

INDUSTRIA TEKNOLOGIAREN
INGENIARITZAKO GRADUA
GRADU AMAIERAKO LANA

***TORLOJU AMAIGABE-KOROA
MOTAKO ABIADURA ERREDUKTORE
BATEN IRTEERA-ARDATZAREN
MEKANIZAZIO PROZESU ORRIAREN
DISEINUA***

Ikaslea: Amilleta Urkiri, Iñaki

Zuzendaria: Celaya Egüen, Ainhoa

Ikasturtea: 2018-2019

Data: Bilbon, 2019ko uztailaren 12an

LABURPENA

Gradu amaierako lan hau torloju amaigabe-koroo motako abiadura-erreduktoare baten irteera-ardatzaren mekanizazio prozesu orria diseinatzean datza. Horretarako, lehenik eta behin piezak duen funtzioa behar bezala bete dezan, honek izan behar dituen propietate eta ezaugarriak aztertuko dira. Jarraian, zehazturiko eskakizun horiek betetzen dituen material bat, eta pieza mekanizatzeko egokia den makina bat aukeratu dira, aurretik egindako analisi batean oinarrituz. Ondoren, behin piezari egin beharreko mekanizazio eragiketak definituta, hauetako bakoitzean erabiliko den erreminta eta berau gauzatzeko beharrezkoak diren ebaketa parametroak zehaztu dira. Azkenik, kalkulaturiko datu horiekin guztiekin, piezaren mekanizazio prozesu orria bete da.

GAKO HITZAK:

Mekanizazio, prozesu orri.

RESUMEN

Este trabajo de fin de grado consistirá en diseñar la hoja de proceso de mecanizado del eje de salida de un reductor tornillo sinfín corona. Para ello, en primer lugar se analizarán las propiedades y características que la pieza deberá poseer para el correcto desempeño de su función. A continuación, se han seleccionado un material que satisfaga las exigencias previamente especificadas, y una máquina apropiada para el mecanizado de la pieza en base a un análisis previo. Después, una vez definidas las operaciones de mecanizado a realizar, se han especificado las herramientas a emplear y los parámetros de corte necesarios para cada una de ellas. Finalmente, se ha confeccionado la hoja de procesos de la pieza, haciendo uso de los datos obtenidos.

PALABRAS CLAVE:

Mecanizado, hoja de proceso.

SUMMARY

This final degree project will consist in designing the process sheet of the output shaft of an endless screw reducer. For that, first of all, the properties and characteristics the piece must have for its correct functioning will be analyzed. Then, a material that meets the previously specified requirements, and a machine suitable for machining the piece have been selected, based on a previous analysis. After that, once the machining operations to be carried out have been defined, the tools to be used and the cutting parameters required for each of them have been specified. Finally, the process sheet of the piece has been elaborated using the data obtained.

KEY WORDS:

Machining, process sheet.

AURKIBIDEA

TAULEN ZERRENDA.....	IV
IRUDIEN ZERRENDA	V
1 MEMORIA.....	1
1.1 SARRERA.....	1
1.2 TESTUINGURUA.....	2
1.3 LANAREN HELBURUAK ETA IRISMENA.....	3
1.4 LANAK DAKARTZAN ONURAK	4
1.4.1 Onura teknikoak.....	4
1.4.2 Onura ekonomikoak.....	5
1.5 BALDINTZEN DESKRIBAPENA.....	5
1.6 AUKEREN ANALISIA	6
1.6.1 Materiala.....	6
1.6.2 Makina.....	8
1.7 PROPOSAMENEN HAUTAKETA	11
1.7.1 Materiala.....	11
1.7.2 Makina.....	12
2 LANERAKO ERABILITAKO METODOLOGIA.....	13
2.1 PROZESU ORRIAREN GARAPENA	13
2.2 ERAGIKETEN DESKRIBAPENA.....	15
• Aurpegiketa.....	16
• Zilindraketa.....	16
• Alakaketa.....	16
• Artekaketa.....	16
• Hariztaketa.....	17
• Mataderen mekanizazioa.....	17
• Zulaketa.....	17
2.3 PROZESUAREN DESKRIBAPENA	18
2.3.1 Erremintaren aukeraketa	18
❖ Erreminta-etxea.....	18
❖ Plakatxoa	19
• Geometria	19
• Kalitatea	21
• Forma – Punta angelua	22
• Tamaina.....	22
• Punta erradioa.....	23
❖ Erreminta-euskarria	24
2.3.2 Ebaketa parametroen kalkulua	25
❖ Ebaketa parametroak	25
• Iraganaldi sakonera a_p eta aitzinapena f_n	25
• Ebaketa abiadura, V_c	26
❖ Murrizketak	27
• Biraketa abiadura, N	27
• Ebaketa potentzia, P_c	27

2.3.3	<i>Mekanizazio denboraren kalkulua</i>	28
2.4	MEKANIZAZIO ERAGIKETAK. KALKULUAK	29
2.4.1	<i>CoroPlus® ToolGuide online katalogoa</i>	29
2.4.2	<i>Aurpegiketa</i>	33
2.4.3	<i>Zilindraketa</i>	35
2.4.4	<i>Artekaketa</i>	37
2.4.5	<i>Zulaketa</i>	39
2.4.6	<i>Fresaketa</i>	41
3	PROIEKTUAREN PLANIFIKAZIOA. GANTT-EN DIAGRAMA	44
4	ALDERDI EKONOMIKOAK. AURREKONTUA	47
4.1	BARNE-ORDUAK	47
4.2	AMORTIZAZIOAK	47
4.3	GASTUAK	47
4.4	AZPI-KONTRATAZIOAK	48
4.5	KOSTU EZ-ZUZENAK	48
4.6	EZUSTEAK	48
4.7	AURREKONTU OSOA	48
5	ONDORIOAK	49
6	BIBLIOGRAFIA	50
I.ERANSKINA: PLANOAK		
II.ERANSKINA: MEKANIZAZIO ERAGIKETAK		
III.ERANSKINA: MEKANIZAZIO PROZESU ORRIA		

