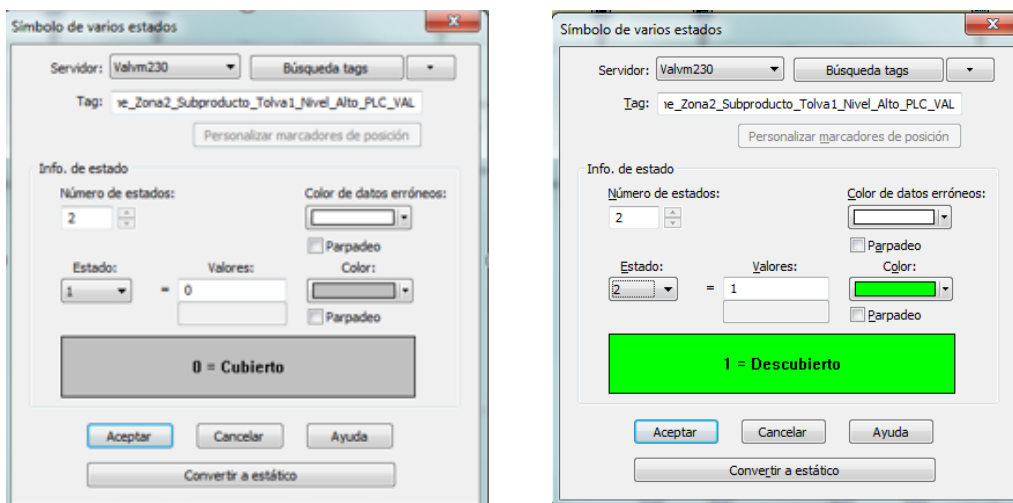


Figura 7.3. Configuració estats TRUE/FALSE del nivell d'una tolva.

A continuació es presenten les pantalles ja dissenyades de la planta que es proposen com a solució del problema de qualitat i ajudaran a solucionar-lo. En elles hi consta tot el sistema d'extracció de pols de la planta en qüestió, d'on, a partir de l'observació en temps real s'intentarà reconduir aquest sistema:

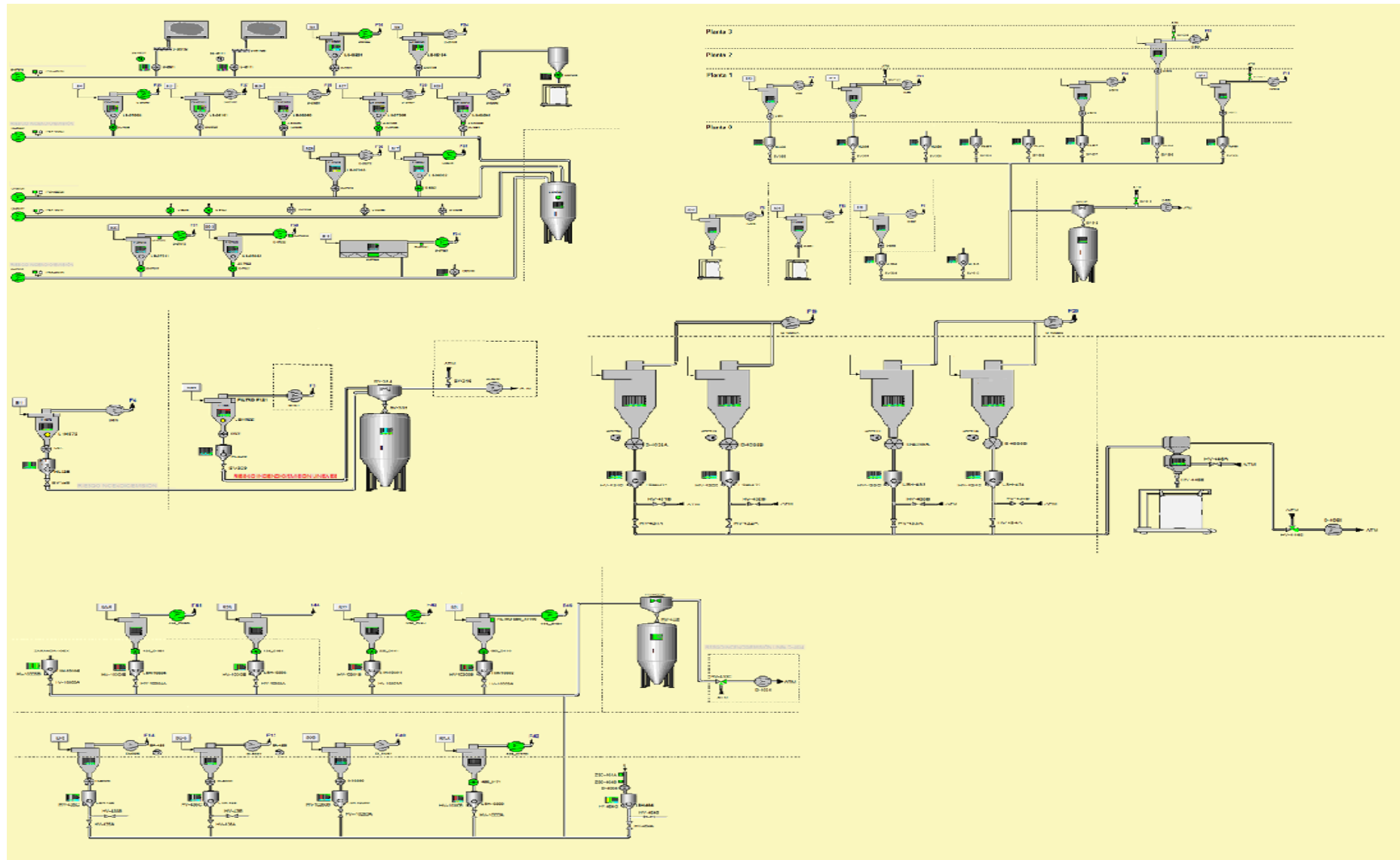


Figura 7.4. Vista completa del sistema d'extracció de pols dissenyat.

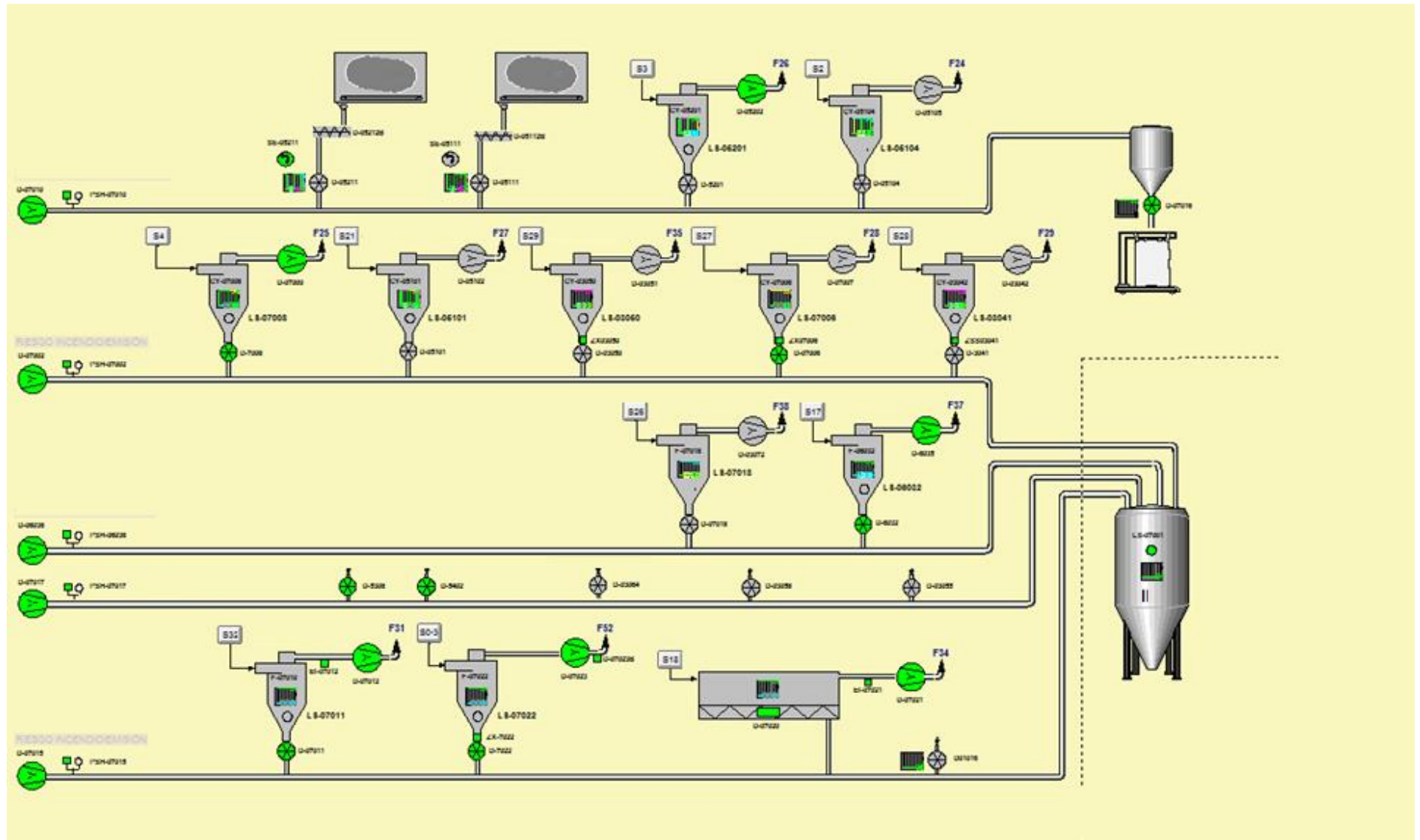


Figura 7.5. Detall zona d'extracció subproducte 1.

