



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola Politècnica Superior d'Enginyeria
de Manresa



Treball Final de Grau

AUTOMATITZACIÓ OPTIMITZADA DE LA PRODUCCIÓ D'UNA LÍNIA DE PINTURA PER CATAFORÈSI

Grau en Enginyeria d'Automoció

Curs 20/21

Autor: Marc Escolà Alonso

Director: Jordi Albiol Rodríguez

Data: 11 de juny de 2021

Localitat: Manresa

Vull agrair aquest treball a la meva empresa de pràctiques per donar-me la oportunitat de poder-les cursar i per estar a la meva disposició pel què necessités.

Al meu tutor del treball Jordi Albiol per resoldre'm els dubtes necessaris i guiar-me amb el treball.

A la meva família per donar-me suport i ajuda quan ho he necessitat.

ÍNDIX

ÍNDIX D'IMATGES	5
1. INTRODUCCIÓ I FONAMENTS DEL TREBALL	6
1.1. RESUM	6
1.2. ABSTRACT	6
1.3. INTRODUCCIÓ.....	6
1.4. OBJECTIUS DEL TREBALL	7
1.5. ABAST	7
2. SITUACIÓ ACTUAL.....	8
2.1. DESCRIPCIÓ GENÈRICA DE L'EMPRESA	8
2.2. FUNCIONAMENT DE LA CADENA TRANSPORTADORA	8
2.2.1. Transportador Power and Free	10
2.2.2. Bastidors.....	10
2.2.3. Distribució de la cadena	11
2.3. FUNCIONAMENT DE LA LÍNIA DE PINTURA I DE LA CADENA	15
2.4. SISTEMA PRODUCTIU ACTUAL	16
3. ANÀLISI I ESTUDI DE MILLORES	19
3.1. EINES UTILITZADES	19
3.2. PLANIFICACIÓ DE LA PROPOSTA DE MILLORA	19
3.2.1. Dies coberts.....	19
3.2.2. Peces per a pintar.....	23
3.2.3. Ordre de peces segons la prioritat	24
3.2.4. Timings	25
3.2.5. Bastidors mínims disponibles.....	25
3.2.6. Temps de cada referència	26
3.2.7. Resultats a mostrar	33
4. IMPLEMENTACIÓ DE LA PROPOSTA DE MILLORA	34
4.1. SQL.....	34
4.1.1. Servidor	34
4.1.2. Connexió entre SQL i documents Office	34
4.1.3. Management Studio	35
4.1.4. Inserir el llistat d'emergències	35
4.1.5. Inserir estocs	37
4.1.6. Calcular dies coberts	39
4.1.7. Inserir Timings	40

4.1.8.	Què passa quan es té una peça demanada amb diversos contenidors diferents?	40
4.1.9.	Actualitzar les dades dels dies de l'apartat de les referències distribuïdes en contenidors diferents.....	42
4.1.10.	Definir l'ordre de prioritats.....	43
4.1.11.	Temps necessari per a poder pintar les peces	43
4.1.12.	Peces sense prima	43
4.1.13.	Taula Històric de dades	44
4.2.	VISUAL STUDIO.....	44
4.2.1.	Connexió amb SQL	44
4.2.2.	Programació amb Visual Studio	45
4.2.3.	Menú del programa.....	46
5.	RESULTATS.....	49
5.1.	EXEMPLE DELS RESULTATS EXTRETS D'UN TORN	49
5.1.1.	Ordre de prioritats de les referències i quantitat de peces demanades per dia	49
5.1.2.	Temps que cal destinar a cada referència.....	50
5.1.3.	Distribució de les referències a les zones de treball	51
6.	COMPARATIVA AMB EL MÈTODE ACTUAL.....	52
6.1.	RESULTATS EXTRETS AMB LA METODOLOGIA ANTERIOR ENVERS AL NOU MÈTODE ...	52
7.	POSSIBLES MILLORES.....	53
8.	CONCLUSIONS	54
9.	BIBLIOGRAFIA.....	55

ÍNDEX D'IMATGES

Imatge 1: Parts de la cinta transportadora. Imatge extreta del proveïdor de l'empresa	10
Imatge 2: Bastidors circulant. Imatge pròpia	11
Imatge 3: Estacions de treball. Imatge extreta del plànol de l'empresa.....	11
Imatge 4: Zona de circulació dels bastidors. Imatge extreta del plànol de l'empresa.....	12
Imatge 5: Zona de pintat. Imatge extreta del plànol de l'empresa.....	12
Imatge 6: Ponts grua a la zona de pintat. Imatge pròpia	13
Imatge 7: Forn. Imatge pròpia	14
Imatge 9: Zona emmagatzematge de bastidors. Imatge pròpia	15
Imatge 10: Zona emmagatzematge bastidors. Imatge extreta del plànol de l'empresa	15
Imatge 11: Banyes de passius de rentat. Imatge pròpia	16
Imatge 12: Llistat peces format actual I. Imatge pròpia	18
Imatge 13: Llistat peces format actual II. Imatge pròpia	18
Imatge 14: Llistat peces format actual III. Imatge pròpia	18
Imatge 15: Contenedors amb un imprès del SAP que mostra la quantitat de peces. Imatge Pròpia	20
Imatge 16: Peça penjada a un bastidor per a ser pintada. Imatge pròpia	23
Imatge 17: Peça VA504. Imatge pròpia.....	23
Imatge 18: Contenedors de peces preparats per a ser pintats. Imatge pròpia	24
Imatge 19: Esquema de treball de la secció de pintura	24
Imatge 20: Distribució en el temps d'un bastidor.....	26
Imatge 21: Distribució del temps al treballar amb una referència	27
Imatge 22: Esquema distribució d'un operari	31
Imatge 23: Distribució de la circulació de bastidors d'una estació de treball.....	32
Imatge 24: Distribució de la feina d'un operari.....	32
Imatge 25: Proveïdors de Microsoft a SQL.....	35
Imatge 26: Camps de la taula de peces demanades. Taula pròpia	36
Imatge 27: Taula d'emergències	37
Imatge 28: Camps de la taula de l'estoc de peces	38
Imatge 29: Taula d'Estocs.....	38
Imatge 30: Camps de la taula de peces a pintar	39
Imatge 31: Càlcul peces a pintar	40
Imatge 32: Camps de taula timings.....	40
Imatge 33: Camps de la taula de de les peces demanades amb més d'un contenidor	42
Imatge 34: Programa de referències amb 2 contenidors	42
Imatge 35: Peces sense prima.....	44
Imatge 36: Taula Històric de Producció	44
Imatge 37: Distribució zona de treball.....	46
Imatge 38: Menú del programa	46
Imatge 39: Botons per a inserir els fulls de càlcul.....	46
Imatge 40: Botó per a mostrar les dades.....	47
Imatge 41: Botó per a mostrar la distribució	47
Imatge 42: Botons per a mostrar dades de producció històriques.....	48
Imatge 43 Imatge dels panels que mostren els resultats. Imatge pròpia.....	49
Imatge 44: Llistat ordre de les referències.....	49
Imatge 45: Panell temps referències	50
Imatge 46: Panell distribució estacions.....	51

1. INTRODUCCIÓ I FONAMENTS DEL TREBALL

1.1. RESUM

Aquest projecte es basa en automatitzar la planificació de la línia de producció de les seccions de pintura d'una empresa d'estampació, soldadura i pintura de components de cotxes. Per tal de fer-ho, es crea un programa que, utilitzant les dades de l'ERP de l'empresa, sigui capaç de trobar una manera òptima de poder planificar un torn de treball sense la necessitat de fer-ho manualment per part d'una persona qualificada i amb experiència com passa a dia d'avui.

1.2. ABSTRACT

This project is based on automating the planning of the production line of the painting sections of a car component company which stamps, welds and paints its parts. To do this, a program is created that using business data can find an optimal way to plan a work shift without the need to require a qualified and experienced person as it happens nowadays.

1.3. INTRODUCCIÓ

Una empresa que es dedica a la soldadura, estampació i pintura de peces pel sector de l'automoció està treballant per a molts fabricants de vehicles d'arreu del món. El fet de disposar d'un gran rang de clients fa que hi hagi un nivell de producció alt i que també ho hagi de ser la seva optimització al llarg del procés. És realment important tenir una bona planificació i distribució de la planta per tal de poder aprofitar al màxim el temps proporcionant un màxim benefici.

A dia d'avui, una de les novetats en el procés és la renovació de tota la part de pintura. Aquesta empresa ha decidit canviar la localització de les seccions que la formen i portar-les a la mateixa nau on hi ha les seccions de soldadura i estampació pel fet de reduir temps i costos amb la transportació de les peces entre seccions. Aprofitant que es feia una reestructuració de la planta, s'ha renovat tot el sistema de pintura i les estacions de treball fent que calgui tenir la nova producció controlada del tot, des dels temps que es tarda a pintar fins als paràmetres que cal tenir en compte per a poder pintar les peces amb la major qualitat possible.

Un dels processos que no s'ha modernitzat amb la renovació de les seccions és la planificació de la producció malgrat sofrir variacions. Actualment, s'utilitza el sistema SAP per a tenir un control precís de l'estoc però per la planificació de la distribució, tant d'operaris com de peces per a pintar, es segueix fent manualment. S'extreuen les dades del programa però es realitza un càlcul manual, complex i de llarga durada, i que només pot ser dur a terme pel personal amb àmplia experiència

i qualificació, de la quantitat de peces que cal pintar i el temps que comporta fer-ho. Aquesta empresa produeix les 24 hores del dia, 5 dies a la setmana i en 3 torns diferents (torn de matí, de tarda i de nit), per tant, cal realitzar el mateix càlcul 3 vegades al dia de la mateixa manera.

Degut a la complexitat i a les hores que comporta diàriament aquest procés, aquest projecte de final de grau es basa en l'automatització de la planificació de la producció permetent poder trobar una distribució òptima sense la necessitat d'estar cada dia calculant la millor manera per a poder-ho fer. Per tal de realitzar aquest treball, s'utilitzaran el màxim nombre de recursos i estratègies que s'apliquen actualment degut a que el procés, tot i fer-se manualment, es realitza de manera bastant satisfactòria.

Per tant, aquest projecte es basa en fer que tothom pugui ser capaç de tenir un pla de producció sense la necessitat de requerir d'anys d'experiència com passa a dia d'avui i poder obtenir resultats d'una manera més ràpida i òptima.

1.4. OBJECTIUS DEL TREBALL

Els objectius a assolir en aquest treball són poder automatitzar el sistema de la planificació de la producció de l'ordre de pintura i fer que aquest procés sigui el més simple possible i que requereixi del temps mínim necessari de manera que es pugui obtenir en segons el que avui en dia es tarda aproximadament una hora.

A la vegada, donat que el procés és informatitzat, un nou objectiu a assolir serà el poder emmagatzemar les dades diàries i poder consultar les de dates antigues en qualsevol moment.

1.5. ABAST

A aquesta empresa les peces passen per diferents processos d'enginyeria. Els processos que abasta el projecte van des del moment en el qual l'operari col·loca les peces per a pintar als bastidors fins que les retorna als seus respectius contenidors un cop pintades per a ser enviades.

2. SITUACIÓ ACTUAL

2.1. DESCRIPCIÓ GENÈRICA DE L'EMPRESA

Aquesta empresa es dedica a la fabricació de peces per a fabricants d'automòbils. Actualment, està fent peces per a diverses empreses del sector. L'empresa s'organitza per departaments que els defineixen els processos d'enginyeria que pateixen els components.

Inicialment, l'empresa compra bobines de xapa a un proveïdor. Aquesta xapa es col·loca en matrius d'enginyeria que apliquen diversos processos d'embotició mitjançant punxons. Quan les peces han agafat la forma corresponent, un operari és l'encarregat de col·locar les peces en contenidors fent un cribratge visual per a detectar possibles errors. Les peces que es fabriquen són transportades amb carretons a les seccions de soldadura. En aquestes seccions, s'uneixen components de manera automàtica mitjançant robots autòmats.

Una vegada les peces estan acabades de fabricar, passen per les seccions de pintura i *bushing*. En aquestes, hi ha operaris que s'encarreguen de col·locar-les en respectius bastidors per a poder ser tractades. Una vegada estan acabades, l'operari les torna a contenidors fent-ne un primer control de qualitat.

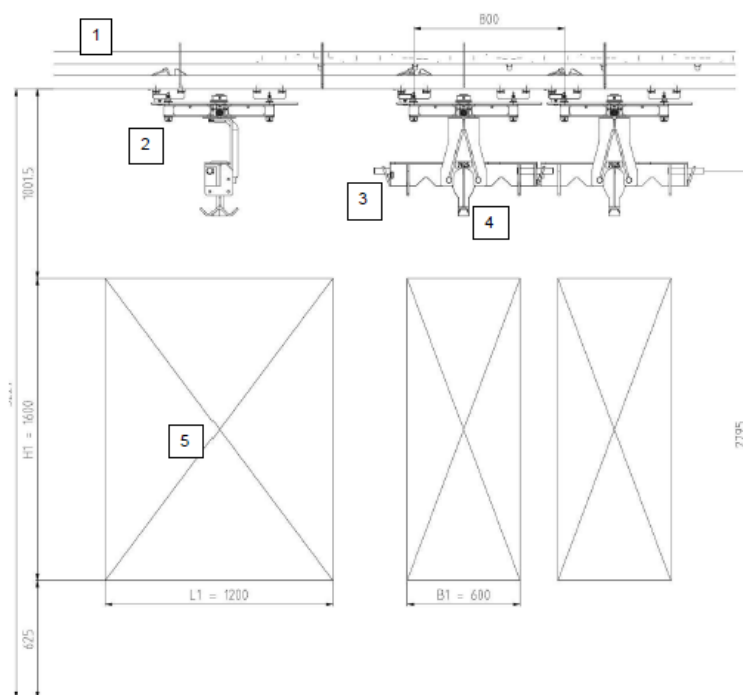
Finalment, aquestes peces passen pel departament de qualitat que les revisarà acuradament, previ estoc final a magatzem.

Per tal de poder tenir una bona gestió i un bon funcionament, l'empresa disposa d'un departament de logística encarregat de tenir comptabilitzades tant les peces finals com la matèria primera. També disposa d'un departament de manteniment que farà les revisions preventives per a poder tenir un control de les màquines i sistemes de l'empresa evitant futurs imprevistos.

Aquest treball està focalitzat en els departaments de producció de les seccions de pintura ja que es basa en poder optimitzar la planificació del procés productiu que segueixen aquestes seccions actualment.

2.2. FUNCIONAMENT DE LA CADENA TRANSPORTADORA

Per tal de poder pintar les peces, es col·loquen en bastidors que estan penjats en trens de carros que circulen al llarg dels carrils transportadors. L'esquema de la imatge inferior, mostra els elements principals de la cadena de pintura.



Imatge 1: Esquema de les parts de la cinta transportadora. Imatge del proveïdor de l'empresa

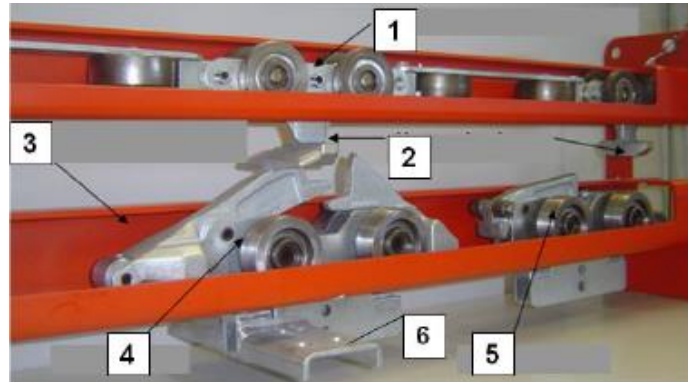
1. Carril transportador Power and Free	2. Tren de carros	3. Travesser del sistema
4. Ganxo de càrrega	5. Bastidors	

Es disposa de 410 trens de carros amb una càrrega útil de 2070N. S'ha de tenir en compte el pes que es pot suportar per a poder fer un disseny el més òptim possible dels bastidors i de la distribució de les peces sense superar-ne la càrrega màxima.