TAULEN ZERRENDA

1.TAULA – AISI/SAE 1045 KONPOSIZIO KIMIKOA	7
2.TAULA – AISI/SAE 1045 PROPIETATE MEKANIKOAK	7
3.TAULA – AISI/SAE 4140 KONPOSIZIO KIMIKOA	7
4.TAULA – AISI/SAE 4140 PROPIETATE MEKANIKOAK	7
5.TAULA – AISI/SAE 4340 KONPOSIZIO KIMIKOA	8
6.TAULA – AISI/SAE 4340 PROPIETATE MEKANIKOAK.....	8
7.TAULA – TORNUEN ESPEZIFIKAZIO TEKNIKOAK	10
8.TAULA – AUKERAKETARAKO PUNTUAZIOA	11
9.TAULA – MATERIALAREN EBALUAZIO TAULA	11
10.TAULA – MAKINAREN EBALUAZIO TAULA	12
11.TAULA – PLAKATXOEN SAILKAPENA ISO 513:2004 ARAUAREN ARABERA.....	21
12.TAULA – SNMG 15 06 16-PR 4325 PLAKATXOARENTZAKO GOMENDIOAK	25
13.TAULA – AISI 4140-RENTZAKO GOMENDATUTAKO EBAKETA ABIADURA.....	26
14.TAULA – EBAKETA ABIADURAREN ZUZENKETA, BIZITZA ERABILGARRIA	26
15.TAULA – EBAKETA ABIADURAREN ZUZENKETA, GOGORTASUNA	27
16.TAULA – MAKINAREN FUNTZIONAMENDU MUGAK	32
17.TAULA – 1.LOTUALDIA – AURPEGIKETA, ERREMINTA.....	33
18.TAULA – 1.LOTUALDIA – AURPEGIKETA, EBAKETA PARAMETROAK	33
19.TAULA – SNMG 15 06 16-PR 4325 PLAKATXOAREN A_p ETA F_N	34
20.TAULA – AISI 4140 MATERIALAREN GC 4325 PLAKATXO KALITATERAKO V_C	34
21.TAULA – 1.LOTUALDIA – ZILINDRAKETA 1, ERREMINTA.....	35
22.TAULA – 1.LOTUALDIA – ZILINDRAKETA 1, EBAKETA PARAMETROAK	35
23.TAULA – SNMG 15 06 24-PR 4325 PLAKATXOAREN A_p ETA F_N	36
24.TAULA – 1.LOTUALDIA – ARTEKAKETA 1, ERREMINTA.....	37
25.TAULA – 1.LOTUALDIA – ARTEKAKETA 1, EBAKETA PARAMETROAK	37
26.TAULA – N123F2-0246-0003-GF 1125 PLAKATXOAREN F_N	38
27.TAULA – AISI 4140 MATERIALAREN GC 1125 PLAKATXO KALITATERAKO V_C	38
28.TAULA – 1.LOTUALDIA – ZULAKETA, ERREMINTA	39
29.TAULA – 1.LOTUALDIA – ZULAKETA, EBAKETA PARAMETROAK.....	39
30.TAULA – AISI 4140 MATERIALAREN 4234 PLAKATXO KALITATERAKO F_N ETA V_C	39
31.TAULA – 1.LOTUALDIA – MATADERAREN FRESAKETA 2, ERREMINTA	41
32.TAULA – 1.LOTUALDIA – MATADERAREN FRESAKETA 2, EBAKETA PARAMETROAK	41
33.TAULA – N331.1A-08 45 08H-PL PLAKATXOAREN A_c ETA F_z	42
34.TAULA – AISI 4140 MATERIALAREN GC 4230 PLAKATXO KALITATERAKO V_C	42
35.TAULA – AURREKONTUA – BARNE-ORDUAK	47
36.TAULA – AURREKONTUA – AMORTIZAZIOAK.....	47
37.TAULA – AURREKONTUA – GASTUAK	47
38.TAULA – AURREKONTU OSOA	48

IRUDIEN ZERRENDA

1.IRUDIA - TORLOJU AMAIGABE-KOROA MOTAKO ABIADURA-ERREDUKTOREAK	2
2.IRUDIA – MEKANISMOAREN ELEMENTU NAGUSIAK	3
3.IRUDIA – LANAREN HELBURUEN ESKEMA.....	4
4.IRUDIA – MEKANIZATU BEHARREKO PIEZA 3D-N	5
5.IRUDIA – ERREMINTA MOTORIZATUDUN DORRETXOA.....	8
6.IRUDIA – CMZ TA15M Z400	9
7.IRUDIA – DMG MORI NEF 400	9
8.IRUDIA – DMG MORI CTX ALPHA 500	10
9.IRUDIA – MEKANIZAZIO PROZESU HORRI BATEN ADIBIDEA.....	14
10.IRUDIA – MEKANIZAZIO OPERAZIOEN ESKEMA 1.....	15
11.IRUDIA – MEKANIZAZIO OPERAZIOEN ESKEMA 2.....	15
12.IRUDIA – AURPEGIKETA.....	16
13.IRUDIA – ZILINDRAKETA	16
14.IRUDIA – ARTEKAKETA	16
15.IRUDIA – HARIZTAKETA	17
16.IRUDIA – MATADERA.....	17
17.IRUDIA – ZULAKETA.....	17
18.IRUDIA – PROZESUAREN DESKRIBAPENA.....	18
19.IRUDIA – MAKINAREN ERREMINTA-ETXEEN ESKAINTZA	19
20.IRUDIA – ARBASTAKETARAKO PLAKATXOA	19
21.IRUDIA – BITARTEKO ERAGIKETENTZAKO PLAKATXOA	20
22.IRUDIA – AKABERA ERAGIKETENTZAKO PLAKATXOA.....	20
23.IRUDIA – GEOMETRIAREN ARABERAKO PLAKATXOAREN LANGUNEAK (ALTZAIRUA).....	20
24.IRUDIA – PLAKATXO KALITATEAREN, GEOMETRIAREN ETA PIEZAREN MATERIALAREN ARTEKO ERLAZIOA.....	21
25.IRUDIA – PLAKATXOEN FORMA EZBERDINAK	22
26.IRUDIA – SORBATZAREN LUZERA, PLAKATXOAREN TAMAINA	22
27.IRUDIA – PLAKATXOAREN PUNTA ERRADIO EZBERDINAK.....	23
28.IRUDIA – PUNTA ERRADIOA ETA IRAGANALDI SAKONERA.....	23
29.IRUDIA - T-MAX®P METODORAKO ERREMINTA-EUSKARRI BATZUEN ADIBIDEA.....	24
30.IRUDIA – ALTZAIRUAK TORNEATZEKO GOMENDATUTAKO EBAKETA ABIADURAK.....	26
31.IRUDIA – APLIKAZIOAREN HASIERAKO PANTAILA	29
32.IRUDIA – ERAGIKETAREN EZAUGARRIAK ZEHAZTEKO PANTAILA.....	30
33.IRUDIA – EMAITZA GENERALAK	31
34.IRUDIA – EBAKETA PARAMETROAK.....	31
35.IRUDIA – DATU EKONOMIKOAK	32
36.IRUDIA – PROIEKTUAREN GANTT-EN DIAGRAMA	46

1 MEMORIA

1.1 SARRERA

Gradu amaierako lan hau torloju amaigabe-koraa motako abiadura-erreduktoare baten irteera-ardatzaren mekanizazio prozesu orria diseinatzean datza. Horretarako, garatu den prozesuaren azalpen orokor bat emango da, hasierako egitekoaren planteamendutik, azken ondorioetaraino.