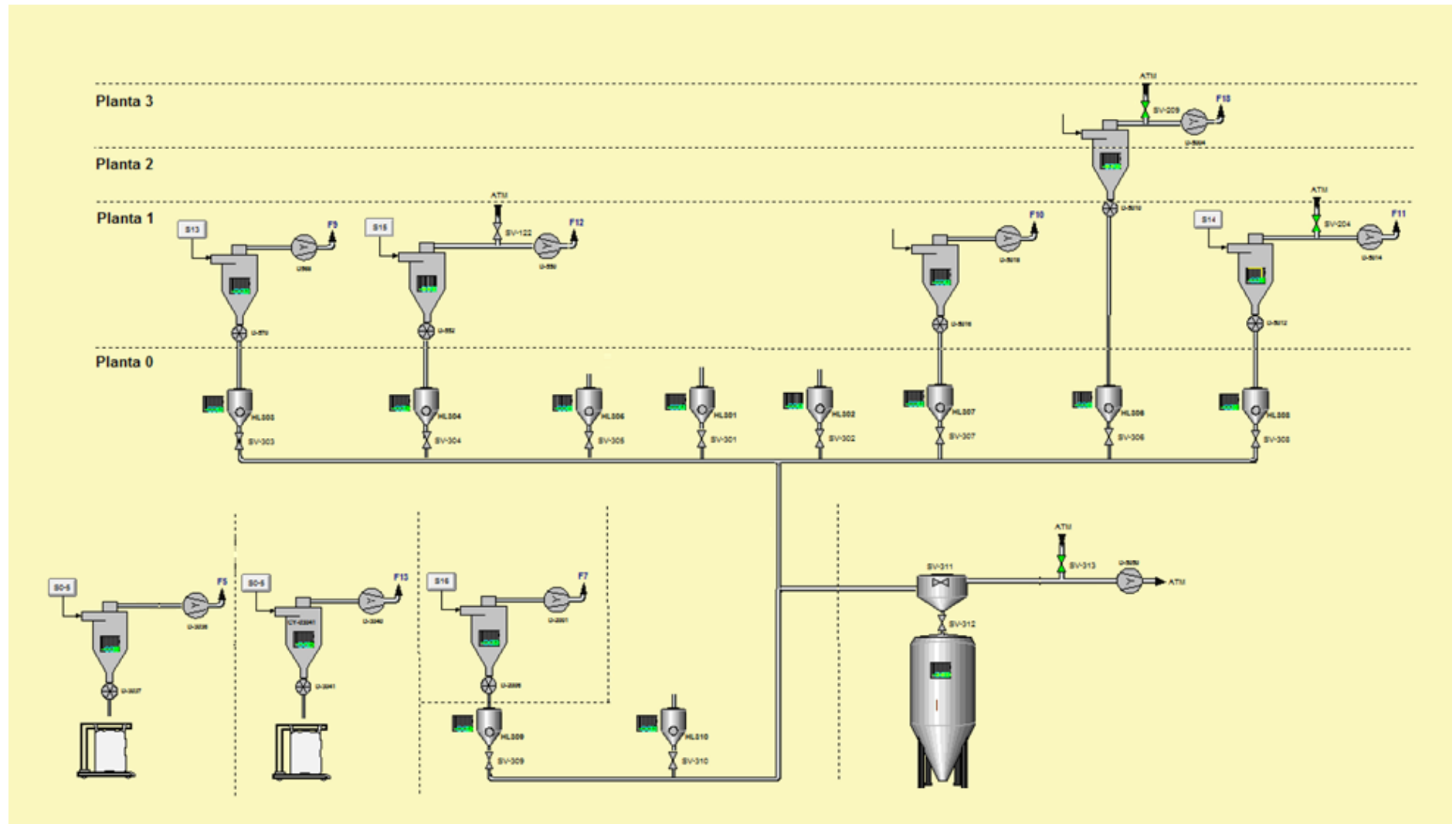


Figura 7.6. Detall zona d'extracció subproducte 2.

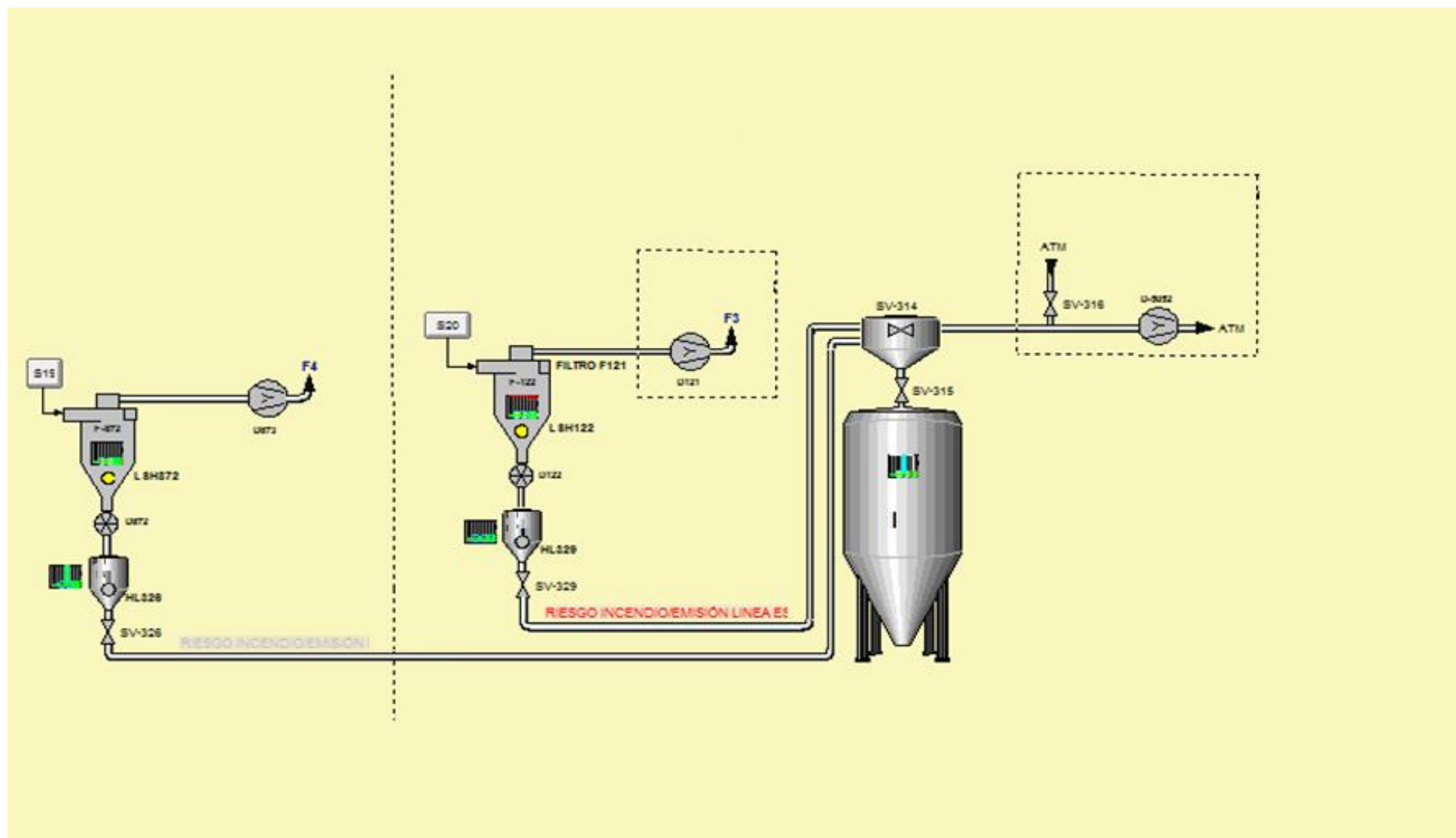


Figura 7.7. Detall zona d'extracció subproducte 3.

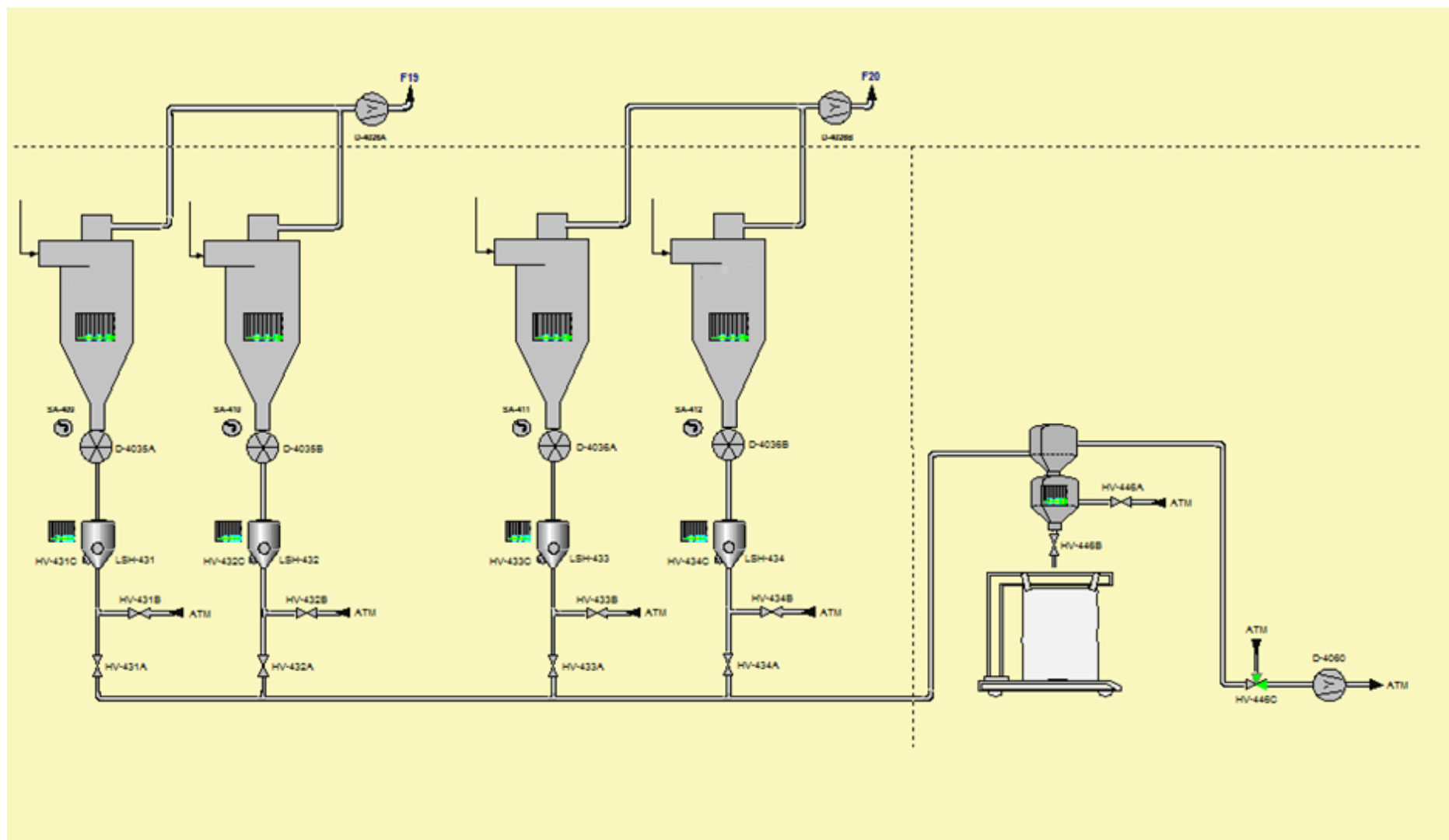


Figura 7.8. Detall zona d'extracció subproducte 4.