Totes les especificacions s'han extret de la informació del proveïdor: (Eisenmann, 2021)

2.2.1. Transportador Power and Free

La informació teòrica del funcionament s'ha extret de la pàgina web i documentació del proveïdor de l'empresa. (Eisenmann, 2021) *Transportadores Power and Free*.



Imatge 1: Parts de la cinta transportadora. Imatge extreta del proveïdor de l'empresa

1. Carril Power and Free amb cadena transportadora	2. Mecanisme arrossegament de la cadena
3. Carril Free amb carro d'avanç	4. Carro per avançar endavant
5. Tren de rodatge posterior	6. Límit

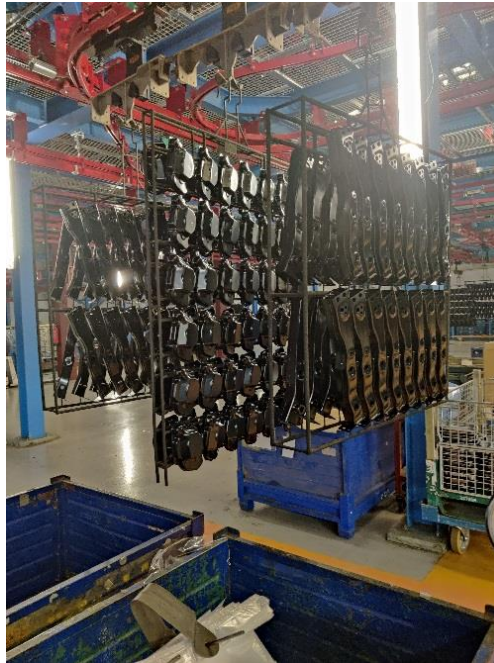
Amb el sistema Power and Free, es transporten els trens de carros individuals a través de cadenes transportadores superposades en un sistema tancat.

Mitjançant límits, el carro d'avanç frontal es desacobla de la cadena i s'atura. Mentre que les cadenes circulen contínuament, els trens de rodatge es poden moure de manera discontinua. Els trens de carros poden consistir en un, dos, o més trens de rodatge, en funció de la càrrega. Sempre es connecten articuladament dos trens de rodatge amb un travesser.

2.2.2. Bastidors

A la imatge inferior es mostra un conjunt de bastidors carregats de peces arribant a una estació de treball.

En aquesta imatge es poden veure els carrils esmentats anteriorment per on van circulant els bastidors penjats pels travessers. Un altre objecte a observar són els contenidors blaus des d'on es treuen les peces que arriben per pintar i es tornaran a guardar un cop estiguin pintades.

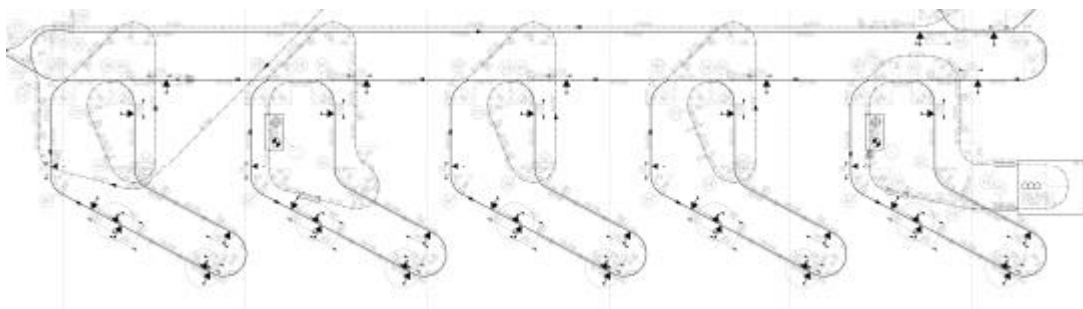


Imatge 2: Bastidors circulant. Imatge pròpia

2.2.3. Distribució de la cadena

La cadena de transport de bastidors consta de les següents zones.

2.2.3.1. Zona de treball

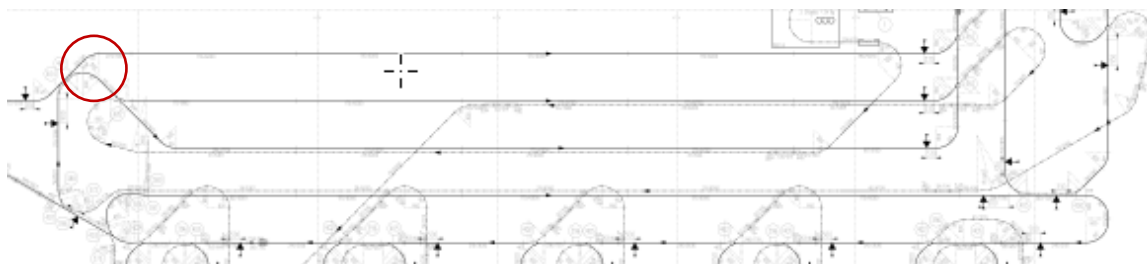


Imatge 3: Estacions de treball. Imatge extreta del plànol de l'empresa

L'empresa disposa de 5 estacions de treball des d'on els operaris penjen i despengen les peces a pintar als bastidors. Per a que ells es puguin facilitar aquesta acció, es pot fer girar sobre si mateix el travesser del sistema. Tot i això, una vegada vulgui enviar el bastidor a ser pintat, cal tornar a situar el travesser en la posició de funcionament.

2.2.3.2. Zona de transport

Una vegada els bastidors estan carregats, s'han de transportar a la zona de pintura. Com es pot veure al plànol de la imatge inferior, la cadena té una bifurcació perquè hi ha peces que es pinten en alta capa i d'altres es pinten a baixa capa. D'aquesta manera, es van col·locant els bastidors per tal de poder-se agrupar segons les característiques de pintat que necessitin.



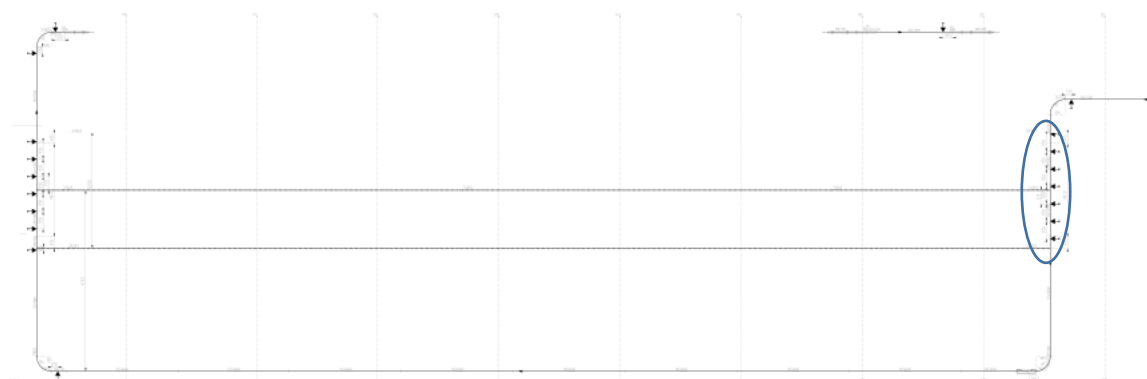
Imatge 4: Zona de circulació dels bastidors. Imatge extreta del plànol de l'empresa

2.2.3.3. Zona de pintat

Quan les peces arriben a la zona de pintat, una sèrie de ponts grua són els encarregats d'anar transportant els bastidors mentre que els travessers arribaran a la zona del final dels banys de pintura on tornaran a ser carregats.

Com es pot veure a la imatge inferior, hi ha 6 fletxes a cada costat que és per on entraran i sortiran les peces una vegada estiguin pintades. Mentre els bastidors passen pel procés de pintat no estan a la cinta transportadora, fet que no es veu al seu plànol.

Mentre els bastidors estan sent pintats, el travesser corresponent a cada bastidor circula per la cinta paral·lelament als bastidors i una vegada aquests han passat per tots els processos de pintura, tornen a ser carregats als travessers per a seguir amb el transcurs del cicle de pintat.



Imatge 5: Zona de pintat. Imatge extreta del plànol de l'empresa



Imatge 6: Ponts grua a la zona de pintat. Imatge pròpia

En aquesta imatge es pot veure com funcionen els ponts grua. Cada pont grua té subjeccions per a 6 bastidors que es van traslladant al llarg de tots els banys. En el moment en que un pont grua arriba a un bany, submergeix els bastidors durant un temps programat. La imatge mostra el moment en el qual surten uns bastidors del bany de pintura i també es veu com un altre pont grua està preparat per a deixar les peces al bany següent.

2.2.3.4. Zona del forn

Una vegada les peces han estat pintades, passen per un forn que està a una temperatura de 170 graus on s'asseca la pintura. Aquest forn té molta alçada per tal de que la calor es concentri a la part superior i sigui possible estar dins del forn a arran de terra a una temperatura suportable. Com es pot observar a la imatge, hi ha diverses portes d'accés als laterals i està completament obert, malgrat això la temperatura a la zona inferior del forn és poc superior a la temperatura ambient.



Imatge 7: Forn. Imatge pròpia

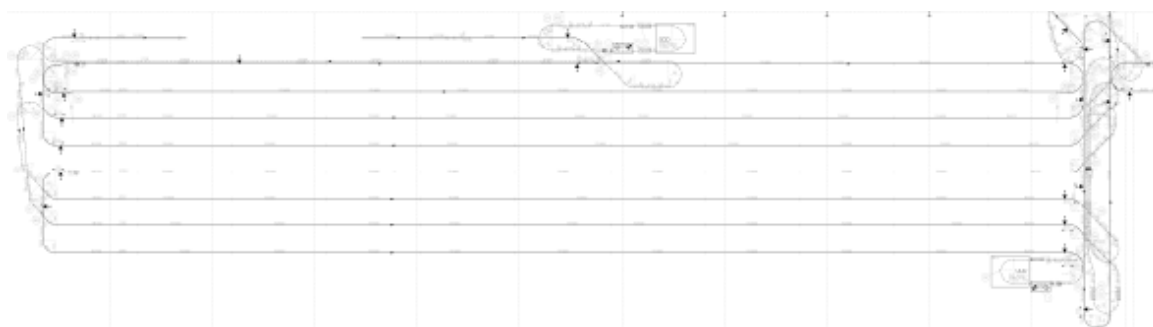
Donat que la cinta transportadora no s'atura, els bastidors fan un llarg recorregut per l'interior del forn perquè els hi doni temps a assecar-se. El temps que passen les peces al forn és d'uns 75 minuts.

2.2.3.5. Zona d'emmagatzematge de bastidors

Una vegada s'han cobert tots els bastidors demanats en un torn, se'n pinten de sobrants que aniran a incrementar l'estoc per tal d'utilitzar-los en futures vendes. D'aquesta manera es pot aprofitar el temps i no haver de moure bastidors a meitat de càrrega. Aquests bastidors s'emmagatzemen en pulmons que té la cadena, evitant que estiguin circulant al llarg de tot el circuit, col·lapsant el sistema tal i com mostra la imatge següent. Es pot observar que aquesta zona es troba per sobre del terra per a aprofitar l'alta alçada de la planta.



Imatge 8: Zona emmagatzematge de bastidors. Imatge pròpia



Imatge 9: Zona emmagatzematge bastidors. Imatge extreta del plànol de l'empresa

2.3. FUNCIONAMENT DE LA LÍNIA DE PINTURA I DE LA CADENA

Una vegada es tenen les peces que es volen pintar als bastidors, aquests, són transportats cap a la zona de pintura. Un cop hi arriben, una sèrie de ponts grua els aniran submergint en respectius banys actius i passius per a poder ser pintats amb la màxima qualitat.

Inicialment, les peces passen per a tres banys actius de desengreix per a poder treure el màxim d'oli, grassa i brutícia que contenen les peces. Si s'obviés aquest procés, la qualitat de les peces seria molt inferior ja que les imperfeccions es veurien reflectides un cop pintades. El primer bany es fa aplicant pressió per tal de poder treure tanta brutícia com sigui possible. El segon i tercer

banys tenen un funcionament diferent ja que no es basen en aigua a pressió sinó que els bastidors es cobreixen amb aigua. Com és lògic, el tercer bany té l'aigua més neta que el segon i aquest respectivament amb el primer ja que les peces hi arriben més netes i amb menys impureses.

Seguidament, les peces passen per tres banys passius de rentat que funcionen mitjançant el mètode de cascada inversa (l'aigua del tercer rentat passarà al segon i després al primer) per a poder aprofitar la màxima quantitat d'aigua possible. Cal tenir en tot moment un control del PH i de la conductivitat que seran revisats en cada torn de treball.



Imatge 10: Banys de passius de rentat. Imatge pròpia

El següent bany per on passen les peces és pel bany de fosfatat. És un bany actiu que utilitza el mètode d'immersió i és un dels més delicats donat que si es fa un mal fosfatat hi hauria problemes al resultat final i les peces serien rebutjades al fer-ne el control de qualitat.

El següent procés que s'aplica ja és el de pintura. En aquest punt es submergeixen les peces a una composició de pasta pigmentada i lligant catiònic. Després, arriben a tres banys passius per a poder treure'n irregularitats que podrien contenir les peces una vegada han estat pintades.

Finalment, les peces passen per tres banys d'ultra filtrat que serveix per a poder separar sòlids amb un gran pes molecular de la solució aquosa mitjançant membranes.

Un cop es tenen les peces pintades, s'assequen al forn i retornen a les estacions de treball per a poder ser despenjades.

2.4. SISTEMA PRODUCTIU ACTUAL

A les imatges inferiors es pot veure com una empresa fa a dia d'avui la planificació del pla de producció de cara als torns següents. El que fa és descarregar des del SAP el llistat de comandes que es serviran els 7 pròxims dies laborables (llistat que es mostra a les imatges següents).

Aquest document està classificat segons files i columnes. La primera columna mostra el llistat d'articles expressats en referències que cal pintar i cada fila mostra les dades de les referències. Les dues columnes següents indiquen el tipus de contenidor on cal col·locar les peces i quantes peces de cada referència caben als contenidors.

Seguidament, apareix el nombre de contenidors que cal fer de cada peça cada dia i la columna disponible mostra el nombre de peces que es disposa en estoc i que ja poden ser enviades. L'última columna mostra la secció on s'està treballant, en aquest cas, les seccions corresponents a pintura.

El que també es pot observar a les imatges són anotacions fetes per l'encarregat, en el procés manual de càlcul. D'entrada, es pot veure com els contenidors pendents per alguns dies estan tatxats i d'altres estan remarcats. Com és lògic, els contenidors tatxats són els que ja hi ha coberts mentre que els remarcats són els primers que caldria fer.

Una altra anotació que es pot veure són nombres seguits d'un XP. A la primera referència es pot observar que l'encarregat de la línia ha escrit 70XP, el que significa 70 peces per a pintar. Aquesta dada és bàsica per a saber com organitzar la producció ja que una de les dificultats que tenen les seccions de pintura és que no sempre es disposa de les peces necessàries per a poder pintar. Això es pot veure en algunes anotacions fetes on hi ha escrit FM (falta material).

Un aspecte a tenir en compte és que hi ha articles que es localitzen en més d'una fila ja que hauran d'anar emmagatzemades en més d'un tipus de contenidor diferent. La referència FA366POM04 n'és un exemple perquè es classificarà en el contenidor tipus CIEB121060 i en el CIIMC150 que contenen 270 i 24 peces respectivament.