Lehenik eta behin, lanaren memoria aurkeztuko da. Horrela, esku artean daukagun gaiaren inguruko testuingurua azaltzen hasiko gara. Bertan, erreduktoareei eta haien aplikazio eta funtzionamenduari buruz hitz egingo da. Jarraian, lan honen bai helburu nagusia nola bigarren mailako helburu edo bitarteko pausuak definituko dira, azken finean hauek betetzen joan ahala gure egitekoa burutuz. Geroago, lan hau egiteak ekarriko dituen onurei buruz mintzatuko gara, baita bere irismenari buruz ere. Onura hauek bi taldetan banatuko dira, alde batetik teknikoak, eta bestetik ekonomikoak.

Ondoren, gure piezak izango dituen baldintzen deskribapena egingo da. Bertan, piezak duen funtzioa behar bezala bete dezan eta haren bizitza erabilgarrian beragandik espero den portaera izan dezan, honek izan behar dituen propietate eta ezaugarriak aztertuko dira. Azken finean, piezaren eskakizunak zeintzuk diren zehaztuko dugu. Honekin, atzetik etorriko diren pausuetarako irizpide nagusiak determinatuko dira.

Hurrengo pausua, lan honetan hartu behar izango diren erabakiak zuzenak izan daitezen, daukagun aukeren analisi bat egitea izango da. Pieza baten fabrikazioaz ari garenez, berau ekoizteko baliatuko garen materialaz eta makinaz mintzatuko gara. Horrela, merkatuan dagoen materialen eskaintza eta tornuen fabrikatzaile nagusien web orrialdeak aztertuko dira, aurretiaz aipaturiko eskakizunak betetzen dituzten haien bila. Halaber, bai materialaren zein makinaren kasurako, gure asmoetarako aproposak izan daitekeen hiru proposamenen aurkeztuko dira. Hauetako bakoitzaren xehetasunak arretaz aztertu ondoren, aukera bana hautatuko da gure lanerako.

Bigarrenik, lan hau aurrera eramateko jarraitutako metodologia azalduko da. Lehenengo, mekanizazio prozesu orri baten garapena nolakoa den ikusiko da, honek izan behar dituen ezaugarriak erakutsiz. Orduan, mekanizazio eragiketa mota bakoitzaren deskribapen labur bat emango da. Jarraian, aipaturiko eragiketentzako datuak lortzeko prozeduraren deskribapen zehatza egingo da. Honek, hiru atal nagusi izango ditu: erremintaren aukeraketa, ebaketa parametroen kalkulua eta mekanizazio denboraren kalkulua. Honen ostean, gure kasurako, prozesu orriko mekanizazio eragiketa mota adierazgarri bakoitzaren adibide baterako, aipatu berri ditugun hiru atal horietako datu guztiak zehaztuko dira. Bertan, horretarako erabili diren tresna ezberdinen deskribapenak egingo dira, eta bata zein besteak erabiliz lortuko diren emaitzak alderatuko dira. II. eranskinean, eragiketa adierazgarrienak ez ezik, piezaren

gutziko mekanizaziorako beharrezkoak izango diren eragiketa denen erreminta, parametro eta nondik norakoak zehaztuko dira.

Dokumentuan aurrera eginez, lan honetarako egin den planifikazioaren azalpena aurki dezakegu, honen Gantt-en diagrama batez lagundurik. Hari beretik, alderdi ekonomikoari erreparatuko diogu eta lan hau gauzatzeko beharrezkoa den aurrekontua emango da. Amaitu aurretik, proiektu honetatik ateratzen ditugun ondorio nagusiei buruz hitz egingo da.

Azkenik, dokumentuaren hiru eranskinetan, gure piezaren zein abiadura erreduktore osoaren planoak, egin beharreko eragiketen zehaztasunak eta mekanizazio prozesu orria aurkituko ditugu.

1.2 TESTUINGURUA

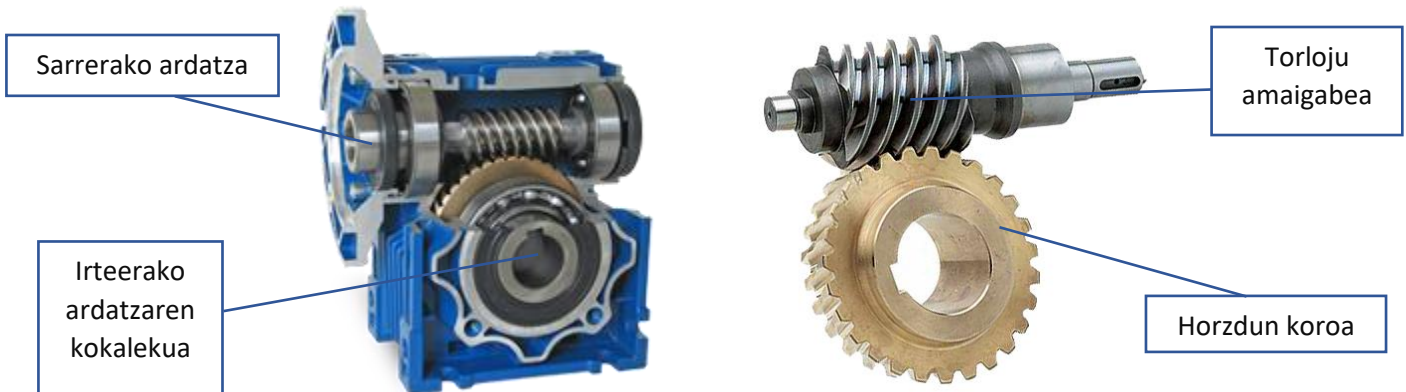
Arestian aipatu bezala, gure kasuan torloju amaigabe-koraa motako abiadura erreduktore baten – 1.irudia – ardatzaren mekanizazio prozesu orriaren diseinua da gure egitekoaren muina. Erreduktoreak mota guztietako motoreen abiadurak kontrolatu eta edozein makinaren erabilera egokirako beharrezkoak diren balioetara murrizteko erabiltzen dira, normalean altuegiak izaten baitira. Erreduktorearen erabilerak, irteerako ardatzean minutuko bira balio txikiagoak lortzea ahalbidetzen du potentzia murrizketa esanguratsurik eragin gabe, eta pare mekanikoa modu seguru eta eraginkorrean handiagotuz. Makina hauek geometria ezberdinetako engranaje sistemak erabiltzen dituzte, hamaika konfigurazio baimenduz kasuan kasuko eskakizun eta bereizgarritasunei erantzunez.



1.1RUDIA - TORLOJU AMAIGABE-KOROA MOTAKO ABIADURA-ERREDUKTOREAK

Gure kasuan, torloju amaigabe-koraa motako erreduktore bat daukagu. 2.irudian ikus daitekeenez, hauek, normalean brontzekoa izaten den horzdun koraa batez (engranajea) osaturik egon ohi dira, zeinak zentroan altzairuzko ardatz bat duen

enbutiturik (irteerako ardatza edo ardatz motela). Koroa hau, etengabeen torloju amaigabe erako altzairuzko beste ardatz perpendikular batekin kontaktuan dago (sarrerako ardatza edo ardatz azkarra), zeinak bira bakoitzeko koroan hortz bateko aurreratzea eragiten duen, irteerako ardatzari mugimendua transmitituz. Modu horretan gauzatzen da abiaduraren murrizketa (“reduction”) eta hortik datorkio makinari izena. Erreduktorearen osagaien gaineko xehetasun gehiago nahi izanez gero, eskuragarri daude I. eranskinean makinaren planoak.