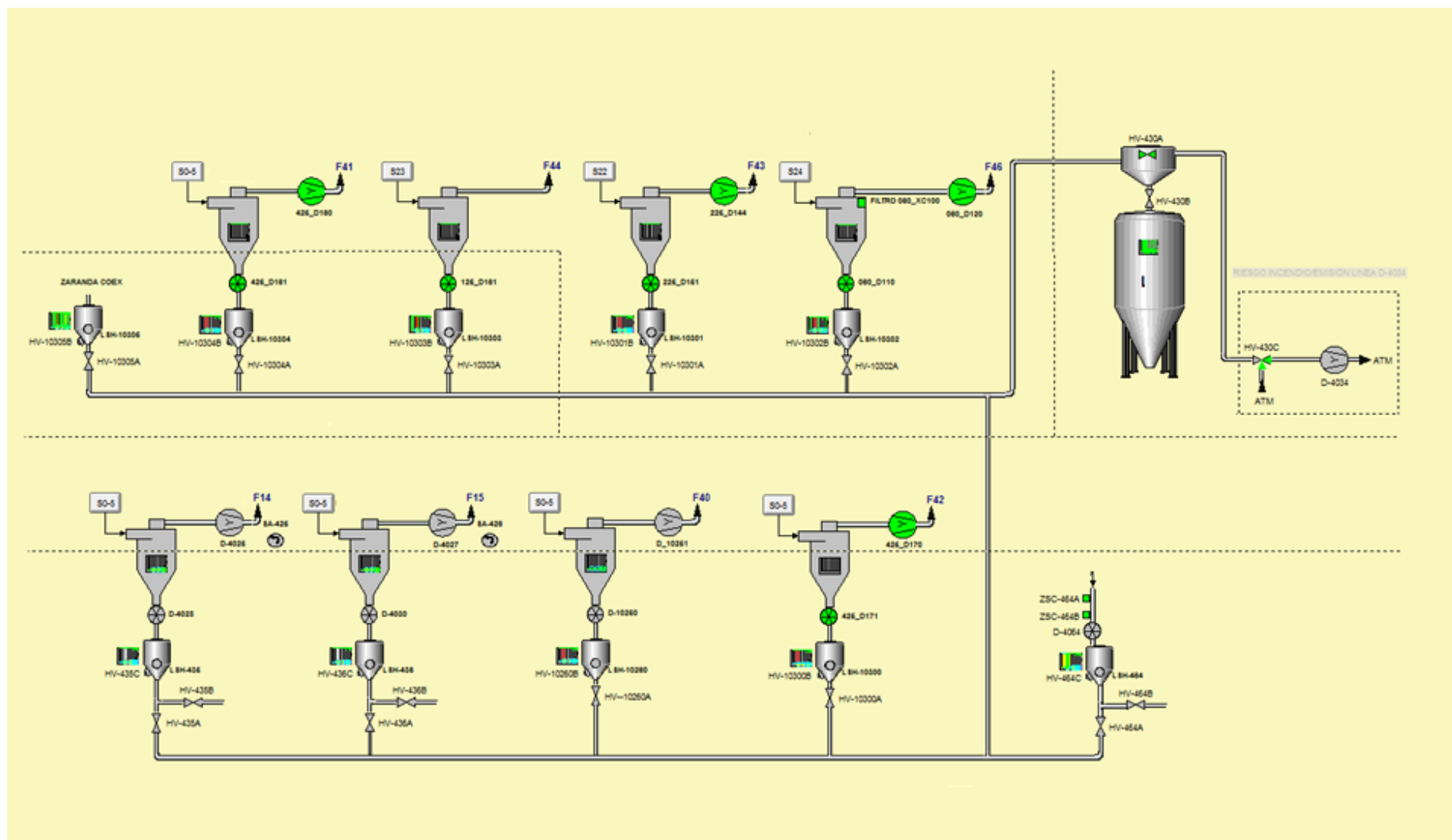


Figura 7.9. Detall zona d'extracció subproducte 5.

Totes les imatges presentades del sistema d'extracció de pols estan preses en instants de temps on la informació que es mostra és real. En totes elles s'observa el codi de colors descrit a més a més d'informació addicional que s'ha considerat important utilitzar i que es comentarà a continuació.

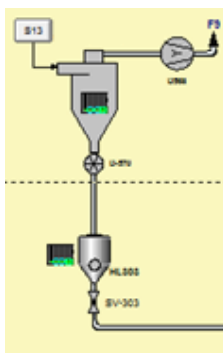


Figura 7.10. Detall d'un conjunt cicló – tolva. Una gràfica per a cada recipient contenidor.

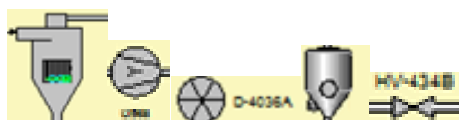


Figura 7.11. Detalls: cicló amb gràfica, soplant, rotativa, tolva, electro-vàlvula (esquerra a dreta).

S'ha justificat l'elecció de PI ProcessBook per la possibilitat que ofereix d'historitzar i tindre les dades organitzades i la seva fàcil i intuïtiva visualització. Per a fer un bon seguiment de les dades recollides, a cada equip contenidor es crea una gràfica amb tots els elements que intervenen en el seu estat (buit/ple) per a entendre la seqüència d'accions que provoquen un estat d'alarma.

A les figures Figura 7.12 i Figura 7.13, s'observen les diferents variables de dos contenidors diferents, on, mitjançant cursors, s'observa l'estat de les variables que intervenen en un instant concret de temps. A la primera figura que es mostra no hi ha estat d'alarma, per el contrari, a la segona sí que durant un període de temps s'ha produït una alarma.

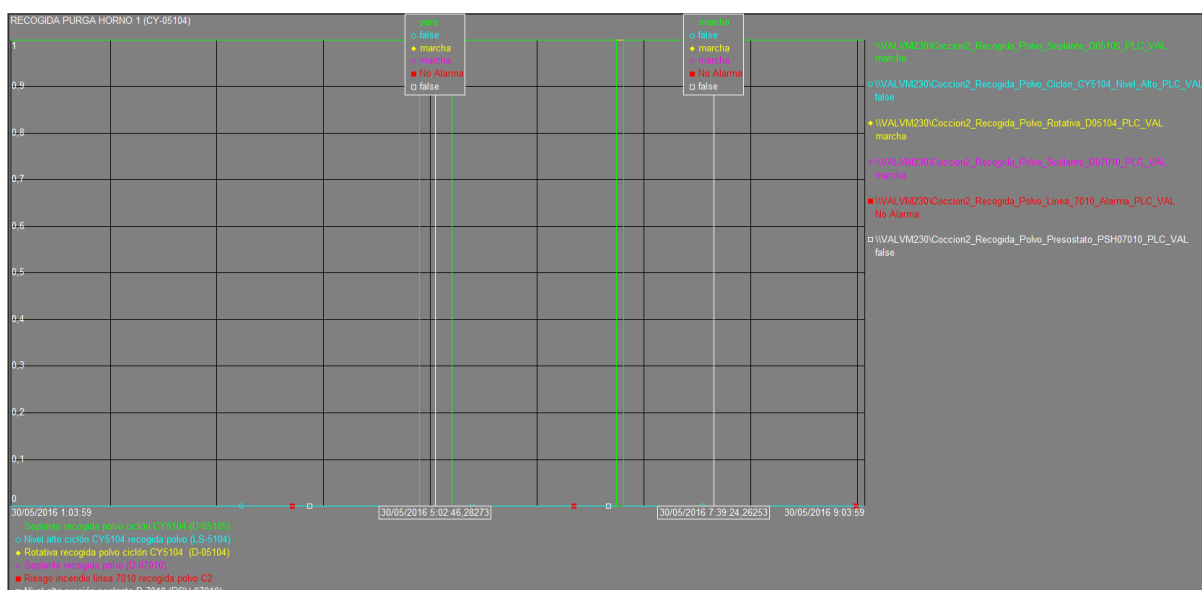


Figura 7.12. Gràfica estat equip de recollida de pols amb dos instants de temps analitzats i sense alarma.