Una vegada s'han fet tots aquest càlculs, caldria decidir quines són les peces que cal pintar primer i en quines estacions posar-les per a treballar de la manera més òptima possible. Per tal de fer-ho, es comença mirant quines peces cal pintar primer i que estiguin disponibles i l'estona que això comporta. Actualment, aquest càlcul el fa l'encarregat de la línia que coneix a base d'experiència com gestionar totes les referències per tal que surtin al dia.

Quan l'encarregat sap el temps que li suposa haver de pintar les peces demanades, pensa si ho pot fer amb un operari per estació, perquè hi ha molts moments en els quals no pot ser així. Sí això passa, demana al cap de producció a planta poder disposar d'un operari més.

Com es pot observar, aquest requereix d'un nivell de gestió i d'experiència força alt, degut a la incapacitat de l'encarregat de gestionar-ho, per tant, el dia que no pot assistir a treballar, cal anar a buscar algun antic encarregat amb la possibilitat que no estigui disponible. A més a més, un altre problema que comporta aquest tipus de gestió és la gran pèrdua de temps per torn. Cada dia, els tres encarregats de la línia, han de calcular i organitzar tota la planificació.

Artículo	Contenedor	P/ C	Anter. a 09.02.21	09.02.21	10.02.21	11.02.21	12.02.21	15.02.21	16.02.21	17.02.21	Disponible	Sección Proveedor
-Pintado												
FA065POM09	CIEB121097	34	1000	0	0	0	0	0	0	4	48	56
FA065POM09	CIFORD-EMER	34	0	0	0	0	0	2	0	0	490	57
FA108POM02	CIKLT4329	40	Fu 0	0	0	0	0	26	0	0	30	56
FA109POM02	CIKLT4329	40	229 XP	0	0	0	0	23	0	0	18	57
FA219POM04	CITR2-452	1.440	11000 XP	0	0	0	0	1	0	0	0	56
FA220POM04	CITR2-452	1.440	6636 XP	0	0	0	0	1	0	0	0	57
FA247POM03	CIEB121060	625	329 XP	0	0	0	0	0	0	0	164	56
FA366POM04	CIEB121060	270	Fu 0	0	0	0	0	0	0	0	715	57
FA366POM04	CIIMC150	24	0	0	0	0	0	0	0	0	715	56
FA417POM08	CIFE14655	18	54 XP	0	0	0	0	11	11	1	617	56
FA426POM06	CHOLDER	4	0	0	0	0	0	123	132	147	2	57
FA427POM06	CIGENERICO	1.000	0	0	0	0	0	0	0	1	24	56
GA019POM03	CIF6	150	110 XP	0	0	0	0	0	0	0	123	56
PA038POM02	CI00081	100	Fu 0	0	0	0	0	2	0	0	191	57
PA038POM02	CIF6	20	0	1	0	0	0	0	1	0	191	56
PA039POM02	CI00081	100	Fu 0	0	0	0	0	3	0	0	152	56
PA148POM01	CI04312	54	6400 XP	0	0	0	0	44	0	10	7.939	57
PA174POM05	CI00080	148	Fu 0	0	0	0	0	0	0	0	2.114	56
RA034POM01	CI4322	50	80 XP	0	0	0	0	0	0	0	11	57
RA122POM01	CIBAC4325	49	0	0	0	0	0	0	0	0	504	56
RA558POM11	CIF5	10	0	0	0	0	0	0	2	0	641	57
RA559POM11	CI2S975M	60	0	0	3	6	3	3	3	3	1.594	56

Imatge 11: Llistat peces format actual I. Imatge pròpia

Artículo	Contenedor	P/ C	Anter. a 09.02.21	09.02.21	10.02.21	11.02.21	12.02.21	15.02.21	16.02.21	17.02.21	Disponible	Sección Proveedor
RA560POM04	CIBAC4312	28	Fu 0	0	0	0	50	0	0	0	2.921	56
RA560POM04	CIBSG	28	0	0	0	0	56	32	32	32	9	57
RA560POM04	CIIMC040	28	0	0	0	0	0	0	0	1	2.921	56
RA561POM04	CIBSG	28	Fu 0	0	0	0	0	0	4	32	1.460	57
RA561POM04	CIIMC040	28	0	0	1	0	0	0	0	0	7.620	56
RA580POM05	CI2S975M	180	0	0	0	1	6	5	5	5	23.092	56
RA580POM05	CIF5	10	1	0	0	0	0	0	0	0	26.152	57
RA581POM06	CI2S975M	180	0	0	0	0	0	0	2	5	24.737	56
RA581POM06	CIF5	10	0	0	0	0	0	0	0	1	29.957	56
RA581POM06	CIS-770	162	0	0	0	0	0	0	0	0	28.661	56
RA683POM00	CISLI1210N	108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56
RA936POM00	CI4322	70	1500 XP	0	0	0	0	0	4	3	20	57
RA942POM03	CI2S975M	65	300 XP	0	0	0	0	0	0	0	2.799	56
V2558POM13	CIF2	2	Fu 0	0	0	0	0	1	0	0	2	56
V2615P1M02	CIHESON	1.04	Fu 0	0	0	0	0	0	0	0	1.816	57
VA064POM07	CI70A111960	30	Fu 0	0	0	2	0	3	0	0	50	56
VA065POM05	CI70A111960	10	Fu 0	0	0	1	23	0	0	0	8	57
VA133POM07	CI70A111960	10	Fu 0	0	0	1	0	0	0	0	1	56
VA134POM04	CI70A111960	10	Fu 2	0	0	0	0	0	0	0	0	56
VA502POM06	CIV201	234	900 XP	0	0	0	13	20	5	12	898	56
VA503POM06	CIV201	234	1324 XP	0	0	0	11	19	5	12	474	57
VA553POM08	CI70A111820	100	1537 XP	0	0	0	0	0	0	0	5.348	56
VA553POM08	CIBENTELEL	180	0	0	0	0	0	0	0	0	6.868	57

Imatge 12: Llistat peces format actual II. Imatge pròpia

Artículo	Contenedor	P/ C	Anter. a 09.02.21	09.02.21	10.02.21	11.02.21	12.02.21	15.02.21	16.02.21	17.02.21	Disponible	Sección Proveedor
VA553POM08	CIMAGNUM	180	0	0	0	0	0	0	0	21	3.808	56
VA554POM08	CIBENTELEL	180	19670 XP	0	0	0	0	0	0	6	8.323	57
VA554POM08	CIMAGNUM	180	0	0	0	0	0	0	0	20	5.083	56
VA580POM10	CIVW0001	56	1500 XP	0	7	20	18	20	0	21	534	56
VA693POM05	CI70A111820	100	Fu 0	0	0	0	0	11	0	0	8.730	56
VA693POM05	CIBENTELEL	180	0	0	0	0	0	0	0	29	4.550	57
VA693POM05	CIMAGNUM	180	0	0	0	0	0	0	0	17	7.070	56
VA694POM05	CI70A111820	100	Fu 0	0	0	0	0	15	0	0	8.662	56
VA694POM05	CIBENTELEL	180	0	0	0	0	0	0	0	30	4.162	57
VA694POM05	CIMAGNUM	180	0	0	0	0	0	0	0	17	6.502	56
VA847POM01	CIVW0001	84	1200 XP	0	0	0	0	0	1	4	4.437	56
VB185POM02	CI004147	26	Fu 0	0	0	0	0	0	9	22	7	57
VB186POM02	CI004147	26	0	0	0	0	0	0	5	22	24	56

Imatge 13: Llistat peces format actual III. Imatge pròpia

3. ANÀLISI I ESTUDI DE MILLORES

Aquest apartat consta de la selecció de les estratègies que s'utilitzaran, dels programes amb els quals es farà el projecte i d'una planificació inicial de l'estudi a dur a terme.

3.1. EINES UTILITZADES

Les eines utilitzades per a poder fer aquest treball són programes informàtics.

En un inici, l'operari extrauria dades del SAP (programa que mostra la quantitat de peces produïdes en tot moment) amb un format EXCEL. Per a cada torn, caldria extreure dos documents: la demanda de la setmana següent amb la disponibilitat de peces que hi ha i la quantitat de peces disponibles per a pintar.

Seguidament, un cop s'extreuen les dades de les peces que tenim amb un full de càlcul, i amb altres fulls de càlcul de *timings* necessaris, mitjançant un programa com VISUAL STUDIO, l'usuari podria veure un menú des d'on li sortirien els resultats que estan programats amb SQL.

3.2. PLANIFICACIÓ DE LA PROPOSTA DE MILLORA

En aquest apartat s'exposa la planificació de la nova proposta de millora que serveix per entendre en què es basarà la implementació del progrés feta de manera autònoma. Aquest estudi està basat en les dades de producció d'un torn en concret i en exemples pràctics per a que s'entenguin millor les idees esmentades.

3.2.1. Dies coberts

Per a poder saber quines i quantes peces cal produir al següent torn, l'encarregat entra al SAP i descarrega el llistat d'emergències, un llistat on hi ha totes les referències que cal pintar en els pròxims dies, la quantitat de contenidors que es demanen cada dia i les peces disponibles que ja hi ha pintades. Tal i com mostra la imatge inferior, els contenidors contenen un full on hi ha la informació corresponent de quina peça es pinta i de la quantitat de peces que hi ha en cada contenidor.



Imatge 14: Contenedors amb un imprès del SAP que mostra la quantitat de peces. Imatge Pròpia

L'apartat 3.1 de l'annex, mostra un llistat de referències extret el dia 29 de gener de 2021. La primera columna indica que s'estan pintant les peces; la segona, quina peça s'està tractant; la tercera, el tipus de contenidor on cal emmagatzemar cada peça; la quarta, les seccions on es treballa; la cinquena, el nombre de peces que van per contenidor. Les següents columnes mostren la quantitat de contenidors que cal tenir pintats segons el dia i, per acabar, la columna "disponible" mostra el nombre de peces que es tenen ja pintades.

D'entrada, ja s'observa que es treballa amb dues unitats diferents: contenidors i peces, per tant, el primer pas és convertir el nombre de peces disponibles a contenidors per tal de veure quants contenidors hi ha coberts. La variable de la següent fórmula, P/C, equival a la quantitat de peces que caben en un contenidor.

$$\text{Contenedors coberts} = \frac{\text{Disponible}}{P/C}$$

Si s'agafa com a exemple la referència VA580POM10:

$$\text{Contenedors coberts} = \frac{\text{Disponible}}{P/C} = \frac{610 \text{ peces}}{56 \text{ peces/contenidor}} = 10 \text{ contenidors}$$

Sempre cal arrodonir a la baixa perquè, en aquest cas, el contenidor 11 no estaria cobert. El següent pas és veure quins dies hi ha coberts (els dissabtes i diumenges no es produeix). Es torna a prendre com a exemple la mateixa referència:

*Anteior a 29 de gener = 10 contenidors coberts – 0 contenidors necessitats
= 10 contenidors coberts restants*

*29 de gener = 10 contenidors coberts – 0 contenidors necessitats
= 10 contenidors coberts restants*

*30 de gener = 10 contenidors coberts – 0 contenidors necessitats
= 10 contenidors coberts restants*

*1 de febrer = 10 contenidors coberts – 0 contenidors necessitats
= 10 contenidors coberts restants*

*2 de febrer = 10 contenidors coberts – 0 contenidors necessitats
= 10 contenidors coberts restants*

*3 de febrer = 10 contenidors coberts – 0 contenidors necessitats
= 10 contenidors coberts restants*

*4 de febrer = 10 contenidors coberts – 0 contenidors necessitats
= 10 contenidors coberts restants*

*5 de febrer = 10 contenidors coberts – 0 contenidors necessitats
= 10 contenidors coberts restants*

*8 de febrer = 10 contenidors coberts – 13 contenidors necessitats
= –3 contenidors coberts restants*

Per tant, no estarien coberts els propers 7 dies de producció amb una quantitat de peces restants que faltarien per a cobrir 3 contenidors.

El fet de treballar amb contenidors té l'inconvenient que el resultat és una aproximació de quantes peces cal preparar per a pintar. Tal i com es mostra a l'apartat 3.1 de l'annex, no tots els contenidors contenen les mateixes degut a les necessitats del client. La referència V2629POM06 conté 840 peces per contenidor, per tant, si es calcula mitjançant contenidors, es podria donar el cas de tenir 839 peces fetes però el resultat a mostrar seria la falta d'un contenidor per a cobrir quan realment només es necessitaria una peça. De manera que és molt més exacte treballar amb peces com a unitat.

Tornant a agafar com a exemple la referència anterior trobem que:

$$\text{Peces disponibles} = \text{Disponible} = 610 \text{ peces}$$

$$\text{Peces dia anterior 29 de gener} = 0 \text{ contenidors} * 56 \frac{\text{peces}}{\text{contenedor}} = 0 \text{ peces}$$

$$\text{Peces dia 29 de gener} = 0 \text{ contenidors} * 56 \frac{\text{peces}}{\text{contenedor}} = 0 \text{ peces}$$

$$\text{Peces dia 1 de febrer} = 0 \text{ contenidors} * 56 \frac{\text{peces}}{\text{contenedor}} = 0 \text{ peces}$$

$$\text{Peces dia 2 de febrer} = 0 \text{ contenidors} * 56 \frac{\text{peces}}{\text{contenedor}} = 0 \text{ peces}$$

$$\text{Peces dia 3 de febrer} = 0 \text{ contenidors} * 56 \frac{\text{peces}}{\text{contenedor}} = 0 \text{ peces}$$

$$\text{Peces dia 4 de febrer} = 0 \text{ contenidors} * 56 \frac{\text{peces}}{\text{contenedor}} = 0 \text{ peces}$$

$$\text{Peces dia 5 de febrer} = 0 \text{ contenidors} * 56 \frac{\text{peces}}{\text{contenedor}} = 0 \text{ peces}$$

$$\text{Peces dia 8 de febrer} = 13 \text{ contenidors} * 56 \frac{\text{peces}}{\text{contenedor}} = 728 \text{ peces}$$

$$\begin{aligned} \text{Peces disponibles} &= 610 \text{ peces disponibles} - 728 \text{ peces necessitades} \\ &= -118 \text{ peces disponibles} \end{aligned}$$

Es pot observar que, en aquest segon cas, es necessiten exactament 118 peces més per pintar mentre que anteriorment eren 3 contenidors (equivalent a 168 peces), i és per aquest motiu que el càlcul automatitzat fruit del treball de final de grau està fet amb peces i no amb contenidors.

Algunes de les referències que surten a la imatge (com ara la PA148P0M01) estan en dues files. Aquest fet és degut a haver d'estar emmagatzemades en dos tipus de contenidor diferents segons la demanda del client malgrat que les peces disponibles d'una fila es poden utilitzar de la mateixa forma per l'altra ja que seria la mateixa peça, fet que caldrà preveure en el càlcul automatitzat.

Aquesta planificació estarà basada en cobrir els primers cinc dies de cada referència per a poder evitar imprevistos, abans no es canviï a la següent, per tant, en l'exemple anterior caldria mirar fins al dia 3 de febrer.



Imatge 15: Peça penjada a un bastidor per a ser pintada. Imatge pròpia

3.2.2. Peces per a pintar

Per a poder veure la quantitat de peces preparades, cal descarregar un altre arxiu del SAP que mostra l'estoc de peces segons la secció on treballem.

A l'apartat 3.1. LLISTAT DE REFERÈNCIES D'UN DIA EN CONCRET de l'annex hi ha el full de càlcul que cal utilitzar en aquest cas. Aquest full de càlcul té una gran quantitat de columnes malgrat que les úniques que seran d'utilitat són: la primera, ja que ens mostra la referència de la peça i la quarta, anomenada "Libre utilización" que mostra la quantitat de peces preparades per a pintar.

Un aspecte a tenir en compte és que les referències no tenen exactament el mateix nom que abans. La causa d'aquest fet és que en el full de càlcul anterior, les peces havien passat per un procés d'enginyeria més, el de pintura, i ara l'últim procés que han fet és el previ a ser pintades. En aquest mateix apartat de l'annex, es pot observar com la peça VA504 un cop és pintada té el codi de referència VA504P0M07 i després de ser pintada té el nom de VA504U0M07.