2. IRUDIA – MEKANISMOAREN ELEMENTU NAGUSIAK

Mota honetako erreduktoreak aplikazio esparru zabala dute, esaterako, prentsetan, ijezketa makinetan, muntaia kateetan, meatzaritza esplotazioetako makinerian, itsasontzien lemetan eta zerra zirkularretan besteak beste. Gainera fresatzaile eta makina erremintetan ebaketa tresnak lan gunean beren posizioetan zehaztasun handiz kokatzeko ere erabiltzen dira, torloju bikoitzeko sistemak erabiliz tolerantzia zorrotzekin. Honetaz gain, igogailu eta eskailera mekaniko ugariaren kontrol mekanismoetan ere instalatzen dira, beraien tamaina trinko eta itzulezintasunagatik.

1.3 LANAREN HELBURUAK ETA IRISMENA

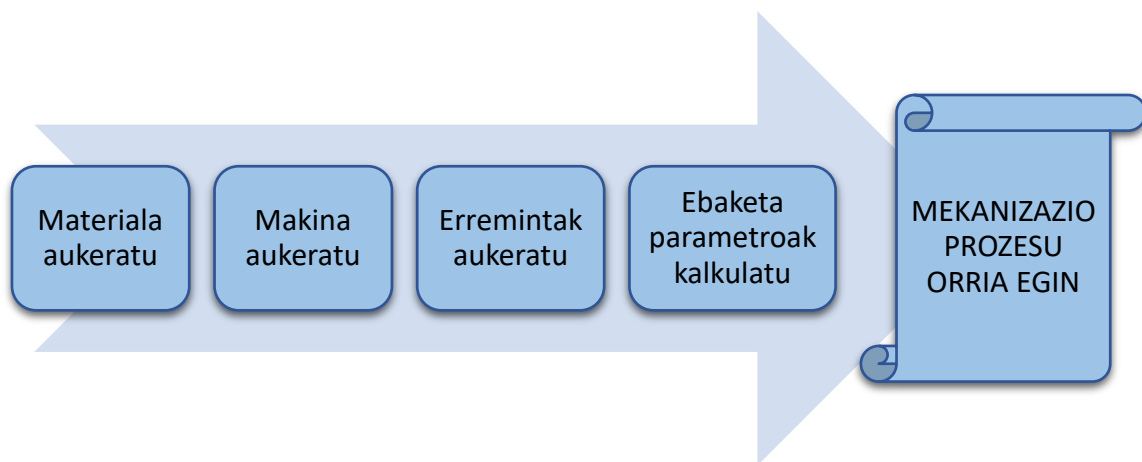
Lan honen helburu nagusia, abiadura erreduktore baten irteera ardatzaren fabrikaziorako mekanizazio eragiketen diseinua da, horretarako dagokion prozesu orria eginez.

Honekin batera, beste bigarren mailako helburu edo erdibideko pausu batzuk ere ezarri ditugu. Horiek jarraibide izanik eta banan-banan betez, azkenik helburu nagusira iritsiko gara. Hona hemen helburu horiek:

- ✓ Gure piezarentzat material apropos baten aukeratzea. Horretarako kontuan izan behar dira ardatzak izango duen erabilera dela eta izango dituen eskakizunak.
- ✓ Gure piezaren mekanizazio prozesurako egokia den makina bat edo makina talde bat aukeratzea. Kasu horretan, garrantzitsuak izango dira piezaren tamaina, forma, honi egin beharreko mekanizazio eragiketak, erreminta birakorren beharra etab.

- ✓ Ardatzaren mekanizazio eragiketarako aproposak izango diren erreminta multzoa aukeratzea. Atal honetan faktore ugari hartu behar dira aintzakotzat, hala nola, aukeratutako materialaren propietateak, jarraitu nahi den mekanizazio estrategia, eragiketa bakoitzerako eskakizun konkretuak, prozesuaren efizientzia...
- ✓ Mekanizazio eragiketarako ebaketa parametroen lorpena. Puntu honetarako, nahitaez errespetatu beharreko muga batzuk izango ditugu, bai aukeratutako materialak, makinak, zein erremintek inposatutakoak.

Jarraian aurkezten den eskeman (3.irudia), kronologikoki azaltzen dira aipaturiko helburuen bidez ezarritako gidoia.



3.IRUDIA – LANAREN HELBURUEN ESKEMA

1.4 LANAK DAKARTZAN ONURAK

Lan honek ekarriko dituen onurak bi talde nagusitan banatuko dira. Alde batetik, onura teknikoak egongo dira, zeinak piezaren fabrikazioaz arduratzen den enpresari nahiz bertan lan egiten duten langileei lagunduko dizkieten. Bestetik, onura ekonomikoak daukagu. Azken hauek, batez ere enpresarengan eragingo dute onura nagusia.

1.4.1 Onura teknikoak

Pieza honen fabrikazioaz arduratuko den enpresarentzat, mekanizazio prozesu orria informazioa gordetzeko eta antolatzeko modu trinko eta bakuna izango da. Ondorioz, enpresako postuen zein langileen arteko komunikazioa eta elkarlana erraztuko dira, enpresan burutzen ari diren beste prozesuak ere arinduz.

Gainera, prozesu orri argi bat izateak, prozesuaren pausuak ezin hobe definituta izatea dakar, eta honek aldi berean, piezaren fabrikazio prozesuan gerta litezkeen akatsen murrizketa eragiten du. Bestalde, aurreko atalean azaldu diren erdibideko pausu edo bigarren mailako helburuak bete direnez, gure piezak material egokiena eta ondorioz

bere funtziorako beharrezko propietate mekanikoak izango ditu. Azken finean, honek guztiak ekoiztuko den produktuaren kalitatea handituko eta bermatuko du.

Modu berean, proiektu honetan parte hartzen duten langileek, lanean jorratu diren alderdi ezberdinetan euren gaitasunak garatuko dituzte. Hala nola, materialen propietateekin, makinaren prestazioekin, erreminten ezaugarri teknikoekin, mekanizazio eragiketen parametroen kalkuluekin eta abarrekin zerikusia duten alderdietan.

1.4.2 Onura ekonomikoak

Hasteko, aipatu diren langileen arteko komunikazio hobea, akatsen murriztea edota prozesuko erreminta eta parametro egokiak aukeratzea bezalako onura teknikoek, pieza ekoizteko behar den denbora murrizten dute. Honekin dator, prozesuaren produktibitatea areagotzea eta horrenbestez, amaierako produktuaren kostuak txikiagotzea. Horrela, enpresak mozkin handiagoak eskura ditzake. Horrek, enpresak langileen eskakizunak betetzeko gaitasuna handiagotzea dakar, soldatak igoz edota instalazio hobeak eskainiz besteak beste. Ondorioz, langileak gusturago sentituko dira enpresan eta haien produktibitatea handituko da aldi berean.