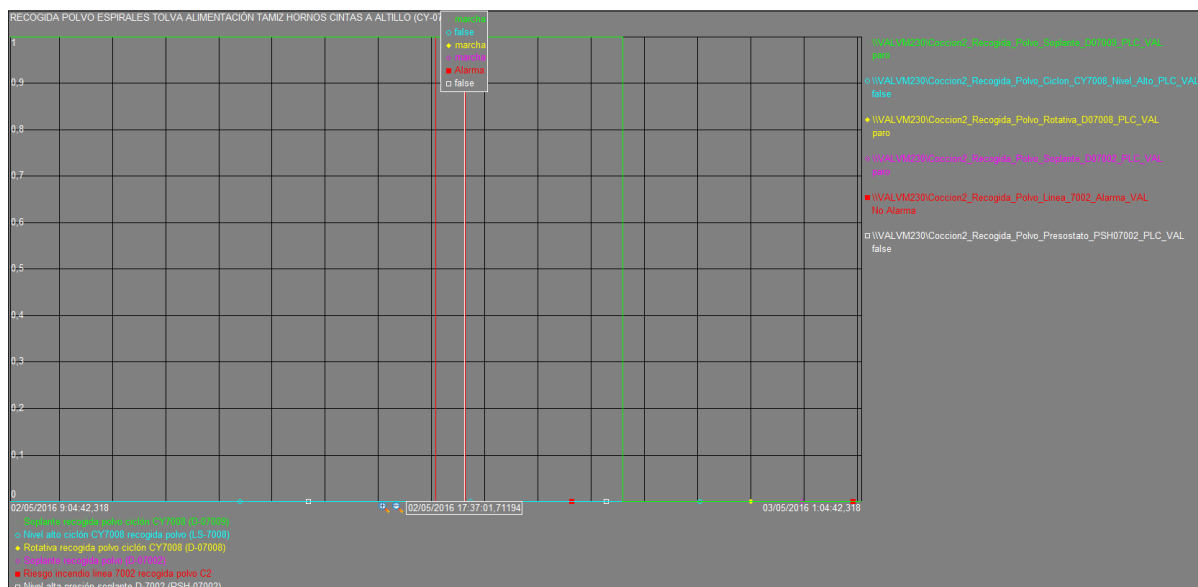


Figura 7.13. Gràfica estat equip de recollida de pols amb un instant de temps analitzat i amb alarma.

Les gràfiques es poden configurar de manera que mostrin l'històric de dades en el temps que convingui. Normalment aquestes gràfiques mostraran un interval de temps de 8 hores, que es correspon a una jornada de treball i la gràfica s'estarà actualitzant constantment, ja que la última dada mostrada al gràfic serà l'instant actual real.

En cas que es produís una incidència i es volgués analitzar la gràfica, aquest interval de temps de 8 hores podria ser reduït a l'instant gràcies a la opció de zoom que proporciona el programa. Si es donés el cas que es volgués analitzar una averia produïda temps enrere, també es podria, mitjançant el menú, especificant la data i hora de l'averia, anar en l'instant de temps que es va produir i analitzar-la detingudament segons la Taula 5.2.

També s'ha decidit incorporar un sistema d'alarmes en cadascuna de les línies que formen el sistema d'extracció. Havent definit la seqüència de circumstàncies que creen una situació de risc d'incendi o emissió de pols en una línia es crea una alarma per a cadascuna d'elles. L'adhesió d'aquest sistema d'alarmes a la solució augmenta la fiabilitat d'aquesta.

Per acabar de completar el disseny s'agreguen dues característiques que donen un sentit complet a l'aplicació. La primera és la identificació de cada aparell amb el que el precedeix i el que el segueix. La segona és la possible utilització dels panells disponibles des de la mateixa pantalla del sistema de captació per a saber la seva capacitat assignada.

A la Figura 7.10 s'observa aquesta última característica. A la part superior esquerra del conjunt hi ha un botó que si es prem fa aparèixer un fitxer .pdf amb el planell de la instal·lació. També es pot observar a la part superior dreta del conjunt una fletxa amb un número assignat. Una fletxa al final d'una canonada significa sortida a l'atmosfera. El número assignat es correspon al focus emissor que es troba al terrat i serveix per a tindre controlat, en cas d'emissió de partícules a l'atmosfera, el focus que ha provocat l'incident i, per tant, la part del procés que està saturada de pols.

A més a més s'observen un seguit de línies discontinues, que es corresponen a les diferents zones on estan presents els equips. Cada grup d'equips queda identificat de manera que qualsevol treballador pot identificar ràpidament l'equip a la planta.

Per al bon funcionament de l'aplicatiu és molt important l'ús que se li doni. S'ha parlat que un dels problemes, que sumat a d'altres provocava l'acumulació de pols incrementant el

risc d'incendi/emissió, és l'oblit del sistema d'extracció de pols per part del operadors de planta.

Per assegurar que l'aplicatiu sigui acceptat per tot el personal que intervé en el procés, des del moment zero s'ha donat a saber el que es pretén amb aquest. S'ha fet partícip de la conformació del disseny al personal que haurà d'utilitzar-ho, assegurant que després vulguin afegir millores per abastar totes les seves necessitats i consultin l'aplicatiu sovint per a saber l'estat del sistema i actuar ràpidament en cas d'emergència.

8 Resultat de la proposta adoptada

8.1 Recollida de mostres

Al llarg de l'any 2015 i primer trimestre de 2016 s'han realitzat informes a partir de les dades recollides de la planta al punt final de la línia, que és l'empaquetatge. Aquests informes s'utilitzen per saber el percentatge de paquets que no són aptes per a ser comercialitzats degut a les queixes de qualitat que podrien causar per part dels clients.

Les dades recollides es presenten a continuació en forma de taules que s'interpreten de la següent manera:

- El número que apareix a la cel·la d'un dia es correspon al resultat de les mostres preses el dia anterior.
- Que una cel·la no contingui un valor significa que no existeixen dades del dia anterior perquè no hi ha hagut producció.
- Es considera que un percentatge del 20 % no conforme requereix d'un estudi més detallat. Per això després d'aquests valors es realitza una freqüència de mostreig més elevada.
- Si totes les cel·les de la columna contenen un 0, significa que la planta ha tingut problemes i està parada per averia.

A les taules es pot veure que cada vegada que comença una producció, si aquesta ha acabat en bones condicions en l'anterior tongada, la presència de pols a la planta està controlada. En general, la presència de pols augmenta conforme passen els dies de producció fins arribar a sobrepassar els límits marcats per la pròpia companyia, que ha acordat retirar el producte una vegada la presència de pols exagerada aparegui en més del 20 % dels paquets.

Quan s'observa que més d'un 20 % dels paquets conté més pols de la desitjada s'augmenta la freqüència de mostreig, que passa a ser de un paquet cada hora i mitja (16 paquets diaris) a un cada hora (24 paquets diaris).

Degut al gran nombre de stock retirat els últims mesos per gran presència de pols, la companyia decideix el mes d'Agost de 2015 instal·lar sensors de nivell a les tolves de subproducte, contenidores de la pols, i als ciclons, també d'aquest sistema, per tal de poder actuar en cas que aquests arribin al límit de la seva capacitat.

Tot i aquesta mesura aplicada, el personal no està prou conscienciat amb la temàtica i, tot i saber que el sistema no treballa en el seu punt òptim per no tindre prou capacitat, no s'apliquen les mesures pertinents, deixant sempre que la responsabilitat recaigui sobre el següent que vingui. Aquesta mentalitat ha provocat el mes de Juliol de 2015 una greu aturada de la producció durant 7 dies.

Els sensors implantats ajuden a fer més visual el procés de recollida de pols de cadascuna de les línies, però no és una solució completa. Per aquest fet, i donat que la companyia ja utilitza el software per altres àrees de producció, es decideix implantar el PI ProcessBook per a fer visual la recollida del subproducte.

El mes de Novembre de 2015 queda establerta la solució d'utilització del software proposada a espera de resultats. Val a dir que es realitza una important conscienciació del personal respecte la temàtica. A partir d'aquest moment es sap exactament què passa i qui n'està al càrrec, disposant d'aquesta informació tot el personal de la planta.

Es pot observar que des que s'ha implantat el software fins a Març de 2016 s'ha reduït, i quasi bé eliminat, el stock a retirar per problemes de mal segellat del paquet o bé massa contingut de pols dins el mateix.

Taula 8.1. Resultats anàlisi del producte el mes de Gener de 2015.

gen-15																															
Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Segellat OK						16	16	16	15	14	16	14	14	16	16	16	14	13	14	14	24	24	24	24	22	22	18	19			
Segellat NOK						0	0	0	1	2	0	2	2	0	0	0	2	3	2	2	0	0	0	0	2	2	6	5			
Pols OK						16	16	16	15	13	16	12	14	16	16	16	14	12	13	14	24	24	22	20	20	18	16	16			
Pols NOK						0	0	0	1	3	0	4	2	0	0	0	2	4	3	2	0	0	2	4	4	6	10	10			
Total NOK (pu)						0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3			

Taula 8.2. Resultats anàlisi del producte el mes de Febrer de 2015.

febr-15																												
Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Segellat OK			16	16	16	16	16	16	15	15	14	15	16	16	16	16	16	16	13	20	21	20	23	24	24	24	24	
Segellat NOK			0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0	3	4	3	4	1	0	0	0	0	
Pols OK			16	16	16	16	16	16	14	13	12	15	14	16	16	15	15	13	10	16	19	20	20	22	24	24	20	
Pols NOK			0	0	0	0	0	0	2	3	4	1	2	0	0	1	1	3	6	8	5	4	4	2	0	0	4	
Total NOK (pu)			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	

Taula 8.3. Resultats anàlisi del producte el mes de Març de 2015.

març-15																															
Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Segellat OK				16	21	22	24	24	24	16	16	16	16	16	16	15	16	16	16	16	14	10	24	0	0	24	24				
Segellat NOK				0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	6	2	0	0	0	0				
Pols OK				13	20	19	21	24	24	16	16	16	16	15	14	14	16	16	16	16	13	8	18	0	0	24	24				
Pols NOK				3	4	5	3	0	0	0	0	0	0	1	2	2	0	0	0	0	3	8	6	0	0	0	0				
Total NOK (pu)				0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0				

Taula 8.4. Resultats anàlisi del producte el mes d'Abril de 2015.

abr-15																														
Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Segellat OK							16	16	16	15	16	16	16	14	14	20	22	18	20	21	22	24	24	24	20	21	22	24	24	24
Segellat NOK							0	0	0	1	0	0	0	2	2	4	2	6	4	3	2	0	0	0	4	3	2	0	0	0
Pols OK							16	16	16	15	15	16	16	13	14	19	20	18	19	18	20	22	24	24	17	19	24	24	24	
Pols NOK							0	0	0	1	1	0	0	3	2	5	4	6	5	6	4	2	0	0	8	5	4	0	0	0
Total NOK (pu)							0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,2	0,1	0,3	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0

Taula 8.5. Resultats anàlisi del producte el mes de Maig de 2015.