Imatge 16: Peça VA504. Imatge pròpia

La imatge inferior mostra com s'emmagatzemen els contenidors de peces preparats per a ser transportats a la zona de pintura.



Imatge 17: Contenidors de peces preparats per a ser pintats. Imatge pròpia

3.2.3. Ordre de peces segons la prioritat

Quan es té constància de la quantitat de peces i bastidors que cal pintar, cal definir quin és el criteri de prioritat que marcarà l'ordre de les peces a ser pintades. Aquest criteri es basa en mirar dia per dia la quantitat de peces restants que hi ha.

En aquest cas, la primera referència en ser pintada serà la que es demani prèviament. En el supòsit d'haver-n'hi més d'una, es pintaria primer la que més sol·licitada en els propers cinc dies.

Suposant que hi hagués cinc estacions de treball, es podria treballar amb cinc referències diferents al mateix temps, per tant, inicialment, es seleccionarien les cinc referències més sol·licitades. A continuació, una vegada hagin acabat les peces disponibles o les necessitades, es canviarà de referència.

ESTACIÓ 1	ESTACIÓ 2	ESTACIÓ 3	ESTACIÓ 4	ESTACIÓ 5
Referència A	Referència B	Referència C	Referència D	Referència E

Imatge 18: Esquema de treball de la secció de pintura

3.2.4. Timings

Un cop se sap la quantitat de peces que cal pintar envers a les que es poden pintar, cal veure quant de temps comportarà cada procés. La quantitat que cal pintar de cada referència dependrà del que tardin les peces en ser pintades i en ser col·locades als seus respectius contenidors.

Per tal de poder pintar les peces, es disposa de bastidors que s'aniran carregant i passaran pel procés de pintura. Seguidament, les peces pintades es dipositaran als contenidors preparades per a ser enviades.

L'apartat 3.3 de l'annex mostra la quantitat de peces que un operari pot penjar i despenjar segons les referències amb una hora a la columna P. H. (peces per hora). Per exemple, en el cas de la F3118POM11 un operari penjaria i despenjaria als corresponents bastidors 186 peces amb una hora.

Tal i com s'ha esmentat anteriorment, les peces es pinten amb bastidors i la columna P.B. mostra la quantitat de peces que caben en un bastidor. Com que no totes les peces tenen la mateixa mida, hi ha bastidors que contenen moltes més peces que d'altres.

El fet que les peces es pintin amb bastidors, permet poder calcular el nombre de bastidors necessaris.

$$\text{Bastidors requerits} = \frac{\text{Peces no cobertes 5 dies}}{P.B.}$$

3.2.5. Bastidors mínims disponibles

Un aspecte a tenir en compte és que la cadena de pintura es pot col·lapsar si hi ha massa bastidors circulant. Actualment, es disposa d'un anell de circulació pel qual van circulant els bastidors que estan en trànsit. El fet de tenir un excés de bastidors implica reduir la producció donat que els bastidors no podrien arribar amb un temps de cicle òptim a la seva destinació.

Per tal d'evitar-ho, cal treballar sempre amb la mínima quantitat de bastidors necessària per a poder pintar. Per tal de calcular aquest nombre de bastidors, cal veure quants bastidors es poden carregar per a ser pintats mentre el primer bastidor està circulant.

$$\text{Temps penjar i despenjar 1 bast.} = \frac{\text{Peces}}{\frac{\text{bastidor}}{\text{Prima}}}$$

$$\text{Temps penjar 1 bastidor} = \frac{T. \text{ penjar i despenjar 1 bast.}}{2}$$

$$\text{Nombre de bastidor mínims} = \frac{\text{Temps cicle}}{\text{Temps penjar 1 bastidor}}$$

3.2.6. Temps de cada referència

Per tal de poder saber el temps que es tardaria en tenir pintades cadascuna de les referències, cal saber com es distribueix el temps de pintat d'un bastidor a dia d'avui.

L'esquema inferior mostra el recorregut que fa un bastidor des que l'operari el penja fins que el despenja situant les peces als respectius contenidors. Tal i com es pot veure, el temps de cicle d'un bastidor des que és carregat fins a ser descarregat és molt més llarg que el temps de penjar i el temps de despenjar. Actualment, un bastidor tarda unes dues hores en recórrer tota la cadena de pintura mentre que el temps a penjar i despenjar és més curt i depèn de cada referència, però tal i com mostra l'exemple **3.2.6.1 Exemple fictici del temps d'una referència en el qual l'operari sempre te bastidors**, equivaldria a 0,1 hores en aquest cas.

Temps per a penjar	Temps de cicle del bastidor	Temps per a despenjar
--------------------	-----------------------------	-----------------------

Imatge 19: Distribució en el temps d'un bastidor

El que es pot veure en la imatge anterior, és que des que l'operari envia el bastidor fins que li torna, han transcorregut dues hores, per tant, el que cal fer és tenir la producció en marxa penjant altres bastidors mentre no arriben els pintats. Un càlcul necessari és el del nombre de bastidors necessaris per a poder cobrir la demanda de peces actual:

$$\text{Nombre de bastidors} = \frac{\text{Demanda}}{\frac{\text{Peces}}{\text{bastidor}}}$$

Seguidament, cal trobar el temps que implica penjar tots els bastidors. Per tal de poder-ho trobar, prèviament cal haver trobat, mitjançant els *timings*, el temps que implica la quantitat de bastidors que es poden penjar i despenjar en una hora i el temps que implica només l'acció de penjar.

$$\text{Temps penjar i despenjar 1 bastidor} = \frac{\frac{\text{Peces}}{\text{bastidor}}}{\text{Prima}}$$

$$\text{Temps penjar 1 bastidor} = \frac{T. \text{ penjar i despenjar 1 bast.}}{2}$$

$$\text{Temps despenjar 1 bastidor} = \frac{T. \text{ penjar i despenjar 1 bast.}}{2}$$

El moment en el qual és té constància dels temps que implica tenir un bastidor pintat i del nombre de bastidors que es requereixen, es pot calcular el temps que implica poder pintar-los i compararlo amb el temps d'arribada del primer bastidor.

$$\text{Temps tots bastidors} = \text{Nombre bastidors} \cdot \text{Temps penjar 1 bastidor}$$

$$\text{Temps arribada bastidor} = \text{Temps cicle} + \text{Temps de penjar}$$

Una vegada es té constància del valor d'aquests dos temps, pot passar que el temps d'arribada del primer bastidor sigui més gran, igual o més petit que el temps de carregar tots els bastidors demanats. Aquestes situacions s'han de tractar de manera diferent:

- ✓ Si el temps d'arribada de penjar les peces de tots els bastidors és igual o més gran que el temps d'arribada del primer bastidor un cop pintat, l'operari sempre tindria peces per anar col·locant i no s'aturaria la producció. Aquest cas es pot veure a l'apartat **3.2.6.1 Exemple fictici del temps d'una referència en el qual l'operari sempre te bastidors**.

Temps penjar bast. 1	Temps de cycle del bastidor 1			Temps despenjar bast. 1	
	Temps penjar bast. 2	Temps de cycle del bastidor 2			Temps despenjar bast. 2
		Temps penjar bast. 3	Temps de cycle del bastidor 3		...
			Temps penjar bast. 4	Temps de cycle del bastidor 4	
				Temps penjar bast. 5	Temps de cycle del bastidor 5
					Temps penjar bast. 6
					Temps penjar bast. 7
					Temps de cycle del bastidor 6
					Temps de cycle del bastidor 7

Imatge 20: Distribució del temps al treballar amb una referència

L'esquema superior mostra la situació dels bastidors al llarg del temps. Cada casella representa una vuitena part del temps que tardaria un bastidor en ser pintat, per tant, un operari tardaria una vuitena d'unitat de temps en penjar les peces a un bastidor, una altra vuitena en descarregar les peces i la resta del temps els bastidors estan circulant.

Mentre el bastidor 1 està pintant-se, l'operari està carregant sis bastidors més i quan s'acaba de carregar el bastidor número 1, l'operari ja hauria enviat els altres bastidors que anirien circulant.

- ✓ Per altra banda, si el temps de penjar peces és més curt que el temps que tardaria el primer bastidor en fer tota la volta, implicaria una aturada de la producció que caldria evitar carregant bastidors d'una nova referència mentre no arriben els bastidors pintats

tal i com passa a l'apartat **3.2.6.2 Exemple fictici del temps d'una referència en el qual l'operari no sempre te bastidors**.

El resultat obtingut seria com el de l'esquema superior, però els bastidors constarien de dues referències diferents.

3.2.6.1. Exemple fictici del temps d'una referència en el qual l'operari sempre te bastidors

Es disposa de la referència "FA106P0M06" a l'estació 1 de la qual se'n necessiten 4.000 peces i un operari n'és capaç de penjar i despenjar 509 en una hora. A més a més, es sap que un bastidor consta de 104 peces i té un temps de cicle de 2 hores. Quant es tardaria en tenir les 4.000 peces pintades? Hi ha temps restant? Si és així, què es fa durant aquest temps?

Inicialment, es troba el nombre de bastidors que hi ha per a pintar.

$$\text{Nombre de bastidors} = \frac{\text{Demanda}}{\frac{\text{Peces}}{\text{bastidor}}} = \frac{4.000 \text{ peces}}{104 \frac{\text{peces}}{\text{bastidor}}} = 38,46 \text{ bastidors} = 39 \text{ bastidors}$$

A continuació, mitjançant el llistat de l'apartat 3.3 de l'annex, es pot trobar la quantitat d'hores que li requereix a un operari penjar i despenjar un bastidor sencer d'aquesta referència mitjançant les peces que caben a un bastidor i les peces per hora que un operari pot penjar.

$$\text{Temps penjar i despenjar 1 bast.} = \frac{\frac{\text{Peces}}{\text{bastidor}}}{\text{Prima}} \cdot \frac{104 \frac{\text{peces}}{\text{bastidor}}}{509 \frac{\text{peces}}{\text{hora}}} = 0,2 \frac{\text{hores}}{\text{bastidor}}$$

Per tant, suposant que el temps de penjar és equivalent al de despenjar, podem trobar la quantitat d'hores que implica penjar un bastidor. Aquest càlcul és útil ja que l'operari penja tots els bastidors, els envia a pintar i li retornen una vegada han estat pintats.

$$\text{Temps penjar 1 bastidor} = \frac{T. \text{ penjar i despenjar 1 bast.}}{2} = \frac{0,2 \frac{\text{hores}}{\text{bastidor}}}{2} = 0,1 \frac{\text{hores}}{\text{bastidor}}$$

De manera que ja es pot calcular el temps que implica penjar tots els bastidors requerits i el nombre d'hores que implica tenir-los.

$$\begin{aligned} \text{Temps tots bastidors} &= \text{Nombre bastidors} \cdot \text{Temps penjar 1 bastidor} \\ &= 39 \text{ bastidors} \cdot 0,1 \frac{\text{hores}}{\text{bastidor}} = 3,9 \text{ hores} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Temps arribada bastidor} &= \text{Temps cicle} + \text{Temps de penjar} \\ &= \left(2 \frac{\text{hores}}{\text{bastidor}} + 0,1 \frac{\text{hores}}{\text{bastidor}} \right) \cdot \text{bastidor} = 2,1 \text{ hores} \end{aligned}$$

Com a conseqüència, a partir de 2,1 hores, cada 0,2 hores, s'obté un bastidor pintat i carregat equivalent a 104 peces.

3.2.6.2. Exemple fictici del temps d'una referència en el qual l'operari no sempre te bastidors

Es disposa de la referència "FA106P0M06" a l'estació 1 de la qual se'n necessiten 400 peces i un operari n'és capaç de penjar i despenjar 509 en una hora. A més a més, se sap que un bastidor consta de 104 peces i té un temps de cicle de 2 hores. Quant es tardaria en tenir les 400 peces pintades? Hi ha temps restant? Si és així, què es fa durant aquest temps?

Inicialment, es calcula el nombre de bastidors requerits mitjançant la demanda i la quantitat de peces que caben en un bastidor.

$$\text{Nombre de bastidors} = \frac{\text{Demanda}}{\frac{\text{Peces}}{\text{bastidor}}} = \frac{400 \text{ peces}}{104 \frac{\text{peces}}{\text{bastidor}}} = 3,846 \text{ bastidors} = 4 \text{ bastidors}$$

A continuació, es pot trobar la quantitat d'hores que li requereix a un operari penjar i despenjar un bastidor sencer.

$$\text{Temps penjar i despenjar 1 bast.} = \frac{\frac{\text{Peces}}{\text{bastidor}}}{\text{Prima}} \cdot 104 \frac{\text{peces}}{\text{bastidor}} = 0,2 \frac{\text{hores}}{\text{bastidor}}$$

Per tant, es pot trobar temps que implica penjar totes les peces.

$$\text{Temps penjar 1 bastidor} = \frac{T. \text{ penjar i despenjar 1 bast.}}{2} = \frac{0,2 \frac{\text{hores}}{\text{bastidor}}}{2} = 0,1 \frac{\text{hores}}{\text{bastidor}}$$

$$\begin{aligned} \text{Temps tots bastidors} &= \text{Nombre bastidors} \cdot \text{Temps penjar i despenjar 1 bastidor} \\ &= 4 \text{ bastidors} \cdot 0,1 \frac{\text{hores}}{\text{bastidor}} = 0,4 \text{ hores} \end{aligned}$$

Una vegada s'ha trobat la quantitat d'hores que implica carregar de peces els bastidors, cal veure el temps que tardarà en arribar el primer bastidor. Aquest fet és important ja que si el temps total de penjar tots els bastidors és més gran que el temps d'arribada del primer bastidor, l'operari estaria parat esperant l'arribada de bastidors.

$$\begin{aligned} \text{Temps arribada bastidor} &= \text{Temps cicle} + \text{Temps de penjar} \\ &= \left(2 \frac{\text{hores}}{\text{bastidor}} + 0,1 \frac{\text{hores}}{\text{bastidor}} \right) \cdot 1 \text{ bastidor} = 2,1 \text{ hores} \end{aligned}$$

$$\text{Temps espera} = 2,1 \text{ hores} - 0,4 \text{ hores} = 1,7 \text{ hores}$$

El que es pot observar és que des que l'operari envia l'últim bastidor a la cadena de pintura fins que arriba el primer, passen 1,7 hores, per tant, cal que durant aquest temps l'operari pengi alguna altra referència.

Es suposa que la referència FA107P0M03 té una demanda de 2.000 peces. El nombre de bastidors a pintar d'aquesta referència són:

$$\text{Nombre de bastidors} = \frac{\text{Demanda}}{\frac{\text{Peces}}{\text{bastidor}}} = \frac{2000 \text{ peces}}{104 \frac{\text{peces}}{\text{bastidor}}} = 19,23 \text{ bastidors} = 20 \text{ bastidors}$$

Com que les dues referències tenen la mateixa prima, el temps de penjar i despenjar un bastidor és de 0,2 hores i el de penjar tornarà a ser de 0,1 hores.

$$\text{Temps penjar i despenjar 1 bast.} = \frac{\frac{\text{Peces}}{\text{bastidor}}}{\text{Prima}} \frac{104 \frac{\text{peces}}{\text{bastidor}}}{509 \frac{\text{peces}}{\text{hora}}} = 0,2 \frac{\text{hores}}{\text{bastidor}}$$

$$\text{Temps penjar 1 bastidor} = \frac{T. \text{ penjar i despenjar 1 bast.}}{2} = \frac{0,2 \frac{\text{hores}}{\text{bastidor}}}{2} = 0,1 \frac{\text{hores}}{\text{bastidor}}$$

Per tant, ja es pot calcular el nombre mínim de bastidors a fer que permeti no aturar la producció.

$$\text{Nombre de bastidor mínims} = \frac{\text{Temps espera}}{\text{Temps penjar 1 bastidor}} = \frac{1,7 \text{ hores}}{0,1 \frac{\text{hores}}{\text{bastidor}}} = 17 \text{ bastidors}$$

L'esquema inferior mostra la distribució en el transcurs del temps que tindria pintar la referència FA106P0M06 evitant aturar la producció i pintant al mateix temps de cicle l'article següent. En aquest exemple seria el FA107P0M03.