1.5 BALDINTZEN DESKRIBAPENA

Testuinguruan esan bezala, erreduktoreek aplikazio ugari eta denetarikoak izan ditzakete. Hori dela eta, esku artean darabilkigun tankerako piezen tiradak ertainak izan ohi dira.

Jarraian, 4.irudian, mekanizatu beharreko ardatza erakusten da hiru dimentsiotan. Pieza 348 mm luze da eta bere diametro zabalenak $\varnothing 50$ mm neurtzen ditu. Ikus daitekeen bezala, hainbat eragiketa egin behar zaizkio, besteak beste, goikaldeko hiru mataderak, alboetako aldez aldeko bi zuloak eta alde bakoitzeko hariztaketak.



4.IRUDIA – MEKANIZATU BEHARREKO PIEZA 3D-N

Gure piezaren geometria zilindrikoa eta dimentsioak kontuan izanik, berau fabrikatzeko ijeztutako barra batetik abiatuko gara. Barra hauen neurriak erabat normalizatuta daude, horrela, guri hoberen datorkiguna aukeratzeko ArcelorMittal-en katalogoa kontsultatu da. Gure kasuan, hasierako totxoak $\varnothing 55$ mm-ko diametroa eta 360 mm-ko luzera izango ditu.

Bestalde, erreduktore baten ardatz batek bere bizitza erabilgarrian zehar jasango dituen lan baldintzak kontuan izanik, propietate mekaniko jakin batzuk izatea beharrezkoa du. Hain zuzen ere, ardatza etengabe engranaje eta errodamenduekin batera biratzen ari da. Elementu hauetan karga ez da uniformeki banatzen, eta ondorioz, denboran aldakorra den tentsio egoera bat sortzen da piezan. Ardatz baten diseinuan hiru irizpide nagusi izaten dira kontuan: bihurduarekiko zurruntasuna, nekearekiko erresistentzia eta albo deflexio edo desbideratzea. Hauetatik murriztaileena izateagatik arreta berezia merezi duena lehenengoa da, bihurduarekiko zurruntasuna. Hain zuzen ere, ardatza une oro tortsio-momentupean dago. $\varnothing 50$ mm-ko diametroko ardatza duen erreduktore batek jasan beharko duen momentu maximoa 3.000 Nm ingurukoa da eta karga erradial maximoa 18.000 N-ekoa.

Hari beretik, gure pieza makinako osagai bat besterik ez da eta beste hainbat elementuekin dihardu elkarlanean, esan bezala. Ondorioz, azal akabera eta tolerantzia eskakizun batzuk bete behar ditu. I. eranskinetako makinaren planoetan ikus daitekeenez, ardatza, sekzio lodiena duen partean, bi 6205 boladun errodamendu zurrunean dago kontaktuan. Beraz, zati horrek N7 ($R_a = 1,6 \mu\text{m}$) azal akabera beharko du. Arrazoi berberetatik, zonalde horretan ardatzaren eta zuloaren arteko ISO doikuntza H7h6 izan beharko da. Gainontzeko azalera zilindrikoentzat, N8 ($R_a = 3,2 \mu\text{m}$) akabera nahikoa izango da, obturadorea eta makinaren gorputza bezalako bigarren mailako elementuekin elkarrekintza duten biraketa azalera sinpleak besterik ez baitira.

Halaber, ez dira albo batera utzi behar beste bi alderdi garrantzitsu. Alde batetik, materialaren mekanizagarritasuna, hau da, piezak makina-erreminta batez landua izateko duen gaitasuna. Bestetik, materialaren prezioa, ezin baitezakegu nahi beste diru xahutu. Ahal bezain propietate hoberenak dituen materiala erabili behar dugu ahalik eta prezio baxuenean.

1.6 AUKEREN ANALISIA

Aurreko atalean, fabrikatu beharreko piezak bete behar dituen baldintzak deskribatu berri dira. Oraingoan, eskakizun horietan erantzuna eman diezaieketen zenbait aukera aurkeztuko dira, bai materialari bai makinari dagokienez.

1.6.1 Materiala

Zalantzarik gabe, gure beharrak era zabalenean asetzen dituen materiala altzairua da. Dena dela, altzairua, burdinaz eta karbonoz gain, beste zenbait elementuz osaturiko

aleazioa da, esate baterako, kromoa, nikela, banadioa, manganesoa, molibdenoa, etab. Altzairuak izango dituen osagai kopuruaren eta hauek bere konposizioan duten pisuaren arabera, materialak izango dituen propietateak aldatu egiten dira. Horrenbestez, gure egitekoa burutzeko aproposak izan daitezkeen ondoko hiru altzairuak hautatu dira aurretiko aukeraketa batean:

a) AISI/SAE 1045 – DIN CK45 – UNE F-1140

Karbono eduki ertaineko altzairua da. Gogortasun, zailtasun eta erresistentzia mekaniko ertaineko elementu estrukturalak eta makineriako osagaiak kostu baxuan fabrikatzeko erabiltzen da batik bat. Soldagarritasun baxua, mekanizagarritasun ona eta forjagarritasun bikaina du.

Prezio hurbildua: 450 €/tona.

KONPOSIZIO KIMIKOA [%]	
C	0,43 – 0,50
Mn	0,60 – 0,90
P	≤ 0,04
S	≤ 0,05

1.TAULA – AISI/SAE 1045 KONPOSIZIO KIMIKOA

PROPIETATE MEKANIKOAK	
Trakzioarekiko erresistentzia	63 – 73 kgi/mm ²
Isurpen muga	40 kgi/mm ²
Azalera murrizketa	% 40
Elongazioa	% 16
Mekanizagarritasuna	Ona
Gogortasuna	163 HB

2.TAULA – AISI/SAE 1045 PROPIETATE MEKANIKOAK

b) AISI/SAE 4140 – DIN 42CrMo4 – UNE F-1252

Karbono eduki ertaineko altzairua da, kromo eta molibdenoarekin aleatuta. Oro har, erresistentzia mekaniko eta zailtasun handiak dituzten piezak fabrikatzeko erabiltzen da. Gainera, nekearekiko eta bihurduarekiko erresistentzia ona erakusten du. Ohikoa da tratamendu termikoren baten bitartez gogortzea. Mekanizagarritasun ona, soldagarritasun baxua eta tenplagarritasun ertaina ditu.

Prezio hurbildua: 600 €/tona.