maig-15																															
Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Segellat OK	24	15	16	16	16	16	16	16	14	16	16	16	16	16					16	16	16	16	15	16	16	14	10	24	20	23	24
Segellat NOK	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0					0	0	0	0	1	0	0	2	6	2	4	1	0
Pols OK	24	14	15	16	16	16	16	16	13	15	16	16	16	16					16	16	16	16	14	15	16	13	8	18	20	20	22
Pols NOK	0	2	1	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0					0	0	0	0	2	1	0	3	8	6	4	4	2
Total NOK (pu)	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0					0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,2	0,4	0,2	0,2	0,1	0,0

Taula 8.6. Resultats anàlisi del producte el mes de Juny de 2015.

juny-15																														
Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Segellat OK	21	22	18	19	20	21	22	24	24	20	18					16	20	22	18	20	24	24	23	24	24	24	16	16	16	16
Segellat NOK	3	2	6	5	4	3	2	0	0	4	6					1	4	2	6	4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Pols OK	20	19	16	16	19	18	20	22	18	20	18					11	19	20	18	19	18	20	20	24	24	24	16	16	13	14
Pols NOK	4	5	10	10	5	6	4	2	6	4	6					5	5	4	6	5	6	4	4	0	0	0	0	0	3	2
Total NOK (pu)	0,1	0,1	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,0	0,1	0,2	0,3					0,2	0,2	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1

Taula 8.7. Resultats anàlisi del producte el mes de Juliol de 2015.

jul-15																															
Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Segellat OK	16	15	14	15	24	20	23	0	0	0	0	0	0	0	16	16	16	16	16	16	14	15	14								
Segellat NOK	0	1	2	1	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	2								
Pols OK	12	13	12	10	18	20	20	0	0	0	0	0	0	0	16	16	16	14	15	13	12	14	13								
Pols NOK	4	3	4	6	6	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	3	4	2	3									
Total NOK (pu)	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,2	0,1	0,2								

Taula 8.8. Resultats anàlisi del producte el mes d'Agost de 2015.

ag-15																															
Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Segellat OK																										16	16	16	16	16	16
Segellat NOK																										0	0	0	0	0	0
Pols OK																										16	16	16	16	16	16
Pols NOK																										0	0	0	0	0	0
Total NOK (pu)																										0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Taula 8.9. Resultats anàlisi del producte el mes de Setembre de 2015.

set-15																														
Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Segellat OK	16	15	16	16	16	16	16	16	14	16	16	16	16	16	15	16	16					16	16	16	16	16	16	16	16	14
Segellat NOK	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0					0	0	0	0	0	0	0	0	2
Pols OK	16	14	15	16	16	16	16	16	14	16	16	16	16	16	15	16	16					16	16	16	16	16	16	16	16	14
Pols NOK	0	2	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0					0	0	0	0	0	0	0	0	2
Total NOK (pu)	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1

Taula 8.10. Resultats anàlisi del producte el mes d'Octubre de 2015.

oct-15																															
Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Segellat OK	15	16	16	16	16	16	15	16	16	16	14	14	20	22	18	20				16	16	16	16	16	16	16	15	15	16	16	14
Segellat NOK	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	2	4	2	6	4				0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2
Pols OK	14	15	16	16	16	16	15	15	16	16	13	14	19	20	18	19				16	16	16	16	16	16	14	14	15	15	16	13
Pols NOK	2	1	0	0	0	0	1	1	0	0	3	2	5	4	6	5				0	0	0	0	0	0	2	2	1	1	0	3
Total NOK (pu)	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,2	0,1	0,3	0,2				0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,2

Taula 8.11. Resultats anàlisi del producte el mes de Novembre de 2015.

nov-15																														
Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Segellat OK	24	20	23	20	22	18	20	24	24	24	16	16				16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	14	15	24	24
Segellat NOK	0	4	1	4	2	6	4	0	0	0	0	0				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	
Pols OK	18	20	20	19	20	18	19	24	24	24	16	16				16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	13	10	20	20
Pols NOK	6	4	4	5	4	6	5	0	0	0	0	0				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6	4	4	
Total NOK (pu)	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,1	0,1

Taula 8.12. Resultats anàlisi del producte el mes de Desembre de 2015.

des-15																															
Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Segellat OK	24	24	24	24	24	24	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	15	16	16									
Segellat NOK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0									
Pols OK	21	22	24	24	24	24	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	15	16	16									
Pols NOK	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0									
Total NOK (pu)	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0									

Taula 8.13. Resultats anàlisi del producte el mes de Gener de 2016.

gen-16																															
Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Segellat OK					16	16	16	16	16	16	16	16	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	14	16	15	16	16	16	16	
Segellat NOK					0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	
Pols OK					16	16	16	16	16	16	16	16	15	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	14	16	14	16	16	16	16	
Pols NOK					0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	0	0	0	
Total NOK (pu)					0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	

Taula 8.14. Resultats anàlisi del producte el mes de Febrer de 2016.

febr-16																													
Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
Segellat OK	16	16	16						16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	15	16	16	16	
Segellat NOK	0	0	0						0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
Pols OK	16	16	16						16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	15	16	16	16	
Pols NOK	0	0	0						0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
Total NOK (pu)	0,0	0,0	0,0						0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	

Taula 8.15. Resultats anàlisi del producte el mes de Març de 2016.

març-16																															
Dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
Segellat OK	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16															
Segellat NOK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0															
Pols OK	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16															
Pols NOK	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0															
Total NOK (pu)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0															

8.2 Resultat Procés capaç/ Procés sota control

Mitjançant les taules obtingudes de l'anàlisi del producte es representen gràficament els resultats. Aquestes gràfiques s'anomenen gràfiques de control del procés i ajuden a visualitzar de forma ràpida l'estat del procés.

L'objectiu el qual es vol assolir és un percentatge del 0% de paquets en mal estat, com més pròximes siguin les dades a la línia del 0 %, més capaç serà el procés. Per el contrari, com més s'allunyin les dades d'aquesta fita, menys capaç serà el procés.

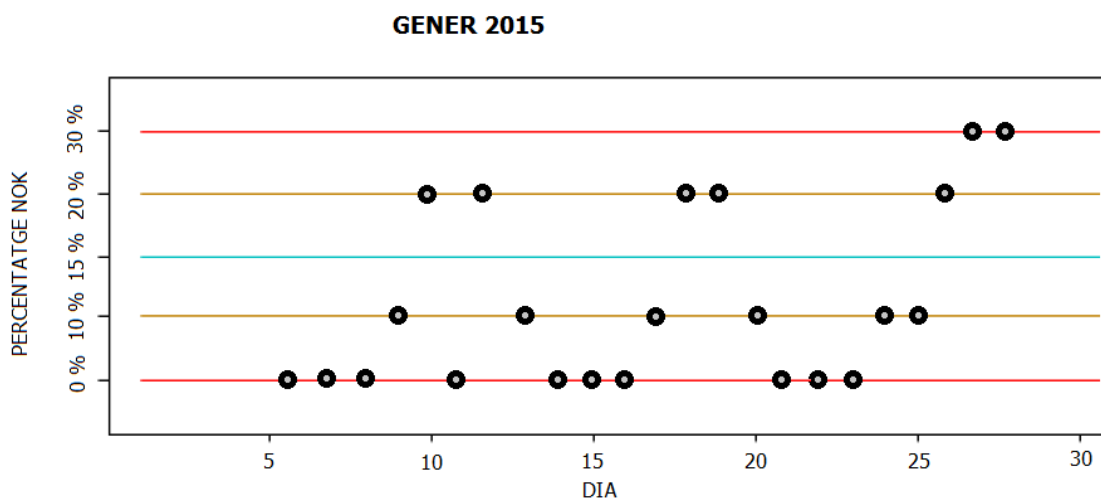


Figura 8.1. Gràfica control del procés el mes de Gener de 2015.

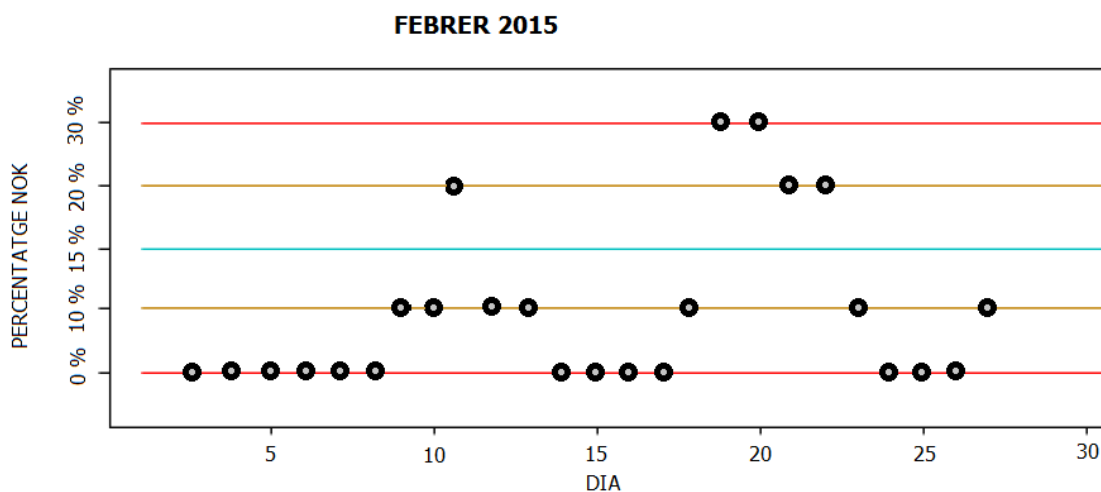


Figura 8.2. Gràfica control del procés el mes de Febrer de 2015.