Nombre d'operació	Referència	Nombre de bastidor	Peces/bastidor	Operació	Temps inici
1	FA106P0M06	1	104	Penjar	0 h
2	FA106P0M06	2	104	Penjar	0,1 h
3	FA106P0M06	3	104	Penjar	0,2 h
4	FA106P0M06	4	104	Penjar	0,3 h
5	FA107P0M03	1	104	Penjar	0,4 h
6	FA107P0M03	2	104	Penjar	0,5 h
7	FA107P0M03	3	104	Penjar	0,6 h
8	FA107P0M03	4	104	Penjar	0,7 h
9	FA107P0M03	5	104	Penjar	0,8 h
10	FA107P0M03	6	104	Penjar	0,9 h
11	FA107P0M03	7	104	Penjar	1 h
12	FA107P0M03	8	104	Penjar	1,1 h
13	FA107P0M03	9	104	Penjar	1,2 h
14	FA107P0M03	10	104	Penjar	1,3 h
15	FA107P0M03	11	104	Penjar	1,4 h
16	FA107P0M03	12	104	Penjar	1,5 h
17	FA107P0M03	13	104	Penjar	1,6 h
18	FA107P0M03	14	104	Penjar	1,7 h
19	FA107P0M03	15	104	Penjar	1,8 h
20	FA107P0M03	16	104	Penjar	1,9 h
21	FA107P0M03	17	104	Penjar	2 h
22	FA106P0M06	1	104	Despenjar	2,1 h
23	FA106P0M06	2	104	Despenjar	2,2 h
24	FA106P0M06	3	104	Despenjar	2,3 h
25	FA106P0M06	4	104	Despenjar	2,4 h

Imatge 21: Esquema distribució d'un operari

3.2.6.3. Càlcul del temps de dues referències pintades conjuntament

L'apartat 3.2.6.2 Exemple fictici del temps d'una referència en el qual l'operari no sempre te bastidors, mostra que de vegades, es pot donar el cas que un operari sigui capaç de penjar tots els bastidors amb un temps molt inferior al temps que tardarien en retornar a les estacions de treball els bastidors pintats.

L'esquema inferior mostra la zona on es troben els bastidors al llarg del temps. Com es pot veure, es representa que es tenen tres bastidors d'una referència "A" i 2 bastidors d'una referència "B". L'exemple està distribuït de tal manera que quan l'operari acaba de penjar els 5 bastidors que ha de penjar ja li retorna el primer una altra vegada per a ser despenjat.

Ref.A: Temps penjar bast. 1	Temps de cicle del bastidor 1		Ref.A: Temps despenjar bast. 1				
	Ref.A: Temps penjar bast. 2	Temps de cicle del bastidor 2		Ref.A: Temps despenjar bast. 2			
		Ref.A: Temps penjar bast. 3	Temps de cicle del bastidor 3		Ref.A: Temps despenjar bast. 3		
			Ref.B: Temps penjar bast. 1	Temps de cicle del bastidor 4		Ref.B: Temps despenjar bast. 1	
				Ref.B: Temps penjar bast. 2	Temps de cicle del bastidor 5		Ref.B: Temps despenjar bast. 2

Imatge 22: Distribució de la circulació de bastidors d'una estació de treball

Agrupant els temps de feina de l'operari podem veure la seva distribució de treball.

Ref.A: Temps penjar bast. 1	Ref.A: Temps penjar bast. 2	Ref.A: Temps penjar bast. 3	Ref.B: Temps penjar bast. 1	Ref.B: Temps penjar bast. 2	Ref.A: Temps despenjar bast. 1	Ref.A: Temps despenjar bast. 2	Ref.A: Temps despenjar bast. 3	Ref.B: Temps despenjar bast. 1	Ref.B: Temps despenjar bast. 2
--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------

Imatge 23: Distribució de la feina d'un operari

Aquest exemple és un cas ideal perquè totes les dades quadren: els temps de penjar els bastidors són equivalents al temps que tarda el primer bastidor en retornar una vegada ha estat pintat i la demanda de bastidors és exactament la que permet quadrar aquests temps. Per a poder trobar el temps necessari per a pintar simplement caldria trobar el temps que implica penjar i despenjar les peces dels bastidors.

Aquest cas és molt poc probable o pràcticament impossible, tot i cal tenir-lo en compte en el procés del càlcul automatitzat. En aquest exemple s'ha suposat que el temps de penjar els bastidors A2, A3, B1, B2 és exactament igual a les dues hores que conté el temps de cicle.

En un cas real el que passaria és que els temps no quadrarien de manera exacte i es tindria una saturació de bastidors degut a que es sobrepassarien les dues hores. Tot i això, el temps a trobar s'obtindria de la mateixa manera: sumant els temps que cal destinar a les dues referències.

3.2.7. Resultats a mostrar

Els resultats que serien necessaris a mostrar per pantalla son:

- L'ordre amb el que referències es pintaran
- El temps que necessita cada referència
- Les referències que van a cada estació

A la vegada, també caldrà mostrar la possibilitat de disposar de dades calculades amb anterioritat. Aquestes dades es troben emmagatzemades a la base de dades d'SQL.

4. IMPLEMENTACIÓ DE LA PROPOSTA DE MILLORA

Una vegada ja està definida la idea de treball, es pot començar a fer l'anàlisi del programa. Té com a finalitat una automatització el més acurada possible per tal de simplificar al màxim la feina a l'encarregat. El programa consisteix en una aplicació desenvolupada amb Visual Studio treballant sobre una base de dades en un servidor SQL. L'aplicació haurà d'importar les dades en format Excel extretes del SAP i permetre obtenir en segons el que actualment es triga prop d'una hora.

4.1. SQL

Per a poder aprendre a utilitzar SQL s'han consultat les següents referències:

- ✓ (Gabillaud, 2005) *SQL Server 2005*
- ✓ (Puglisi, 2021) *Máster en SQL Server*
- ✓ (Pinterest, 2021) *Learn SQL*

4.1.1. Servidor

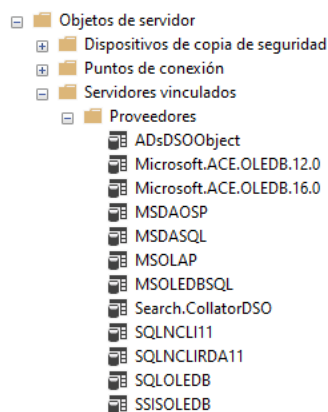
S'ha utilitzat la versió 14 del servidor SQL de Microsoft. De les diferents versions que Microsoft disposa del servidor, s'ha utilitzat la versió estàndard, tot i que les proves en el decurs del desenvolupament han estat fetes amb la versió EXPRESS que és gratuïta. En SQL s'han emmagatzemat procediments, tant de càlcul com d'importació de dades en format Excel a les taules de la base de dades.

La base de dades s'ha emmagatzemat en una carpeta local tot i que el procés està pensat per tal de posar-la en un servidor virtualitzat a l'empresa.

4.1.2. Connexió entre SQL i documents Office

Donat que Microsoft SQL no pot obrir directament fitxers en format Excel, ha calgut afegir un servidor vinculat que permeti fer servir aquesta connexió. Per a fer-ho, cal descarregar el Plugin de Microsoft que es troba a la web:

Un cop instal·lat, cal aplicar l'script per a activar la connexió entre SQL i Excel que es troba a l'apartat **4.4 de l'annex**.



Imatge 24: Proveïdors de Microsoft a SQL

4.1.3. Management Studio

És un software gratuït de Microsoft que permet treballar en llenguatge SQL. Això permet desenvolupar els procediments, consultes, la creació de taules i tots processos que s'han requerit per tal de treballar amb el servidor SQL. La versió utilitzada ha estat la 18.

4.1.4. Inserir el llistat d'emergències

Per a poder dissenyar el programa, el primer que cal fer és passar els fulls de càlcul a les taules de la base de dades de manera automatitzada. Per a fer-ho, cal crear una taula (en el meu cas *Emergències*) amb totes els camps corresponents on s'aniran sobreescrivint les dades cada vegada. Donat que no cal emmagatzemar les dades de fitxers anteriors, s'ha optat per esborrar el contingut de la taula cada vegada que s'inicia el procés. En l'apartat **4.2.1.** de l'annex, anomenat "Inserir Excel", es pot veure el procediment que s'ha desenvolupat per tal d'inserir les dades del fitxer Excel d'emergències a la taula emergències de la base de dades SQL. Per a poder passar tots els codis al document de text mantenint-ne la seva estructura he utilitzat (Kojevnikov, 2021) hilite.me.

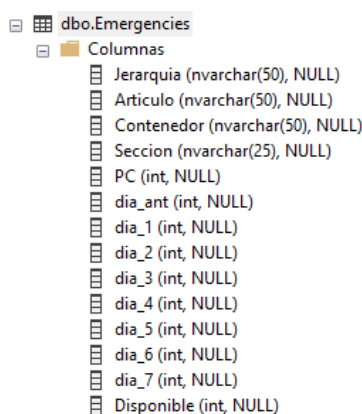
Aquesta taula conté tots els camps que apareixen en un llistat d'emergències d'un dia qualsevol:

- ✓ Jerarquia (indicant que estem dins de les seccions de pintura)
- ✓ Article (nomena la referència)
- ✓ Contenedor (mostra el tipus de contenidor que demana el client)
- ✓ PC (indica les peces que caben en un contenidor)
- ✓ Dia ant. (indica els contenidors que es demanaven anteriorment i no han estat entregats)

- ✓ Dia 1 (són els contenidors demanats pel dia d'avui)
- ✓ Dia 2
- ✓ Dia 3
- ✓ Dia 4
- ✓ Dia 5
- ✓ Dia 6
- ✓ Dia 7
- ✓ Disponible (mostra la quantitat de peces ja pintades preparades per a ser enviades).

En el moment de crear la taula a la base de dades cal definir sempre el tipus de camp que s'hi emmagatzemarà. En SQL hi ha els següents tipus de camp.

- ✓ **Caràcters:** char (n), varchar (n)
- ✓ **Nombres:** decimal, numèric (més precís que el decimal), Bigint, Int, Smallint, Tinyint i Float (el que s'ha utilitzat), Real, Double precision, Money, Small Money.
- ✓ **Binaris:** Binary, Varbinary
- ✓ **Data:** Datetime, Smalldatetime
- ✓ **Null:** Camp buit



The screenshot shows a tree view of a SQL Server database. Under the 'dbo' folder, the 'Emergencies' table is expanded to show its columns. The columns and their data types are:

Column Name	Data Type
Jerarquia	nvarchar(50), NULL
Articulo	nvarchar(50), NULL
Contenedor	nvarchar(50), NULL
Seccion	nvarchar(25), NULL
PC	int, NULL
dia_ant	int, NULL
dia_1	int, NULL
dia_2	int, NULL
dia_3	int, NULL
dia_4	int, NULL
dia_5	int, NULL
dia_6	int, NULL
dia_7	int, NULL
Disponible	int, NULL

Imatge 25: Camps de la taula de peces demanades. Taula pròpia

Un cop s'ha executat el procediment, es disposarà de tots els registres de l'Excel a la taula *Emergencies* com es veu a continuació.

```

SELECT TOP (1000) [Jerarquia]
, [Articulo]
, [Contenedor]
, [Seccion]
, [PC]
, [Dia_ant]
, [Dia_1]
, [Dia_2]
, [Dia_3]
, [Dia_4]
, [Dia_5]
, [Dia_6]
, [Dia_7]
, [Disponible]
FROM [TFG].[dbo].[Emergencies]

```

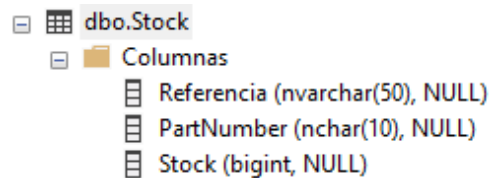
	Jerarquia	Articulo	Contenedor	Seccion	PC	Dia_ant	Dia_1	Dia_2	Dia_3	Dia_4	Dia_5	Dia_6	Dia_7	Disponible
1	- Pintado	F3403POM01	CIF3	56 - 57	80	0	0	0	0	0	0	0	1	119
2	- Pintado	FA038POM08	CIIMC190	56 - 57	26	0	0	4	0	0	0	2	2	1473
3	- Pintado	FA106POM06	CIV149	56 - 57	364	1	0	0	0	0	0	0	1	0
4	- Pintado	FA107POM03	CIV149	56 - 57	364	1	0	0	0	0	0	0	0	0
5	- Pintado	FA109POM02	CIIMC090	56 - 57	45	0	0	0	0	0	7	0	0	1880
6	- Pintado	FA109POM02	CIIMC090	56 - 57	48	0	0	0	0	0	0	0	3	1880
7	- Pintado	FA247POM03	CIEB121060	56 - 57	625	1	0	0	0	0	0	0	0	789
8	- Pintado	FA366POM04	CIEB121060	56 - 57	270	1	0	0	0	0	0	0	0	1274
9	- Pintado	FA421POM05	CI3G	56 - 57	104	0	0	0	0	0	0	0	1	4368
10	- Pintado	PA148POM01	CI04312	56 - 57	54	0	35	130	0	0	0	74	160	10087
11	- Pintado	PA148POM01	CIKLT4315	56 - 57	75	0	0	0	0	0	0	0	120	11707
12	- Pintado	PA174POM05	CI00080	56 - 57	148	0	0	9	0	0	0	0	8	1340
13	- Pintado	RA034POM...	CI4322	56 - 57	50	0	0	0	0	0	3	2	5	11
14	- Pintado	RA122POM...	CIBAC4325	56 - 57	49	10	0	0	0	0	0	0	7	10504
15	- Pintado	RA553POM...	CI2S975M	56 - 57	80	0	0	0	1	0	0	0	0	63
16	- Pintado	RA559POM...	CI2S975M	56 - 57	60	0	0	0	3	2	3	2	2	856
17	- Pintado	RA559POM...	CIF1	56 - 57	20	0	0	0	1	0	0	0	0	1756
18	- Pintado	RA560POM...	CIIMC040	56 - 57	28	0	1	0	0	0	0	0	0	11069
19	- Pintado	RA561POM...	CIIMC040	56 - 57	28	0	0	0	0	1	0	0	0	10900
20	- Pintado	RA580POM...	CI2S975M	56 - 57	180	0	0	0	0	0	0	0	2	12669
21	- Pintado	RA580POM...	CIF5	56 - 57	10	0	0	0	0	0	0	0	1	18609
22	- Pintado	RA581POM...	CIF1	56 - 57	20	5	0	0	0	0	0	0	0	683
23	- Pintado	RA581POM...	CI2S975M	56 - 57	180	0	0	0	3	5	5	5	5	11011

Imatge 26: Taula d'emergències

4.1.5. Inserir estocs

Seguint l'apartat **3.2 PLANIFICACIÓ DE LA PROPOSTA DE MILLORA**, el següent pas que toca fer és el d'inserir estocs. Una vegada es té descarregat el full de càlcul de l'estoc, cal inserir les dades al programa mitjançant el codi que es pot trobar als annexos. Com s'ha comentat a l'apartat **3.2.2 Peces per a pintar**, els noms de les referències de la taula Estoc no són els mateixos que els articles de la taula referències anterior malgrat si que ho són els 5 primers caràcters. Per tant, el que cal fer és definir una nova variable en aquest cas PN que sigui els cinc primers caràcters de l'article.