KONPOSIZIO KIMIKOA [%]	
C	0,38 – 0,43
Mn	0,75 – 1,00
Si	0,15 – 0,35
P	≤ 0,035
S	≤ 0,040
Cr	0,80 – 1,10
Mo	0,15 – 0,25

3.TAULA – AISI/SAE 4140 KONPOSIZIO KIMIKOA

PROPIETATE MEKANIKOAK	
Trakzioarekiko erresistentzia	95 – 105 kgi/mm ²
Isurpen muga	60 – 74 kgi/mm ²
Azalera murrizketa	% 50
Elongazioa	% 10 – 18
Mekanizagarritasuna	Ona
Gogortasuna	270 – 321 HB

4.TAULA – AISI/SAE 4140 PROPIETATE MEKANIKOAK

c) AISI/SAE 4340 – DIN 40NiCrMo6 – UNE F-1272

Karbono eduki ertaineko altzairua da, kromo, nikel eta molibdenoarekin aleatuta. Zailtasun, erresistentzia mekaniko, gogortasun eta nekearekiko erresistentzia handiak ditu. Horrez gain, tenplagarritasun ona baina mekanizagarritasun eta soldagarritasun makalak ditu.

Prezio hurbildua: 800 €/tona.

KONPOSIZIO KIMIKOA [%]	
C	0,38 – 0,43
Mn	0,60 – 0,80
Si	0,15 – 0,35
P	≤ 0,035
S	≤ 0,040
Cr	0,70 – 0,90
Ni	1,65 – 2,00
Mo	0,20 – 0,30

5.TAULA – AISI/SAE 4340 KONPOSIZIO KIMIKOA

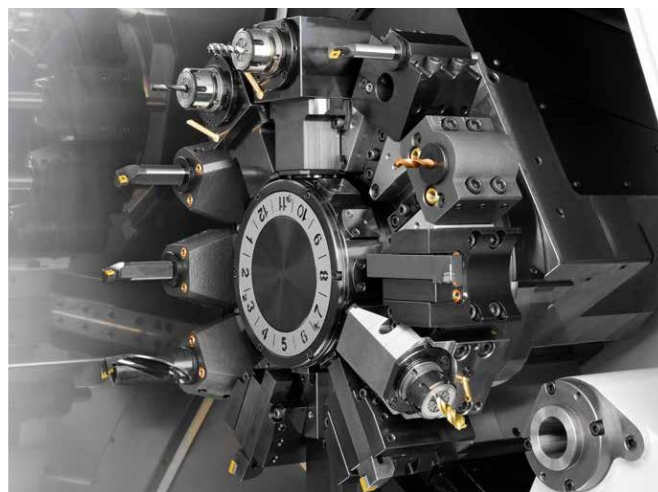
PROPIETATE MEKANIKOAK	
Trakzioarekiko erresistentzia	95 – 105 kgi/mm ²
Isurpen muga	60 – 74 kgi/mm ²
Elongazioa	% 10 – 18
Mekanizagarritasuna	Makala
Gogortasuna	280 – 340 HB

6.TAULA – AISI/SAE 4340 PROPIETATE MEKANIKOAK

1.6.2 Makina

Mekanizatu behar den ardatzaren erreboluziozko geometria eta dimentsioak direla eta, arrazoizkoena da pieza mekanizatzeko tornu bat erabiltzea. Makina erreminta mota honen barnean, tornu automatikoak edota zenbakizko kontroleko makinak (CNC) aurki genitzake. Lehenengokoen kasuan, prozesua erabat automatizatua dago eta pieza txikien serie handi eta oso handien fabrikazioan erabiltzen dira. CNC tornuak aldiz, tamaina handiagoko piezak tirada murriztagoetan ekoizteko erabili ohi dira.

Gure kasuan zentratuz eta piezaren ezaugarri eta eskakizunei begira, zenbakizko kontroleko makina bat erabiltzea komenigarriagoa dela erabaki da. Honez gain, 4. irudian erakutsi den bezala, gure piezan zenbait matadera zein zulo aurki genitzake. Horrenbestez, ezinbestekoa da haien mekanizaziorako gure makinak erreminta motorizatu birakorrak – 5.irudia – eta C ardatza izatea, hau da, azken finean, torneaketa-zentro baten bila gabiltza.



5.IRUDIA – ERREMINTA MOTORIZATUDUN DORRETXOA

Gure xedea betetzekotan, makina erreminta fabrikatzaile nagusien – CMZ, DMG MORI, DANOBAT, HAAS, ... – eskaintza aztertu da eta ondorengo tornuak proposatu dira:

a) CMZ TA15M Z400



6.IRUDIA – CMZ TA15M Z400

b) DMG MORI NEF 400



7.IRUDIA – DMG MORI NEF 400

c) DMG MORI CTX alpha 500



8.IRUDIA – DMG MORI CTX ALPHA 500

Hauek modu egokian azertu eta konparatu ahal izateko, 7.taulan erakusten dira hiru makinaren espezifikazio tekniko nagusiak.

ESPEZIFIKAZIO TEKNIKOAK		CMZ TA15M Z400	DMG MORI NEF 400	DMG MORI CTX alpha 500
	Diametro torneagarri max. [mm]	460	350	240
	Luzera torneagarri max. [mm]	400	650	525
BURUA	Platerraren diametroa [mm]	175/210	250	215
	Abiadura max. [rpm]	4.500	4.500	6.000
	Potentzia (max./40%) [kW]	14/8	11,5/8	14/13
	Parea (max./40%) [Nm]	292/153	340/240	192/172
DORRETXOA	Posizio kopurua	12	12	12
	Posizio motorizatu kop.	12	6	12
	Erreminta euslea	□ 25x25	VDI 30	VDI 30
	Abiadura max. [rpm]	12.000	4.500	5.000
	Potentzia (max./40%) [kW]	11,3/8,1	-/5,5	-/5,4
	Parea (max./40%) [Nm]	75/27,5	-/17,5	-/18

7.TAULA – TORNUEN ESPEZIFIKAZIO TEKNIKOAK

1.7 PROPOSAMENEN HAUTAKETA

Atal honetan, aurrekoan proposatu diren aukeren artean gure proiektua burutzeko egokienak diren materiala eta makina hautatuko ditugu. Horretarako, honako prozedura jarraituko da:

- 1) Kasu bakoitzean, ebaluatuko diren ezaugarrien zehaztapen eta deskribapena.
- 2) Ezaugarri bakoitza 1 eta 5 arteko puntuazioarekin baloratuko da, 8.taulan erakusten den bezala, dagokion aukerak aurretiaz azaldutako eskakizunekiko duen hurbiltasunaren arabera:

PUNTAZIOA	
1	Eskakizunekiko erabat desberdina da
2	Ez dator bat eskakizunekin
3	Eskakizunen antzerakoa da
4	Bat dator eskakizunekin
5	Gutziz bat dator eskakizunekin

8.TAULA – AUKERAKETARAKO PUNTAZIOA

- 3) Aukera bakoitzerako ezaugarri guztien puntuazioen bataz bestekoa egingo da, eta balorazio onena duena hautatuko da.