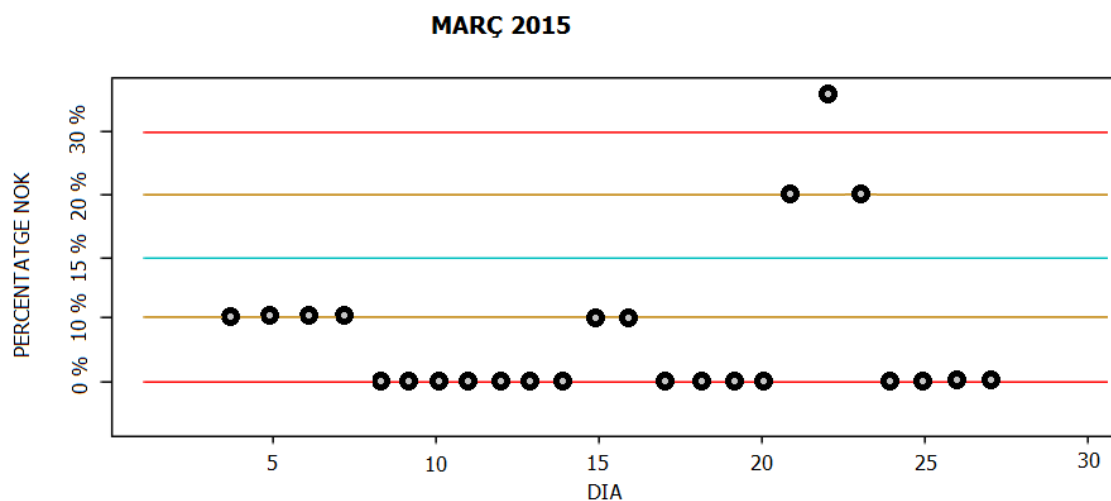


Figura 8.3. Gràfica control del procés el mes de Març de 2015.

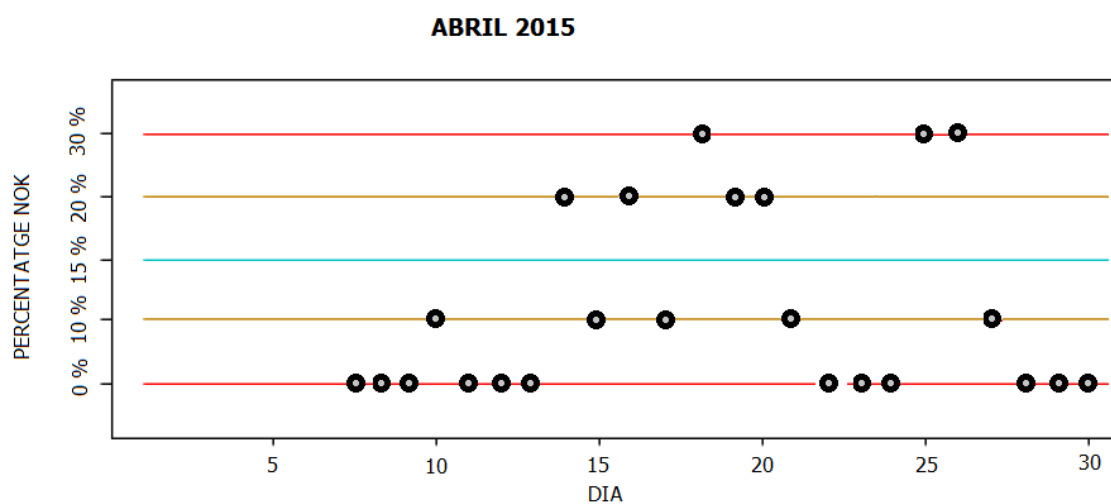


Figura 8.4. Gràfica control del procés el mes d'Abril de 2015.

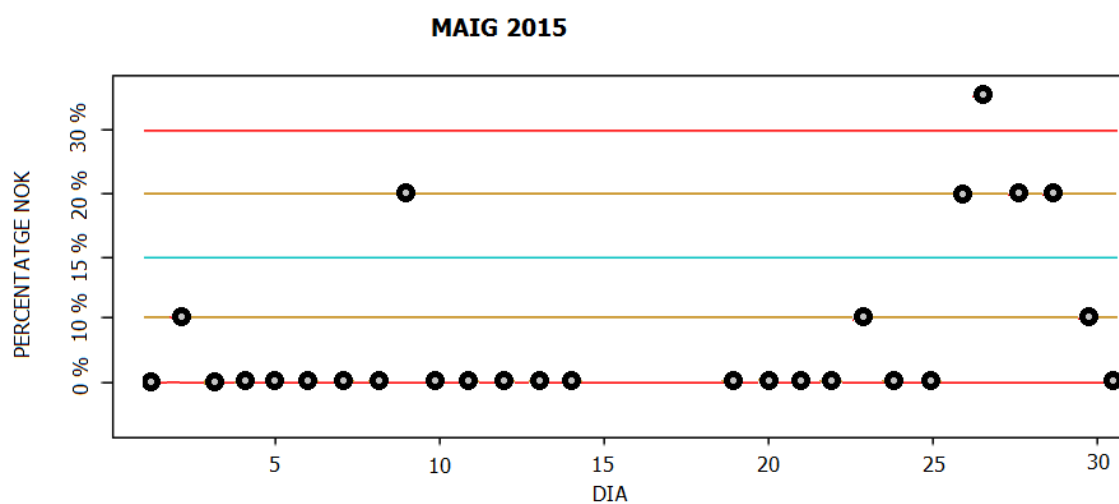


Figura 8.5. Gràfica control del procés el mes de Maig de 2015.

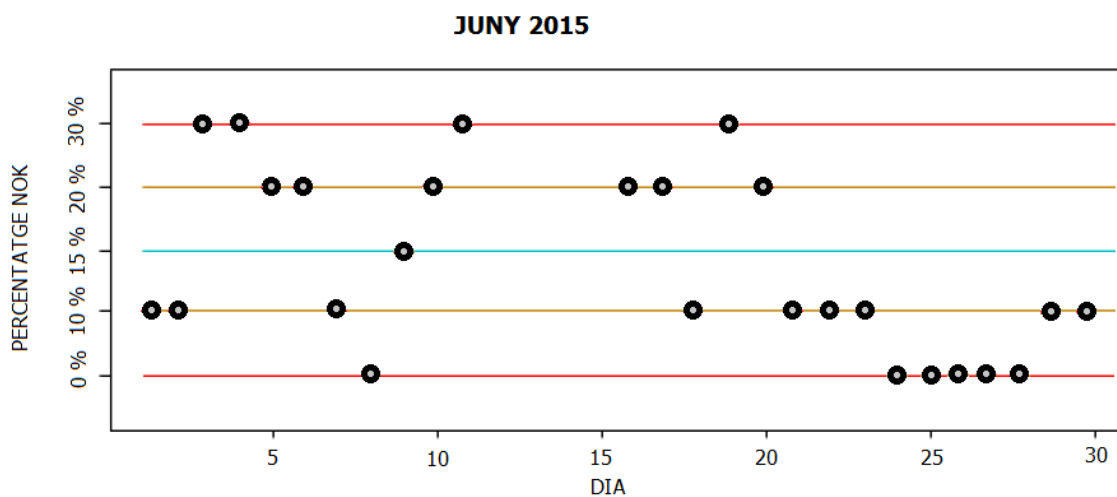


Figura 8.6. Gràfica control del procés el mes de Juny de 2015.

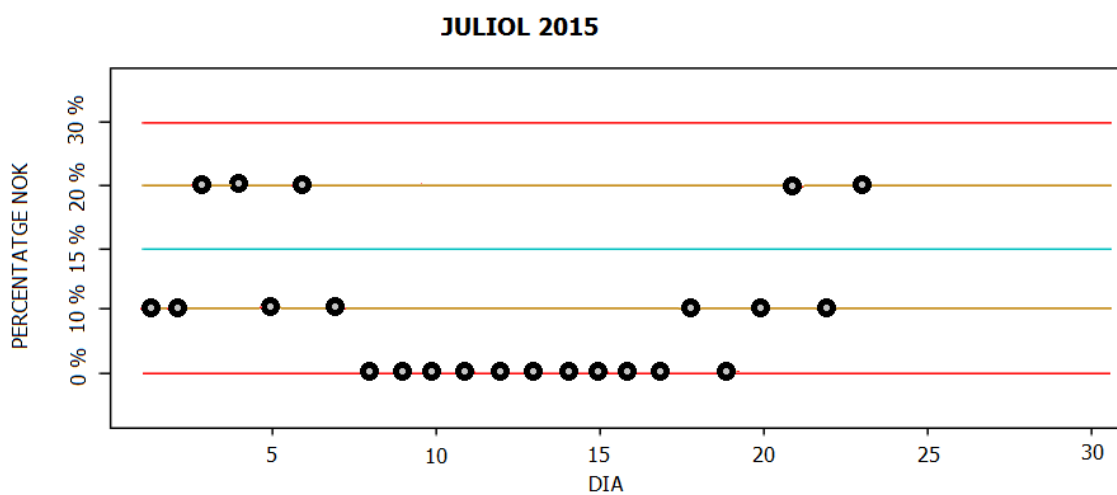


Figura 8.7. Gràfica control del procés el mes de Juliol de 2015.

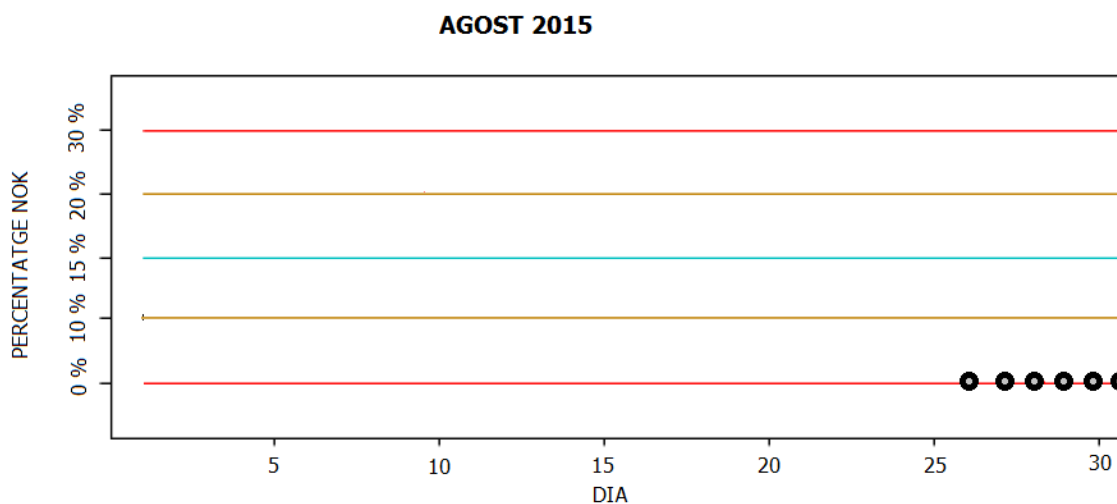


Figura 8.8. Gràfica control del procés el mes d'Agost de 2015.