La taula estoc consta dels paràmetres extrets d'un llistat d'estoc extret del SAP: Referència (nvarchar(50)) mostra l'article que estem tractant, Part Number (nchar(10)) mostra els cinc primers caràcters de la cadena referència i Estoc (bigint) mostra la quantitat de peces que estan preparades per a ser pintades. S'utilitza un Bigint per si és donés el cas, tot i ser molt poc probable, de tenir un estoc molt gran.



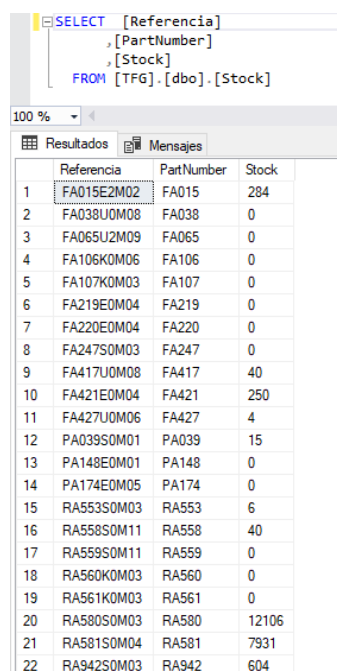
```

dbo.Stock
Columns
  Referencia (nvarchar(50), NULL)
  PartNumber (nchar(10), NULL)
  Stock (bigint, NULL)

```

Imatge 27: Camps de la taula de l'estoc de peces

A continuació, un cop executat el procediment (Inserir_Stock) es mostra la taula de l'SQL amb els valors que contenia l'Excel del SAP.



```

SELECT [Referencia]
, [PartNumber]
, [Stock]
FROM [TFG].[dbo].[Stock]

```

	Referencia	PartNumber	Stock
1	FA015E2M02	FA015	284
2	FA038U0M08	FA038	0
3	FA065U2M09	FA065	0
4	FA106K0M06	FA106	0
5	FA107K0M03	FA107	0
6	FA219E0M04	FA219	0
7	FA220E0M04	FA220	0
8	FA247S0M03	FA247	0
9	FA417U0M08	FA417	40
10	FA421E0M04	FA421	250
11	FA427U0M06	FA427	4
12	PA039S0M01	PA039	15
13	PA148E0M01	PA148	0
14	PA174E0M05	PA174	0
15	RA553S0M03	RA553	6
16	RA558S0M11	RA558	40
17	RA559S0M11	RA559	0
18	RA560K0M03	RA560	0
19	RA561K0M03	RA561	0
20	RA580S0M03	RA580	12106
21	RA581S0M04	RA581	7931
22	RA942S0M03	RA942	604

Imatge 28: Taula d'Estocs

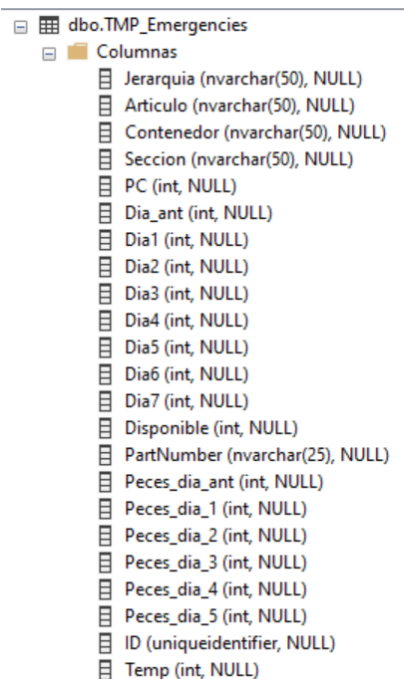
4.1.6. Calcular dies coberts

El següent apartat es basa en trobar per a cada article, la quantitat de peces que es necessiten per a pintar i la quantitat sobrant que hi ha. Per a poder emmagatzemar aquests valors, s'ha fet un procediment en SQL que es basa en les dades contingudes en la taula d'emergències i la taula d'estocs.

Aquest programa, calcula la quantitat de peces que es demanen cada dia, operant les peces contenidor pel nombre de contenidors com es fa a l'apartat **3.2.1 Dies coberts** i les dades estaran emmagatzemades a les variables peces dia 1 (demanda de peces acumulada el primer dia), peces dia 2 (acumulació de de peces pel següent dia) i així successivament.

S'afegeix un camp ID (identificador únic) per tal d'identificar exactament la línia de cada peça. Es farà servir també per a guardar l'ordre de pintura de les peces a la taula *Ordre_Pintura* on només farà falta emmagatzemar l'ID de la peça i un nombre que indicarà l'ordre a pintar que s'ha definit ascendent.

L'apartat 4.2.3. de l'annex, mostra el procediment que s'encarrega de crear la taula "TMP_Emergències" (mostrada a la imatge inferior) amb els camps necessaris de l'Excel d'emergències i les dades calculades dels dies a fabricar.



```

dbo.TMP_Emergencies
├── Columnas
│   ├── Jerarquia (nvarchar(50), NULL)
│   ├── Articulo (nvarchar(50), NULL)
│   ├── Contenedor (nvarchar(50), NULL)
│   ├── Seccion (nvarchar(50), NULL)
│   ├── PC (int, NULL)
│   ├── Dia_ant (int, NULL)
│   ├── Dia1 (int, NULL)
│   ├── Dia2 (int, NULL)
│   ├── Dia3 (int, NULL)
│   ├── Dia4 (int, NULL)
│   ├── Dia5 (int, NULL)
│   ├── Dia6 (int, NULL)
│   ├── Dia7 (int, NULL)
│   ├── Disponible (int, NULL)
│   ├── PartNumber (nvarchar(25), NULL)
│   ├── Peces_dia_ant (int, NULL)
│   ├── Peces_dia_1 (int, NULL)
│   ├── Peces_dia_2 (int, NULL)
│   ├── Peces_dia_3 (int, NULL)
│   ├── Peces_dia_4 (int, NULL)
│   ├── Peces_dia_5 (int, NULL)
│   ├── ID (uniqueidentifier, NULL)
│   └── Temp (int, NULL)

```

Imatge 29: Camps de la taula de peces a pintar

La imatge 30 mostra la taula conté l'acumulat de peces a pintar durant els dies següents.

```

SELECT [Jerarquia]
,[Articulo]
,[Contenedor]
,[Seccion]
,[PC]
,[Dia_ant]
,[Dia1]
,[Dia2]
,[Dia3]
,[Dia4]
,[Dia5]
,[Dia6]
,[Dia7]
,[Disponible]
,[PartNumber]
,[Peces_dia_ant]
,[Peces_dia_1]
,[Peces_dia_2]
,[Peces_dia_3]
,[Peces_dia_4]
,[Peces_dia_5]
,[ID]
,[Temp]
FROM [YFG].[dbo].[TMP_Emergencies]
    
```

Jerarquia	Articulo	Contenedor	Seccion	PC	Dia_ant	Dia1	Dia2	Dia3	Dia4	Dia5	Dia6	Dia7	Disponible	PartNumber	Peces_dia_ant	Peces_dia_1	Peces_dia_2	Peces_dia_3	Peces_dia_4	Peces_dia_5	ID
1 -Pintado	F3403POM01	CIF3	56-57	80	0	0	0	0	0	0	0	0	1	119	119	119	119	119	119	119	1F88B9AF-1948-44A8-9766-9732AE627F0
2 -Pintado	FA038POM08	CIIMC190	56-57	26	0	0	0	0	0	0	0	2	1473	FA038	1473	1473	1369	1369	1369	1369	97D08DF6-E8B1-4414-8950-A7AC5A5988A
3 -Pintado	FA106POM06	CIV149	56-57	364	1	0	0	0	0	0	0	1	0	FA106	-364	-364	-364	-364	-364	-364	D4075A70-31ED-48BD-A5E8-78C3058DA
4 -Pintado	FA107POM03	CIV149	56-57	364	1	0	0	0	0	0	0	0	0	FA107	-364	-364	-364	-364	-364	-364	1753E8A4-FF90-4718-BBFC-DF891D07391
5 -Pintado	FA109POM02	CIIMC090	56-57	45	0	0	0	0	0	0	7	0	0	1880	FA109	1880	1880	1880	1880	1880	387F7A64-98CC-4AF1-9C90-D43768895E1
6 -Pintado	FA109POM02	CIIMC090	56-57	48	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1880	FA109	1880	1880	1880	1880	1880	D7D38D34-8B10-4FAA-B994-214FF8F573
7 -Pintado	FA247POM03	CIEB121060	56-57	625	1	0	0	0	0	0	0	0	0	789	FA247	164	164	164	164	164	064736CA-8F38-4B8B-ABE6-660C588BA4
8 -Pintado	FA366POM04	CIEB121060	56-57	270	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1274	FA366	1004	1004	1004	1004	1004	22678EDC-090F-41F8-9B4C-CB914E193C
9 -Pintado	FA421POM05	CIG3	56-57	104	0	0	0	0	0	0	0	1	4368	FA421	4368	4368	4368	4368	4368	4368	FA703A65-022B-409C-0351-1F4EA40C6A
10 -Pintado	PA149POM01	CIG4312	56-57	54	0	35	130	0	0	0	0	74	160	10087	PA148	10087	8197	1177	1177	1177	AC46438A-5186-4987-B02D-8D7384F1F61
11 -Pintado	PA149POM01	CIKLTA315	56-57	75	0	0	0	0	0	0	0	120	11707	PA148	11707	11707	11707	11707	11707	11707	EEA06A4E-9204-4F78-888A-10DE7670C1
12 -Pintado	PA174POM05	CIO0080	56-57	148	0	0	9	0	0	0	0	8	1340	PA174	1340	1340	8	8	8	8	4927592D-358E-4884-BD44-F83978A68BA
13 -Pintado	RA034POM01	CI4322	56-57	50	0	0	0	0	0	3	2	5	11	RA034	11	11	11	11	11	-139	E3337301-4CE6-4738-918D-45E3F05CB21
14 -Pintado	RA122POM01	CI8AC4325	56-57	49	10	0	0	0	0	0	0	7	10504	RA122	10014	10014	10014	10014	10014	10014	98716E32-FD51-43CB-8187-2C73F2082A2
15 -Pintado	RA553POM03	CI2S975M	56-57	80	0	0	0	1	0	0	0	0	63	RA553	63	63	63	-17	-17	-17	3138CF63-2988-4890-8585-A667E9E7489
16 -Pintado	RA559POM11	CI2S975M	56-57	60	0	0	0	3	2	3	2	2	856	RA559	856	856	856	676	556	376	8988E46E-DFED-4980-9620-CF6C398EE1
17 -Pintado	RA559POM11	CIF1	56-57	20	0	0	0	1	0	0	0	0	1756	RA559	1756	1756	1756	1736	1736	1736	5396458A-B6CE-4F99-8290-84F485AD2C
18 -Pintado	RA560POM04	CIIMC040	56-57	28	0	1	0	0	0	0	0	0	11069	RA560	11069	11041	11041	11041	11041	11041	C538C3C8-465E-4759-A791-8754681800C

Imatge 30: Càlcul peces a pintar

4.1.7. Inserir Timings

Un altre full de càlcul que cal inserir és el dels temps que implica penjar cadascuna de les peces. Inicialment, es va pensar en que no calgués inserir sempre aquest document però finalment s’ha decidit no fer-ho així, ja que constantment hi ha noves referències a pintar. Aquest full de càlcul conté la quantitat de peces que es pinten en una hora, el nombre d’operaris que ho fan i les peces que conté cada bastidor. Tot i que el full Excel disposa de més camps, s’ha decidit importar només a la taula de la base de dades, les columnes que contenen informació que es necessita pels càlculs.

```

dbo.Primes
Columns
Part_Number (nvarchar(20), NULL)
Pcs_bas (int, NULL)
Op_1 (int, NULL)
Op_2 (int, NULL)
    
```

Imatge 31: Camps de taula timings

4.1.8. Què passa quan es té una peça demandada amb diversos contenidors diferents?

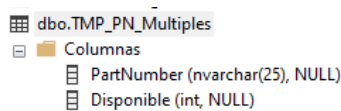
En el cas que una referència es demani en diversos contenidors diferents, el programa del SAP no extreu la mateixa quantitat de peces per a les dues files sinó que ho fa segons en el contenidor on estiguin.

Si es demana una referència amb dos contenidors diferents poden passar tres situacions al calcular els dies coberts:

- ✓ Que les dues files tinguin peces sobrants per a poder fabricar, que les peces del cinquè dia siguin positives. En aquest cas no caldrà fer res ja que es té material sobrant per a tot.
- ✓ Que falti material a les dues files. En aquest cas el que caldria fer és sumar l'estoc al tipus de contenidor més necessitat (que és demani anteriorment).
- ✓ Que falti material d'una fila però en sobri de l'altra. En aquesta condició el que cal fer és sumar les peces de la fila sobrant del dia 5 a les disponibles de l'altra fila tornant a calcular la quantitat de peces disponibles per a pintar i veure si en caldria fabricar igualment. Aquest cas és el que li passa a la referència VA553 de l'apartat de l'annex 3.1. L'apartat **4.2.5** de l'annex mostra el codi generat per a poder agrupar les files que compleixin aquesta possibilitat.

Un altre cas que es podria donar seria que en els propers cinc dies es demanés una peça amb tres contenidors diferents on es podrien donar una sèrie de casos:

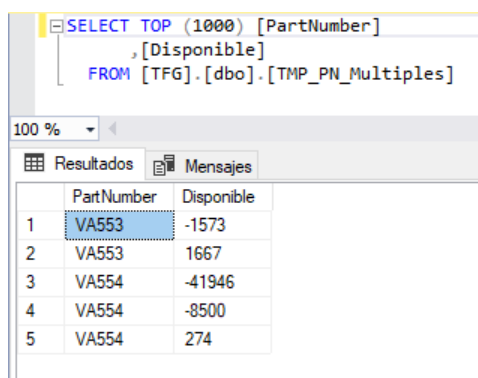
- ✓ Que totes les files tenen material sobrant. No caldria fer res degut a que tenim material sobrant a cadascuna de les files.
- ✓ Que a totes les files hi falta material. Caldrà seleccionar amb quina d'elles s'utilitza el material sobrant. El criteri escollit es basa en utilitzar-lo en la que tingui una demanda més important en un dia més proper tal i com es fa amb dos contenidors.
- ✓ Que sobrin peces de dues files però en falti a una. Si és aquest cas, caldria fer el mateix que en l'apartat 3 anterior. Sumar les peces de les files amb material sobrant a la disponible de la fila que no té material i tornar a calcular la quantitat de peces que es sobrarien o faltarien. El codi de l'apartat de **l'annex 4.2.5** es basa en resoldre aquesta situació. És el mateix codi que el de l'apartat anterior perquè la idea és la mateixa: sumar les files amb un nombre de peces positiu a la fila amb un nombre de peces negatiu.
- ✓ Que sobrin peces d'una fila però en faltin a dues com li passa a la referència VA554 a l'apartat 3.1 de l'annex. Aquest es el cas més complex a nivell de càlcul ja es podria planificar seguint diversos criteris. Un d'ells seria mirar la fila amb més peces per a pintar pendants, passar les peces de la fila sobrant a les disponibles d'aquesta i cobrir-la. Per altra banda, es podria seguir un criteri de prioritat segons la necessitat: mirar quin és el tipus de contenidor que es demana primer i emmagatzemar les peces en aquell tipus de contenidor. Un cop es tenen, canviar el contenidor. Segurament, a nivell teòric, la millor opció seria fer la planificació per dies: anar mirant dia per dia i cobrir els contenidors. El problema que tindria aplicar aquest tipus d'estratègia és que pels toreros significaria tenir comunicació constant en tot moment amb l'encarregat per saber quin contenidor han de transportar. Per tant, l'estratègia utilitzada seria mirar les referències segons el dia d'entrega i cobrir els contenidors per tipus. L'apartat 4.2.6. de l'annex mostra el programa que resol aquesta situació.