1.7.1 Materiala

Atal honetan aztertuko diren ezaugarriak ondokoak dira:

- ✓ Erresistentzia mekanikoa: aurretik aipatutako bihurturakiko eta nekearekiko erresistentziak barne hartzen ditu. Esan bezala, komenigarria bakarrik ez, beharrezkoa ere bada pieza fabrikatzeko erabiliko den materialak propietate mekaniko onak izatea. Horregatik, alderdi hau baloratzerako orduan, balio bikoitza emango zaio besteekiko alderatuz.
- ✓ Mekanizagarritasuna: kontuan izan behar dugu pieza tornu batean mekanizatu izango dela. Ondorioz, materiala zenbat eta mekanizagarriagoa izan, hainbat eta hobeto.
- ✓ Prezioa: materialaren prezioak erlazio zuzena dauka prozesuaren amaierako kostuarekin. Horregatik, ahalik eta baxuena izan dadin saiaturiko gara.

MATERIALA	Erresistentzia mekanikoa (x2)	Mekanizagarritasuna	Prezioa	BATEZ BESTEKOA
AISI/SAE 1045	2	4	5	3,25
AISI/SAE 4140	5	4	4	4,5
AISI/SAE 4340	5	3	3	4

9.TAULA – MATERIALAREN EBALUAZIO TAULA

Ezarritako prozedura jarraituz, AISI/SAE 4140 altzairua izango da pieza fabrikatzeko erabiliko duguna.

1.7.2 Makina

Atal honetan aztertuko diren ezaugarriak ondokoak dira:

- ✓ Neurriak: gure hasierako totxoak neurri jakin batzuk ditu – Ø55x360 mm – eta ondorioz makinaren mugekin bateragarria izan behar da.
- ✓ Buruaren gaitasuna: piezari aplikatu diezazkioken biratze abiadura, potentzia eta pareta baloratuko dira. Ahal bezain gaitasun handia izatea da komenigarriena.
- ✓ Dorretxoa: posizio arruntan eta motorizatuen kopuruak puntuatuko dira.
- ✓ Erreminten gaitasuna: buruaren kasuan bezala, erreminten biratze abiadura, potentzia eta pareta izango dira kontuan. Zenbat eta handiagoak, hainbat eta hobeto.

MAKINA	Neurriak	Burua	Dorretxoa	Erremintak	BATEZ BESTEKOA
CMZ TA15M Z400	4	4	5	5	4,5
DMG MORI NEF 400	3	4	4	3	3,5
DMG MORI CTX ALPHA 500	4	5	5	3	4,25

10.TAULA – MAKINAREN EBALUAZIO TAULA

Ondorioz, ardatza mekanizatzeke makinarik egokiena CMZ TA15M Z400 dela ondorioztatzen da.

Bestalde, aipagarria da tornuen propietateak ez ezik, enpresa fabrikatzailearen garrantzia ere. Gure aukeren artean CMZ Machine Tool Manufacturer S.L. eta DMG MORI Company Limited dauzkagu. Enpresaren ikuspuntutik, interesgarriagoa izango litzateke CMZ-ko produktuak erostea, hau Zaldibarkoa baita. Bertakoa izateak banakako zerbitzu pertsonalizatuagoa eta enpresarekin elkarrekintzan hurbiltasuna ahalbidetzen ditu. Azken finean, arreta berezia izatean zerbitzu hobeto bat eskaintzen digu. Gainera, modu honetan produktu nazionala erosten dugu bertako euskal ekonomia eta herrigintza sustatuz.

2 LANERAKO ERABILITAKO METODOLOGIA

Atal honen helburua gure piezaren mekanizazio prozesu orria garatzeko jarraitutako metodologia azaltzea da. Lehenik eta behin, prozesu orri baten nondik norakoak azalduko dira. Jarraian, burutuko diren operazioak zehaztuko eta deskribatuko dira. Ondoren, mekanizazio prozesuko eragiketa mota bakoitzeko adibide adierazgarri baten xehetasunak azalduko dira, dagozkien kalkuluez lagunduz.

2.1 PROZESU ORRIAREN GARAPENA

Oro har, prozesu horri bat lan bat burutzeko jarraitu behar diren egiteko eta pausuak jasotzen dituen dokumentu bat da, informazioa gordetzeko eta antolatzeke modu trinko eta bakuna. Zehazkiago, pieza baten mekanizazio prozesu orriak, piezaren mekanizazio bidezko fabrikazioari buruzko informazio guztia biltzen du.

Lehenik eta behin, lanaren gaineko informazio generala ematen da, hau da, dokumentua egiten duen enpresaren izena edo autorea, orrialde kopurua, piezaren gaineko informazioa, planoak, materiala, hasierako totxoaren dimentsioak, etab.

Ondoren, fabrikazio prozesuaren informazioa erakusten da pausoz pauso, era ordenatuan. Egin beharrekoak ordenatzeko, zenbaki bat esleitzen zaio prozesu orriko atal bakoitzari, dagokion fase, azpifase eta eragiketa konkretuaren arabera. Faseak, makina berdin batean burututako eragiketen multzoak dira, nahiz eta pieza muntatu edo desmuntatu. Azpifaseak, pieza desmuntatu gabe egindako eragiketa multzoak dira, beraz, fase bakoitzak hainbat azpifase ditu, piezak jasaten dituen euste aldaketen arabera. Azkenik, mekanizazio eragiketa deitzen zaio, gainazal baten edo batzuen mekanizazioari, pieza desmuntatu gabe eta erreminta aldatu gabe.

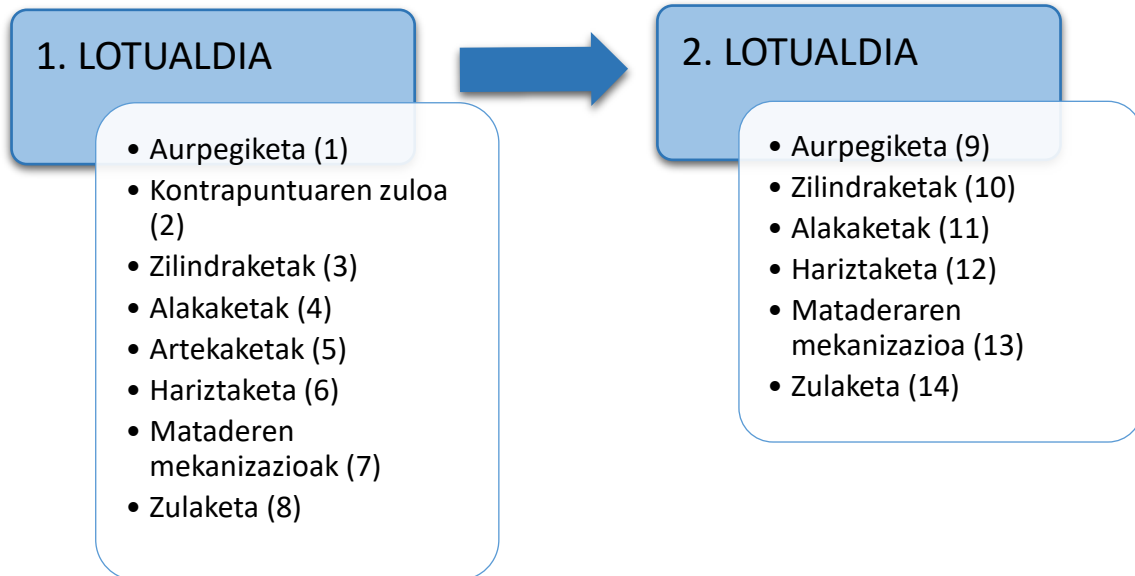
Aipatutako pauso bakoitzerako, dagokion informazioa erakutsi behar da, hala nola, eragiketaren deskribapen labur bat, lanerako erabilitako makinaren aukeraketa, piezaren euste moduak, eragiketa bakoitzerako erabili beharreko erremintak eta haien xehetasunak, etab. Honez gain, eragiketa guztietako iraganaldi bakoitzeko mekanizazio denbora eta ebaketa parametroak jaso behar ditu, hain zuzen ere, ebaketa abiadura V_c , biraketa abiadura N , aitzinapena f eta iraganaldi sakonera a_p .