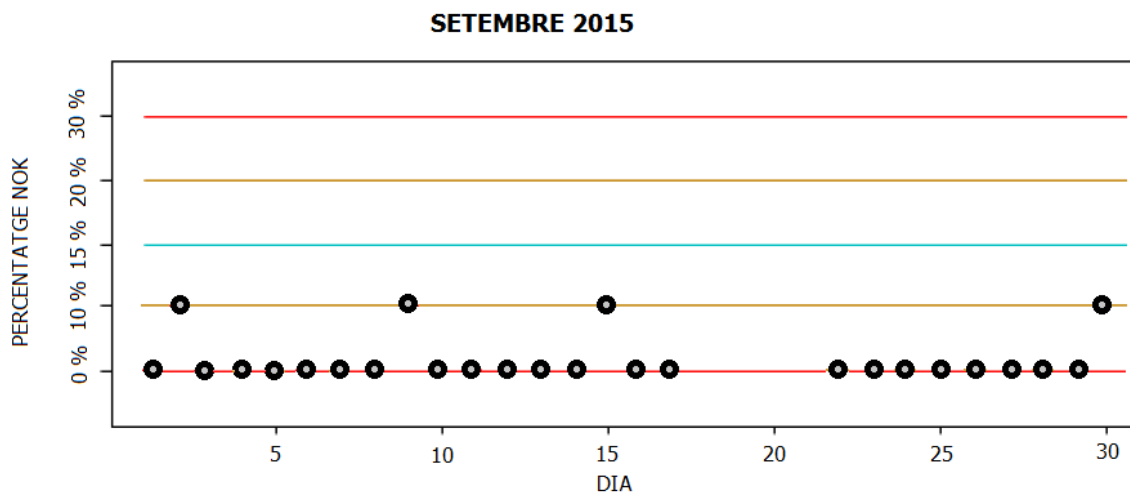


Figura 8.9. Gràfica control del procés el mes de Setembre de 2015.

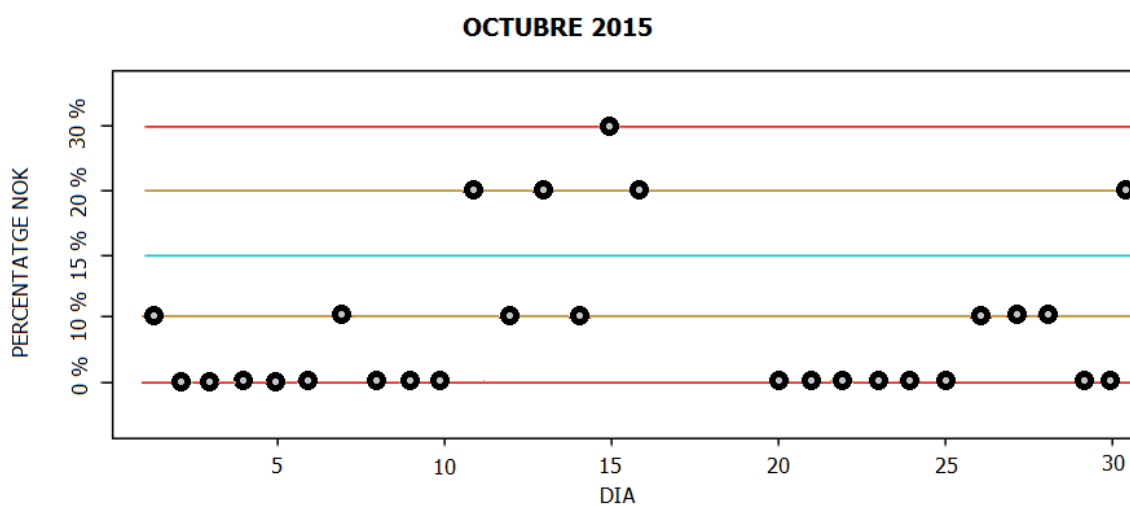


Figura 8.10. Gràfica control del procés el mes d'Octubre de 2015.

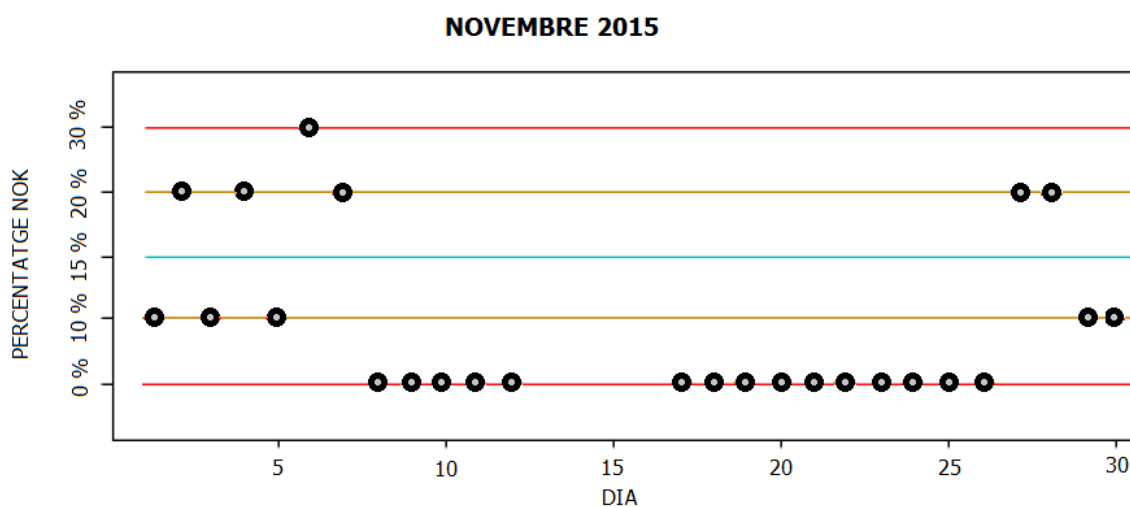


Figura 8.11. Gràfica control del procés el mes de Novembre de 2015.

DESEMBRE 2015

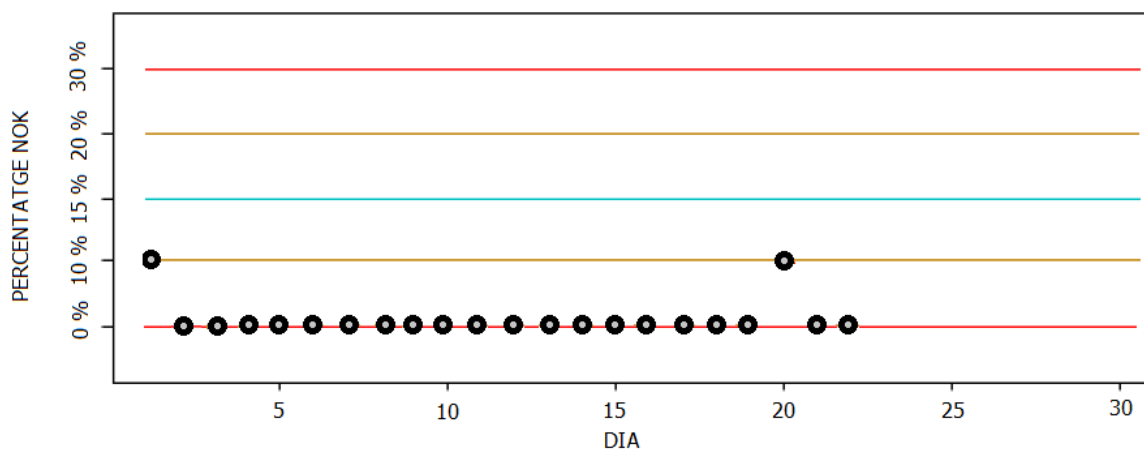


Figura 8.12. Gràfica control del procés el mes de Desembre de 2015.

GENER 2016

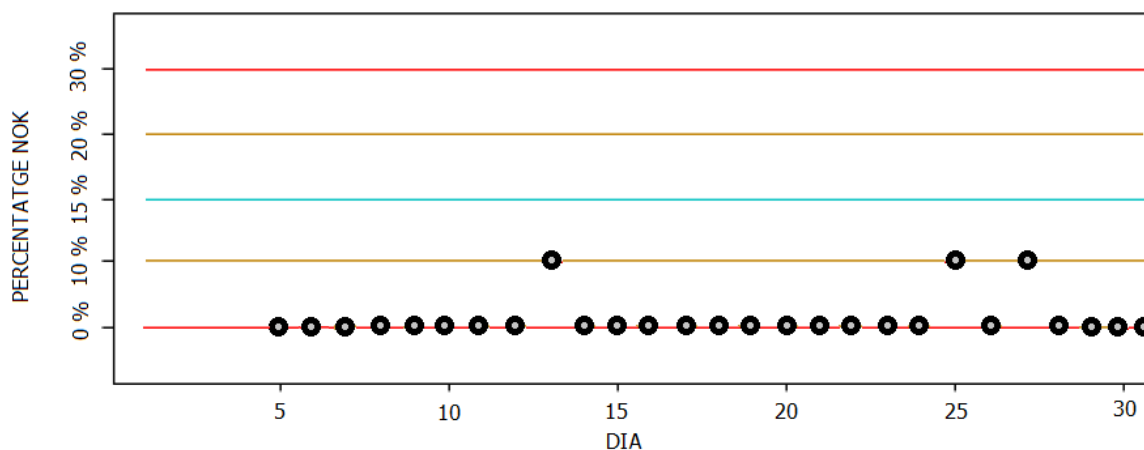


Figura 8.13. Gràfica control del procés el mes de Gener de 2016.