Columnas	Datatypes
PartNumber	(nvarchar(25), NULL)
Disponible	(int, NULL)

Imatge 32: Camps de la taula de de les peces demanades amb més d'un contenidor

La imatge següent mostra les referències que apareixen múltiples vegades amb estoc positiu i negatiu.



```
SELECT TOP (1000) [PartNumber]
, [Disponible]
FROM [TFG].[dbo].[TMP_PN_Multiples]
```

	PartNumber	Disponible
1	VA553	-1573
2	VA553	1667
3	VA554	-41946
4	VA554	-8500
5	VA554	274

Imatge 33: Programa de referències amb 2 contenidors

4.1.9. Actualitzar les dades dels dies de l'apartat de les referències distribuïdes en contenidors diferents

Una vegada es té constància de les referències on hi ha estoc sobrant en una o més files i en falta en alguna d'elles, cal sobreescriure les dades fent que l'estoc sobrant passi a ser material disponible de l'altra fila. Aquest apartat es pot entendre millor agafant com a exemple la referència VA553 de l'apartat de l'annex 3.1.

Una vegada calculats els dies coberts de peces, es pot veure com en una fila sobren peces mentre que a l'altra en falten. A continuació, amb el procediment SQL "utilitzar dades" trobat a l'apartat 4.2.6. de l'annex, es poden actualitzar les referències. Els resultats extrets del procediment s'actualitzen directament a la taula TMP_Emergències.

4.1.10. Definir l'ordre de prioritat

L'apartat 3.2.3 Ordre de peces segons la prioritat mostra la justificació de l'ordre de prioritat. Tal i com mostra la imatge adjunta al mateix apartat, disposem de cinc estacions de treball amb la possibilitat de tenir una referència de treball a cada estació.

Per tal de decidir quines peces cal pintar primer, cal veure quina és la peça que té el dia més proper amb el nombre de peces negatiu el més petit possible. En cas d'haver-hi més d'una peça, caldria seleccionar la peça que li faltin més peces per aquell dia. Caldrà fer un llistat amb totes les peces que tinguin algun dia negatiu ordenades segons el dia d'entrega i la quantitat demanada. Aquest llistat estarà dins de la taula Ordre Peces i pertany al codi temps peces trobat a l'apartat de l'annex 4.2.9.

Aquest procés s'emmagatzema a la taula Ordre_Pintura on hi ha l'ID que identifica cada referència i posició en la que seran pintades.

4.1.11. Temps necessari per a poder pintar les peces

Una vegada es té constància de l'ordre de peces a pintar, es pot passar a calcular el temps necessari per a tenir les peces pintades segons la seva referència i els seus temps estimats per a pintar. El procediment del nombre de torns que es troba a l'annex a l'apartat 4.2.9. i el procediment de peces_sense_prima permeten trobar el temps requerit per a cadascuna de les referències.

Els apartats 3.2.4 Timings i 3.2.6 Temps de cada referència mostren com es calcula el temps necessari per a poder pintar cadascuna de les peces tal i com s'aplica al programa. El càlcul de temps peces dins del procediment Nombre_torns trobat a l'apartat 4.2.11 de l'annex mostra les hores de feina que li implica a un operari penjar les peces.

4.1.12. Peces sense prima

Com que algunes referències no tenen definida la quantitat de peces que un operari és capaç de penjar i despenjar en una hora, cal crear un procediment a part basat en que els articles que no tenen una prima al full Excel marcada tinguin un valor 0. Aquest procediment es pot veure a l'apartat 4.2.10. de l'annex.

La imatge 34 mostra les referències que es veuen afectades en aquest cas que es troben a la taula TMP_Peces_sense_prima.

```

SELECT TOP (1000) [Articulo]
, [PartNumber]
, [OP_1]
, [Peces_a_fabricar]
, [Dia]
FROM [TF6].[dbo].[TMP_peces_sense_prima]

```

	Articulo	PartNumber	OP_1	Peces_a_fabricar	Dia
1	RA683POM00	RA683	0	108	2021-05-25
2	VA134POM04	VA134	0	20	2021-05-25
3	VA146POM07	VA146	0	80	2021-05-25
4	VB185POM02	VB185	0	1163	2021-05-25
5	VB186POM02	VB186	0	652	2021-05-25

Imatge 34: Peces sense prima

4.1.13. Taula Històric de dades

Per tal de poder emmagatzemar les ordres de producció de cada estació de treball diàriament, s'ha creat una taula a la base de dades on es guarda la següent informació mostrada a la següent imatge.

dbo.Historic	
Columnas	
Day	(date, NULL)
Estacio	(nvarchar(50), NULL)
Bastidors	(int, NULL)
Temps	(float, NULL)

Imatge 35: Taula Històric de Producció

4.2. VISUAL STUDIO

Per a poder aprendre a utilitzar Visual Studio, he fet el següent curs per Udemy (plataforma digital de cursos). (Bustamante, 2021) *Visual Basic. net con SQLserver: De 0 a Experto*.

Un altre recurs utilitzat per a poder millorar el disseny del menú ha estat (Microsoft, 2021) *Tutorial: Get Started with Visual Basic in Visual Studio*.

4.2.1. Connexió amb SQL

Per tal que Visual Studio pugui obrir una base de dades és necessari crear una connexió entre la base de dades i els procediments de Visual Studio. Cada vegada que es necessita llegir SQL, s'utilitza el procediment `ObrirBBDD()` i quan s'han finalitzat els càlculs es torna a tancar amb el procediment `TancarBBDD()` localitzats a l'apartat **4.3.1.** de l'annex.

La cadena de connexió entre la base de dades i Visual Studio és específica per a cada servidor SQL. És per aquest motiu que la mostrada a l'apartat **4.3.1.** de l'annex només serviria per a l'ordinador de desenvolupament. En el moment de posar el programa en producció, caldrà canviar aquesta cadena especificant el nom del servidor SQL de l'empresa i de la seva base de dades.

4.2.2. Programació amb Visual Studio

El programa s'ha fet amb Visual Studio, aprofitant els resultats obtinguts amb els procediments amb SQL. El següent pas a realitzar, i més important, és crear la distribució de la producció. Per tal de fer-ho el màxim visual, s'ha creat una taula amb diverses columnes que indicaran les dades principals de cada estació de treball:

- ✓ Identificador de l'estació de treball
- ✓ Nombre de bastidors a pintar
- ✓ Temps necessari

El codi de programació sencer es troba a l'apartat 4.3.2. Programa, en el procediment `Ensenyar_dades2`. Aquest procediment el primer que fa és omplir dos panells, el de les peces a pintar segons l'ordre calculat a l'SQL (això s'aconsegueix unint les taules `TMP_Emergències` i `Ordre_Pintura` amb el camp `ID`) i els *timings* de les peces a pintar que uneix les taules d'emergències, l'ordre de pintura i les primes de cada referència. S'ha fet dues vegades, una per article i l'altre per Part Number (5 primers caràcters de l'article).

El procediment cal que passi per a tots els articles de `TMP_Emergències` i els vagi assignant a cada estació de treball. Si com a mínim hi ha cinc articles a pintar, el que es fa és assignar-ne un a cada estació perquè els operaris ja puguin començar a produir en el seu torn. A partir d'aquí, el programa es guarda el temps parcial de cada estació restant de pintar els bastidors que se li assignen. Es poden donar tres casos que es repetiran tantes vegades com sigui necessari fins que la quantitat de bastidors a pintar sigui 0.

- ✓ Que el temps parcial de l'estació sigui més petit que el temps que triga el primer bastidor en retornar pintat. En aquesta situació cal trobar el temps restant de la primera referència i acumular-lo a segona.
- ✓ Que els dos temps siguin iguals. Aquesta situació és la ja comentada a l'apartat **3.2.6 Temps de cada referència**. En aquest cas al moment de canviar de referència no cal acumular temps.
- ✓ Que el temps parcial de l'estació sigui més gran que el temps d'arribada del primer bastidor. En aquesta situació cal trobar la quantitat de bastidors mínima per a fer tota la volta calculada tal i com es fa a l'apartat **3.2.5 Bastidors mínims disponibles**.

Amb aquest càlcul s'obté el temps definitiu que es tardaria en tenir cada referència pintada seguint aquesta distribució de treball.

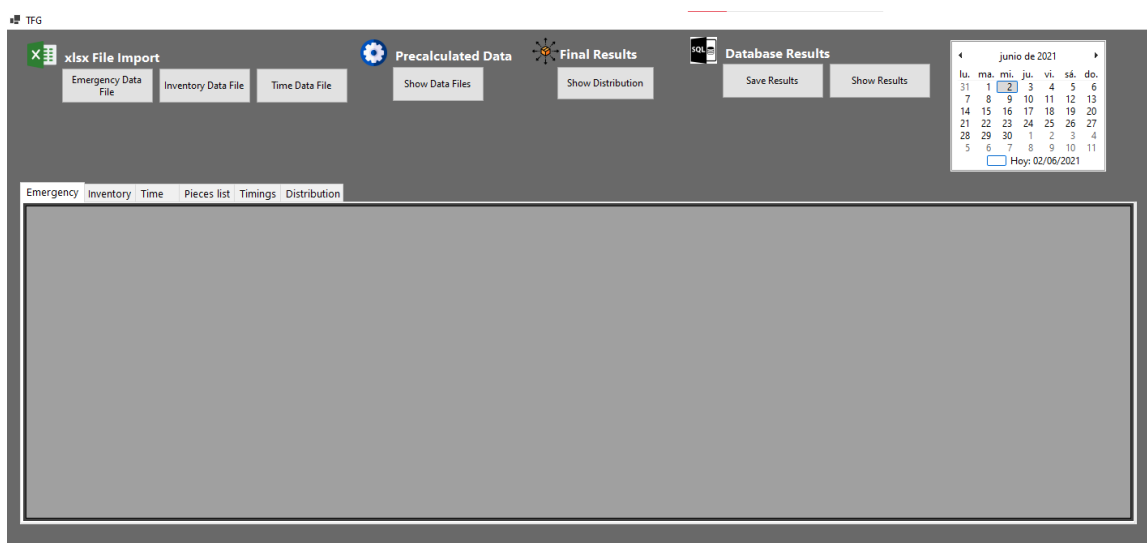
A partir d'aquí el procediment es repeteix correlativament per a cada estació de treball i per tantes peces com hi hagi per a pintar. Els resultats quedarien de la següent manera:

Emergency		Inventory		Time		Peces a pintar		Temps peces		Distribució Estacions					
	Estació 1	Q. Bast1	T1	Estació 2	Q. Bast2	T2	Estació 3	Q. Bast3	T3	Estació 4	Q. bast4	T4	Estació 5	Q.bast5	T5
▶	VA554POM08	389	1858,21...	FA106POM06	4	2,7151	FA107POM03	4	2,7151	RA683POM00	0	0,0000	VA134POM04	0	0,0000
	VA554POM08	79	97,6290	VA502POM06	192	40,8279	VA503POM06	173	37,2792	RA936POM00	4	3,1963	VA146POM07	0	0,0000
	RA942POM03	82	31,1313	RA553POM03	1	2,0971	VB185POM02	22	2,0000	VB186POM02	13	2,0000	RA034POM01	1	2,1655
	RA034POM01	1	2,1697												
*															

Imatge 36: Distribució zona de treball

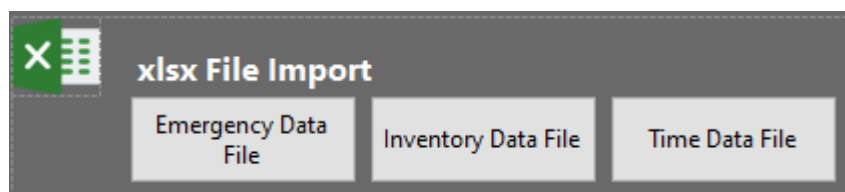
4.2.3. Menú del programa

Les icones del menú s'han extret de (Flaticon, 2021)



Imatge 37: Menú del programa

Una vegada els procediments estan fets, es crea un menú amb Visual Studio. El disseny del programa és basa en una part superior on hi ha diversos botons a seleccionar i un panell amb diverses pestanyes des d'on es mostren els resultats obtinguts.



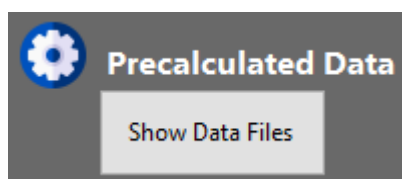
Imatge 38: Botons per a inserir els fulls de càlcul

La imatge superior mostra tres botons per a poder inserir els fulls de càlcul corresponents (inserir demanda, inserir estoc i inserir primes). Aquests botons contenen el codi que utilitza els programes i dades necessaris per a poder enllaçar-se fets amb SQL.

- ✓ El botó Emergency Data File crida al procediment d'SQL Inserir_Excel.
- ✓ El botó Inventory Data File crida al procediment d'SQL Inserir_Estocs.
- ✓ El botó Time Data File crida al procediment d'SQL Inserir_Primes.

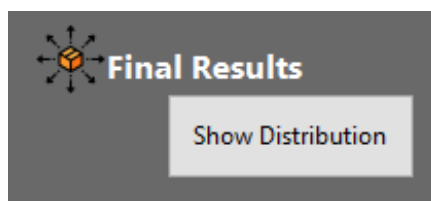
Amb aquests tres botons, ja es disposaria de prou dades a la base de dades de SQL per tal de poder executar la distribució de peces a pintar d'un torn de treball.

A continuació, clicant al següent botó, es poden veure les dades inserides des del SAP als diferents panells que hi ha a la part inferior. El primer panell mostra el llistat d'emergències, el segon mostra les peces que ja hi ha pintades i el tercer mostra els temps.



Imatge 39: Botó per a mostrar les dades

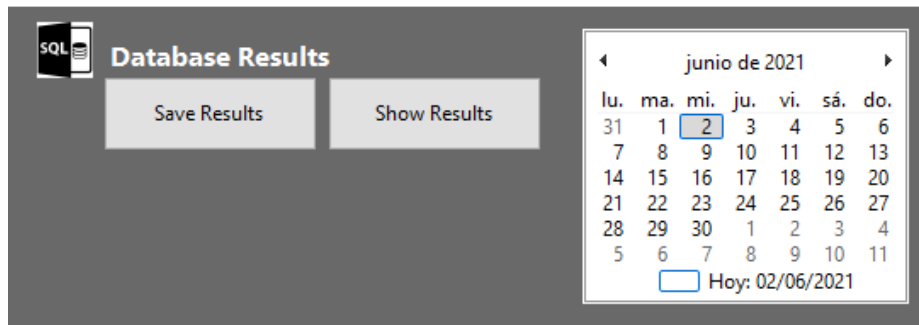
Clicant el botó de la imatge 41 es mostren els dos panells restants: el primer ensenya per pantalla la quantitat d'hores que cal destinar a cada referència mentre que el segon mostra la quantitat de bastidors a pintar i el temps necessari per a fer-ho seguint aquesta distribució.



Imatge 40: Botó per a mostrar la distribució

Clicant el botó de "Save Results" que es mostra a la imatge següent, les ordres de fabricació de cada estació de treball que s'han calculat amb l'aplicació, quedaran emmagatzemades al dia d'avui. S'ha optat per a no permetre a l'usuari escollir el dia de gravació de les dades i que aquestes es guardin sempre a la data actual.

L'opció de "Show Results" permet consultar quina va ser la producció assignada a cada estació de treball a la data seleccionada al calendari. Per tal de poder saber com guardar el contingut obtingut amb Visual Studio a SQL, s'ha consultat la següent web. (Sistemas, 2021) *Guardar contenido de dataGridView en base de datos SQL Server, VB.net.*



Imatge 41: Botons per a mostrar dades de producció històriques

5. RESULTATS

5.1. EXEMPLE DELS RESULTATS EXTRETS D'UN TORN

Els resultats extreus d'un torn es mostren mitjançant els panells.