FEBRER 2016

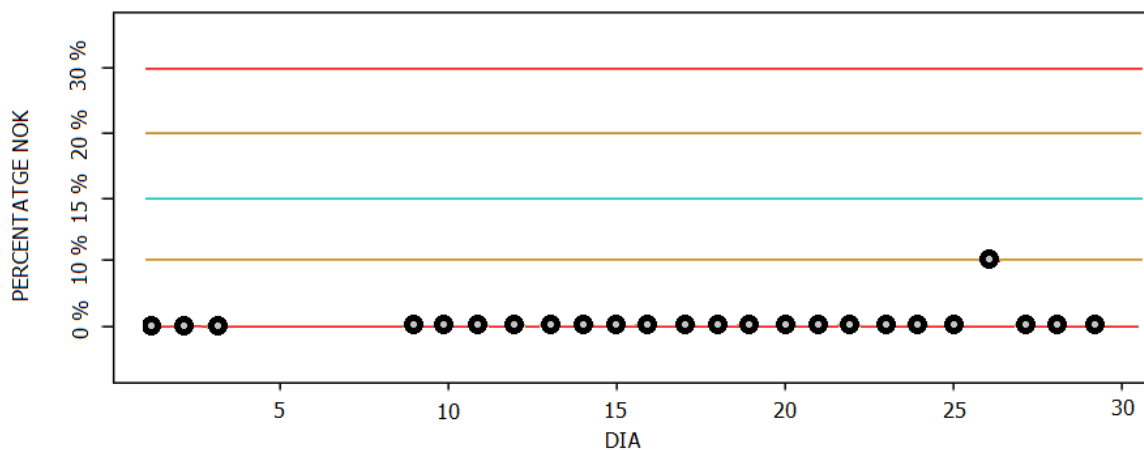


Figura 8.14. Gràfica control del procés el mes de Febrer de 2016.

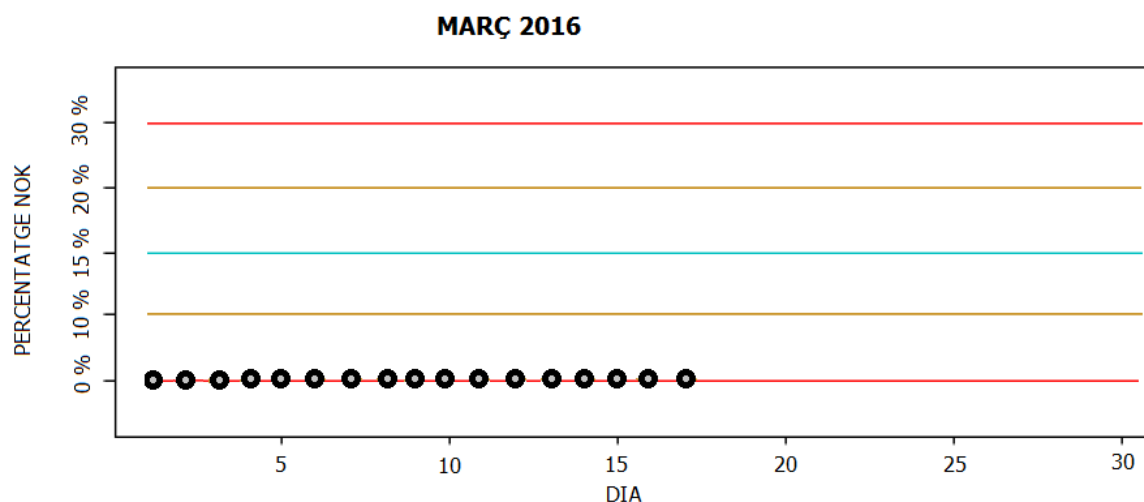


Figura 8.15. Gràfica control del procés el mes de Març de 2016.

S'observa que els primers mesos de l'any 2015 el procés no és capaç i a més a més és molt imprevisible. A partir del mes de Juliol de 2015 es comencen a obtenir millors resultats, gràcies a la incorporació de sensors als equips contenidors de pols, tot i que encara apareixen valors elevats de percentatge no conforme.

Els mesos d'octubre i novembre de 2015, després d'un període de millora del control del procés d'extracció de la pols, són caòtics, i es relaciona amb la falta d'atenció i relaxament dels operaris de la planta en relació amb el control del subproducte.

Al mes de desembre de 2015, una vegada implementada la nova solució i objecte d'aquest treball, es veu una excel·lent millora de resultats. S'ha posat molta dedicació en que el projecte funcionés, tal és així que la continuïtat d'aquests resultats s'han assegurat amb la realització de diversos cursos de formació per a treure el màxim rendiment a l'aplicació dissenyada. Gràcies a la visualització del procés s'han pogut ajustar seqüències d'aturada del procés que permeten una millor gestió del subproducte evitant la seva acumulació dins les tolves i ciclons.

S'observa el primer trimestre de 2016 la bona evolució que està tenint l'aplicació en el resultat final del procés, el que és l'objecte de la companyia, produir el major stock possible i que aquest pugui ser introduït al mercat.

8.3 Resultat Anàlisi Modal de Falles i Efectes (AMFE)

A continuació es calcula el IPR una vegada s'ha actuat, segons la taula de valoració que proposa AMFE, del problema que la pols provoca en l'empaquetatge del producte:

$$\left. \begin{array}{l} S = 3 \\ O = 1 \\ D = 1 \end{array} \right\} IPR = 3 \times 1 \times 1 = 3$$

L'índex de severitat del procés després d'haver implantat la nova aplicació PI ProcessBook és de 3 (anteriorment de 10), perquè s'ha aconseguit que es detecti el problema a temps, però continua havent-hi present una gran quantitat de pols, i aquesta pot arribar al client. En la nova situació la pols està controlada, i si hi ha qualsevol incidència, aquesta, pot ser ràpidament identificada i és prioritària per els operadors, però el sistema

d'extracció continua essent el mateix i la pols a la planta un problema potencial clarament visible.

La freqüència és de 1 (anteriorment de 7) perquè des que s'ha implantat el sistema desenvolupat en aquest treball no s'ha produït cap accident, tot i que si s'oblida per part del personal, el problema tornarà a produir-se .

L'índex de detecció és de 1 (anteriorment de 8) perquè el sistema implementat permet identificar ràpidament el problema i només fallaria en cas que els equips de planta no funcionessin correctament.

Al haver calculat l'índex IPR, resultant ser de 3, es veu com el risc s'ha convertit en perfectament assumible.

S'observa com amb una simple aplicació, que ha permès l'estudi del procés i el seu reajustament, i la col·laboració i conscienciació del personal s'ha reduït dràsticament l'índex de prioritat de risc.

9 Conclusions

El fet d'haver pogut aplicar la solució a un problema existent a la indústria m'ha permès enriquir coneixements tant a nivell professional com personal.

El fet de prèviament conèixer les diferents eines de qualitat que s'apliquen a un procés industrial o bé l'inconscient rebuig que tot ésser humà experimenta a tot allò desconegut, així com els coneixements tècnics sobre automatització industrial han influït positivament en la presa de decisions sobre com portar a terme la realització de l'aplicatiu PI ProcessBook.

Aquest treball demostra la gran importància que té la visualització en temps real d'un procés industrial per a extreure'n el màxim rendiment i la formació del personal per a l'obtenció d'un producte final de qualitat.

Arrel d'una insuficient qualitat del producte i les contínues parades de producció no programades generant grans pèrdues econòmiques, s'ha decidit "posar fil a l'agulla" i buscar la causa del problema per a solucionar-lo eficaçment.

Gràcies a l'aplicatiu PI ProcessBook s'ha aconseguit mostrar les dades recollides per els PLC's de la planta de manera ordenada, i, conseqüentment s'han trobat combinacions en el procés que provocaven una acumulació de pols en el sistema d'extracció de subproducte que han estat reajustades. Aquest reajustament ha influït positivament reduint la freqüència d'averies dràsticament.

La bona utilització de l'aplicatiu permet, també, identificar ràpidament els equips afectats en cas d'averia per qualsevol treballador i actuar amb antelació en cas de visualitzar comportaments anormals en el procés.

El fet d'implicar el personal des d'un principi en la conformació de la nova aplicació ha generat una excel·lent acollida d'aquesta i un ràpid interès en la recerca de futures millores. A més a més, i per la voluntat d'eradicar el problema, s'han fet cursos de formació a nivell dels diferents departaments de la companyia per a solucionar futurs defectes des dels majors punts de vista possibles.

A partir les gràfics de control resultants de la recollida de mostres i el resultat de l'anàlisi modal de falles i efectes es continuarà controlant l'estat del procés.

10 Referències

- [1] <https://www.accenture.com/us-en/service-labs-industrial-internet-strategic-innovation-initiative.aspx>
- [2] <https://www.kepware.com/products/kepserverex/advanced-plug-ins/iot-gateway/>
- [3] <https://es.wikipedia.org/wiki/OPC>
- [4] https://es.wikipedia.org/wiki/Object_Linking_and_Embedding
- [5] <https://en.wikipedia.org/wiki/OSIsoft>
- [6] https://en.wikipedia.org/wiki/OSIsoft#PI_ProcessBook
- [7] https://www.osisoft.com/software-support/products/PI_ProcessBook.aspx
- [8] <http://www.insht.es/inshtweb/contenidos/normativa/guiastecnicas/ficheros/atm%C3%93sferas%20explosivas.pdf>
- [9] <https://www.kepware.com/products/kepserverex/documents/kepserverex-manual.pdf>
- [10] <https://www.kepware.com/products/kepserverex/documents/opc-quick-client-manual.pdf>
- [11] <https://es.wikipedia.org/wiki/Taylorismo>
- [12] https://es.wikipedia.org/wiki/Frederick_Winslow_Taylor#Principios_de_Taylor
- [13] <http://www3.udg.edu/publicacions/vell/electroniques/sistintegratsgestio/arxiu/pdf/tema%201.pdf>
- [14] https://ca.wikipedia.org/wiki/Millora_cont%C3%ADnua
- [15] <http://www.sistemasycalidadtotal.com/calidad-total/los-8-principios-de-gestion-de-la-calidad/>
- [16] <http://www.gestiopolis.com/14-puntos-de-la-calidad-segun-edwards-deming/>
- [17] <http://www.smctraining.com/webpage/indexpage/311/>
- [18] <https://support.google.com/mail/answer/12119?hl=es>
- [19] <https://es.scribd.com/doc/293193224/78261695-PI-Process-Book-3-2-User-Guide-ES-pdf>
- [20] <http://www.pdcahome.com/3891/amfe-guia-de-uso-del-analisis-modal-de-fallos-y-efectos/>