Emergency	Inventory	Time	Peces a pintar		Temps peces		Distribució Estacions								
	Estació 1	Q. Bast1	T1	Estació 2	Q. Bast2	T2	Estació 3	Q. Bast3	T3	Estació 4	Q. bast4	T4	Estació 5	Q.bast5	T5
▶	VA554POM08	389	1858,21...	FA106POM06	4	2.7151	FA107POM03	4	2.7151	RA683POM00	0	0,0000	VA134POM04	0	0,0000
	VA554POM08	79	97,6290	VA502POM06	192	40,8279	VA503POM06	173	37,2792	RA936POM00	4	3,1963	VA146POM07	0	0,0000
	RA942POM03	82	31,1313	RA553POM03	1	2,0971	VB185POM02	22	2,0000	VB186POM02	13	2,0000	RA034POM01	1	2,1655
	RA034POM01	1	2,1697												
*															

Imatge 42 Imatge dels panells que mostren els resultats. Imatge pròpia

La imatge superior mostra les diverses pestanyes que mostren els resultats per pantalla a seleccionar per l'operari

5.1.1. Ordre de prioritat de les referències i quantitat de peces demandades per dia

La imatge següent mostra l'ordre de prioritat de les peces. Es pot veure com cada columna mostra les peces que falten per entregar (negatives) i les peces sobrants (positives). El criteri escollit per a trobar l'ordre de prioritat és el que s'ha esmentat a l'apartat **3.2.3 Ordre de peces segons la prioritat**, veure quines peces tenen una demanda més propera i seguidament ordenar-les per quantitat. Per això, la referència VA503POM06 està en un lloc inferior de prioritat que la referència VA134POM04 tot i tenir una demanda d'unes 7.000 peces més aproximadament.

fila	Articulo	Contenedor	Peces_dia_ant	Peces_dia_1	Peces_dia_2	Peces_dia_3	Peces_dia_4	Peces_dia_5
1	VA554POM08	CI70A111820	-39546	-40946	-41546	-41546	-41546	-41946
2	FA106POM06	CIV149	-364	-364	-364	-364	-364	-364
3	FA107POM03	CIV149	-364	-364	-364	-364	-364	-364
4	RA683POM00	CISLI1210N	-108	-108	-108	-108	-108	-108
5	VA134POM04	CI70A111960	-20	-20	-20	-20	-20	-20
6	VA554POM08	CIMAGNUM	500	-8500	-8500	-8500	-8500	-8500
7	VA502POM06	CIV201	0	0	-3744	-3744	-6552	-7488
8	VA503POM06	CIV201	61	61	-2981	-2981	-5789	-6725
9	RA936POM00	CI4322	20	20	-820	-820	-960	-1030
10	VA146POM07	CIV201	0	0	-80	-80	-80	-80
11	RA942POM03	CI2S975M	2239	1459	1459	-101	-816	-1466
12	RA553POM03	CI2S975M	63	63	63	-17	-17	-17
13	VB185POM02	CI004147	7	7	7	7	-279	-1163
14	VB186POM02	CI004147	24	24	24	24	24	-652
15	RA034POM01	CI4322	11	11	11	11	11	-139

Imatge 43: Listat ordre de les referències

5.1.2. Temps que cal destinar a cada referència

La següent imatge mostra el temps que un operari ha de destinar a penjar i despenjar totes les peces d'una referència a la columna de temps peces. A més a més, aquesta taula mostra la quantitat de peces a fabricar totals (que serà igual a la demanada el cinquè dia laboral), la quantitat de peces que van a un bastidor i la quantitat de bastidors total.

Hi ha alguna referència com la RA683 que té un temps igual a 0. Això passa perquè no s'ha estipulat al document de primes de l'empresa la quantitat de peces que un operari és capaç de penjar i despenjar en una hora.

Per altra banda, la columna *temps un bastidor*, mostra el temps que tardaria un bastidor des que es comença a carregar fins que retorna un cop pintat. L'apartat **3.2.6 Temps de cada referència** en mostra la seva utilitat basada en poder trobar el nombre de bastidors mínims amb els que treballar sense col·lapsar la cadena i sense que l'operari pari de treballar.

Articulo	PartNumber	Peces_hora	Peces_a_fabrica	Peces_bastidor	Quant_bastidor	temps_1_bast	temps_peces	Numero_torns	Dia
VA554P0M08	VA554	485	41946	108	389	2,11130000...	86,4866000...	11,1596000...	18/05/2021 ...
FA106P0M06	FA106	509	364	104	4	2,10220000...	0,71510000...	0,09230000...	18/05/2021 ...
FA107P0M03	FA107	509	364	104	4	2,10220000...	0,71510000...	0,09230000...	18/05/2021 ...
RA683P0M00	RA683	0	108	0	0	0,00000000...	0,00000000...	0,00000000...	18/05/2021 ...
VA134P0M04	VA134	0	20	0	0	0,00000000...	0,00000000...	0,00000000...	18/05/2021 ...
VA554P0M08	VA554	485	8500	108	79	2,11130000...	17,5258000...	2,26140000...	18/05/2021 ...
VA502P0M06	VA502	645	7488	39	192	2,03020000...	11,6093000...	1,49800000...	18/05/2021 ...
VA503P0M06	VA503	645	6725	39	173	2,03020000...	10,4264000...	1,34530000...	18/05/2021 ...
RA936P0M00	RA936	861	1030	288	4	2,16720000...	1,19630000...	0,15440000...	18/05/2021 ...
VA146P0M07	VA146	0	80	0	0	0,00000000...	0,00000000...	0,00000000...	18/05/2021 ...
RA942P0M03	RA942	175	1466	18	82	2,05140000...	8,37710000...	1,08090000...	18/05/2021 ...
RA553P0M03	RA553	175	17	26	1	2,07430000...	0,09710000...	0,01250000...	18/05/2021 ...

Imatge 44: Panell temps referències

5.1.3. Distribució de les referències a les zones de treball

La imatge següent mostra com es distribuïrien els equips amb les diverses estacions de treball. El criteri escollit és col·locar les cinc primeres referències de la llista de l'ordre de prioritat una a cada estació i després anar distribuint les següents referències segons com es vagin acabant les que ja estiguin fetes.

La distribució també mostra la quantitat de bastidors a pintar de cada peça, en alguns casos és 0 perquè el resultat ve de l'apartat anterior degut a que la prima ja era 0. Un cop es posi al full de càlcul la prima corresponent, es podran mostrar els resultats d'aquesta referència (la quantitat de bastidors a pintar, les hores que ha de treballar un operari i el temps necessari per a poder pintar).

Estació 1	Q. Bast1	T1	Estació 2	Q. Bast2	T2	Estació 3	Q. Bast3	T3	Estació 4	Q. bast4	T4	Estació 5	Q.bast5	T5
VA554POM08	389	1858,21...	FA106POM06	4	2.7151	FA107POM03	4	2.7151	RA683POM00	0	0,0000	VA134POM04	0	0,0000
VA554POM08	79	97,6290	VA502POM06	192	40,8279	VA503POM06	173	37,2792	RA936POM00	4	3,1963	VA146POM07	0	0,0000
RA942POM03	82	31,1313	RA553POM03	1	2,0971	VB185POM02	22	2,0000	VB186POM02	13	2,0000	RA034POM01	1	2,1655
RA034POM01	1	2,1697												

Imatge 45: Panell distribució estacions

6. COMPARATIVA AMB EL MÈTODE ACTUAL

6.1. RESULTATS EXTRETS AMB LA METODOLOGIA ANTERIOR ENVERS AL NOU MÈTODE

Els resultats extrets amb el nou mètode són els resultats esperats amb l'antic mètode però amb certes diferències.

Per una banda, el fet de poder obtenir la quantitat de peces a pintar i ordenades segons el seu dia d'entrega i la seva demanda sense la necessitat d'haver de fer cap càlcul i amb disponibilitat immediata, implica una gran ajuda a l'encarregat de la línia, evitant, al mateix temps, que no hi hagi cap error de càlcul i amb un estalvi d'hores anual molt important.

A més a més, el fet de poder trobar el temps de treball que necessitaria un operari al penjar i despenjar la quantitat de peces demanades, ajuda a tothom a tenir una planificació de com cal distribuir-se la feina, donat que l'operari sap què haurà de fer al seu torn de treball i l'encarregat coneix en tot moment en quin moment ha de fer els canvis de referència.

Un altre aspecte a tenir en compte, és que amb el mètode proposat és molt més fàcil tenir una planificació de la producció que permeti arribar al pic màxim d'optimització sense necessitat de personal específic i altament qualificat com succeeix actualment. Això permetria que el *know how* adquirit d'aquestes persones es pugui aprofitar en altres punts de l'empresa.

A dia d'avui hi ha algunes referències que per tal de minimitzar la complexitat del càlcul manual, entre altres conceptes, es fan sempre a la mateixa estació de treball: les referències VA502, VA503, VA554 i VA555, les acostuma a penjar l'operari que es troba a l'estació de treball "5" perquè aquest tipus de referència es demana amb una mida de contenidor més gran i és més pràctic per a moure des de l'estació del final. En el nou mètode proposat, aquest punt no s'ha tingut en compte permetent fer qualsevol peça en qualsevol estació.

Finalment, una millora important que presenta l'aplicatiu informàtic desenvolupat respecte el procés manual és la disponibilitat de consulta d'ordres de treball realitzades en dates anteriors. Això podria ser útil a nivell de consulta i planificació pels encarregats de la línia de pintura. D'aquesta manera es podria tenir un recompte de com treballen els operaris i poder analitzar com evoluciona la producció al llarg del temps.

7. POSSIBLES MILLORES

Aquest projecte té una sèrie de punts que es poden millorar per a seguir optimitzant la seva funcionalitat i adaptant-se millor a la metodologia de treball de l'empresa.

- ✓ En primer lloc, un aspecte a millorar és que amb la versió del programari presentat actualment, el document a inserir de les primes està fet manualment. Això implica que cada vegada que una prima canviï, algú haurà d'editar el full de càlcul, inserint-hi les modificacions dels nous temps de les peces. S'ha optat per aquest model perquè en aquest moment no es disposa d'un model definitiu d'on importar les dades. Una optimització important seria preparar el SAP per tal que pogués donar uns resultats en un format comú i que es pogués importar directament des del nou aplicatiu. En el moment en que aquesta millora es pogués dur a terme, seria convenient adaptar una nova versió del programari per tal d'automatitzar el procés.
- ✓ Un altre punt que es podria tenir en compte, seria que es podrien mostrar per pantalla la quantitat de bastidors mínima amb les que cal treballar. Amb el programa fet, les columnes de quantitat de bastidors, mostren el nombre de bastidors a pintar però es podria mostrar també la quantitat mínima de bastidors amb la que cal treballar per tal de no col·lapsar la cinta.
- ✓ Finalment, una darrera proposta de millora a realitzar seria mostrar per pantalla el nombre de torns que cal destinar a pintar les peces i que cada vegada que arribi a 8 hores posar una marca de separació per a indicar visualment que hi hauria un canvi de torn de treball.

8. CONCLUSIONS

Es pot concloure el treball veient que s'han complert els objectius marcats inicialment. Utilitzant aquest programa, el personal responsable de la línia de pintura pot obtenir el càlcul de les peces a pintar simplement inserint els fulls de càlcul corresponents obtinguts de l'ERP de l'empresa.

Un altre objectiu a tenir en compte que s'ha complert, és que els resultats han estat els esperats. S'han pogut obtenir uns resultats força semblants als que un encarregat podria trobar amb el mètode manual que es fa servir. S'han fet diverses simulacions variant la quantitat i models de peces i nombre de bastidors per tal de verificar que les dades obtingudes s'aproximen al màxim al resultat òptim.

Utilitzant aquest mètode, el temps necessari per a obtenir els resultats és molt inferior al que es necessitava a dia d'avui degut a que no cal calcular referència a referència el nombre de contenidors que es demanen.

Un altre aspecte que ha millorat, és que degut a que actualment aquest procés es fa manualment, el càlcul de peces a pintar es fa amb contenidors mentre que utilitzant aquest programa es pot fer amb peces millorant-ne la precisió. Aquest és un dels punts principals en la diferència de càlcul entre el model manual i l'informàtic. Arribar a aquest nivell de precisió manualment, implicaria invertir encara més hores en el càlcul previ a cada producció. L'aplicatiu presentat, ja en aquesta primera versió, permet aproximar-se els resultats i arribar a un nivell d'exactitud molt més elevat.

També cal destacar que, amb aquest mètode, es pot trobar la quantitat d'hores de treball, fet que abans no es calculava degut a la complexitat i temps que implicava fer-ho. Anteriorment, l'encarregat era donar de manera aproximada, el temps que es tardaria en disposar de les peces. Això era degut al *know how* específic i l'experiència acumulada en el seu lloc de treball. Amb el programari presentat, qualsevol treballador, malgrat no disposar d'experiència, pot conèixer el temps necessari per a poder pintar les peces ja que disposa dels resultats instantanis al mateix aplicatiu.

Finalment, tal i com mostra l'apartat de possibles millores, hi ha aspectes que es podrien modificar per tal que el sistema funcioni d'una manera encara més òptima i pugui mostrar més dades de les que mostra actualment. A més a més, el disseny del programa podria millorar inserint imatge corporativa de l'empresa, fet que no s'ha pogut fer en el treball per drets d'autor.

Un altre aspecte important a destacar és que utilitzant aquest mètode el factor humà no es té en compte. Si des del dia d'avui un encarregat fes només el que mostra el programa, sense tenir en compte volums anuals i possibles aturades imprevistes amb les màquines, no s'obtidrien uns temps correctes.

També cal destacar que degut a l'avanç i la modernització dels vehicles, les peces fabricades per l'empresa canvien constantment necessitant nous timings a establir. Des del moment en que es creen noves peces fins a que aquestes tenen uns bastidors habilitats, uns temps de producció definitius, passen dies o fins i tot mesos en les que s'haurien d'anar fabricant sense que s'obtinguin de manera correcta a la planificació.

Per tant, tenint en compte que s'han complert els objectius marcats, el resultat del treball es considera que ha estat correcte degut a que és de gran ajuda per a l'encarregat gràcies a l'automatització dels càlculs, tot i no a arribar a ser totalment autònom.

9. BIBLIOGRAFIA

- Bustamante, F. (2 / 2021). *Udemy*. Recollit de Universidad Visual Basic. net con SQLserver: De 0 a Experto:
<https://www.udemy.com/course/draft/2081664/learn/lecture/16180987?start=15#overview>
- Eisenmann, S. (Febrer / 2021). *Eisenmann*. Recollit de <https://www.eisenmann.com/>
- Flaticon. (Abril / 2021). *Flaticon*. Recollit de [flaticon.com](https://www.flaticon.com)
- Gabillaud, J. (2005). *SQL Server 2005*. Cornellà de Llobregat: Eni Ediciones.
- Kojevnikov, A. (Maig / 2021). *Hilite*. Recollit de <http://hilite.me/>
- Microsoft. (Març / 2021). *Tutorial: Get started with Visual Basic in Visual Studio*. Recollit de <https://docs.microsoft.com/en-us/visualstudio/get-started/visual-basic/tutorial-console?view=vs-2019>
- Pinterest, M. (Abril / 2021). *Code Academy*. Recollit de <https://www.codecademy.com/learn/learn-sql>
- Polo, J. D. (4 / 2021). *wwwwhatsnew*. Recollit de <https://wwwwhatsnew.com/2017/10/25/6-sitios-interactivos-para-aprender-sql/>
- Puglisi, M. (Gener / 2021). *Udemy. Máster en SQL Server: Dese Cero a Nivel Profesional 2021*. Recollit de <https://www.udemy.com/course/master-sql-server/>
- Sistemas, I. (Mayo / 2021). *Youtube*. Recollit de <https://www.youtube.com/watch?v=qaeYcd8z5jM&t=342s>