Prozesu orria egin baino lehen, horretarako beharrezkoak diren datu eta parametro guztiak kalkulatu behar dira. Hain zuzen, atal honetan azalduko da horien lorpen prozesua.

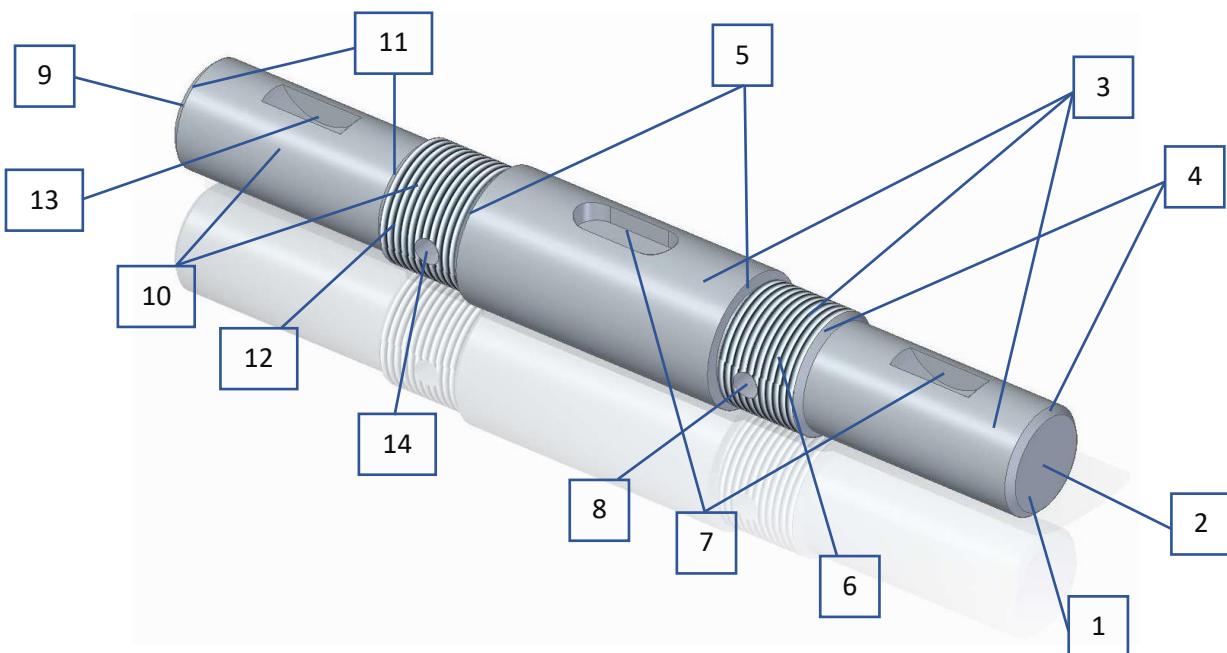
Prozesu orrien modeloa, aldatu egin daiteke formari eta edukiari dagokionez enpresa batetik bestera edota fabrikatuko den produktuaren arabera. Baina orokorrean, denek funtzio bera izaten jarraituko dute, pieza bat tailerrean fabrikatzeko jarraitu behar diren pausuen berri ematea, hasierako totxo gordinetik hasita amaitu arte.

2.2 ERAGIKETEN DESKRIBAPENA

Piezaren mekanizazio prozesua bi atal nagusitan banatuko da: lehenengo lotualdia eta bigarrenkoa. Ondorengo eskeman erakusten dira hauetako bakoitzean burutu beharreko operazioak.

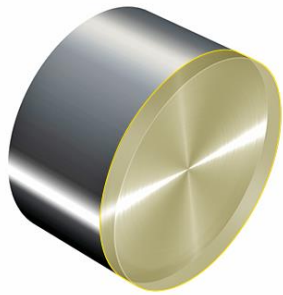


10.IRUDIA – MEKANIZAZIO OPERAZIOEN ESKEMA 1



11.IRUDIA – MEKANIZAZIO OPERAZIOEN ESKEMA 2

Jarraian, operazio bakoitza zertan datzan azalduko da:



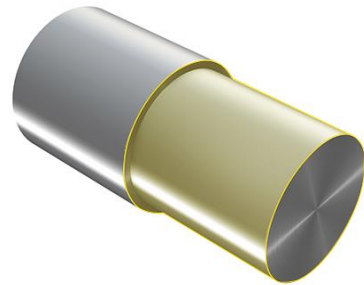
12.IRUDIA – AURPEGIKETA

Aurpegiketa

Biraketa-ardatzarekiko elkarzuta den aurretiko eragiketa bat da. Gure hasierako totxoaren luzera murrizteko eta torneatutako piezen arteko akoplamendu on bat gauzatzeko egiten da. Erremintaren sorbatza biraketa-zentrorantz gerturatzen den heinean, ebaketa-abiadura txikitzen doa. Hauxe da aurpegiketak daukan zailtasunik handiena. Horri irtenbidea emateko, tornu modernoek abiadura-erregulagailuak dituzte, piezaren biraketa-abiadura handiarazteko aukera eskaintzen dutenak.

Zilindraketa

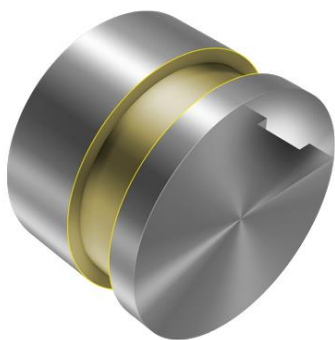
Eragiketa honen helburua pieza zilindrikoen barne- edo kanpo-mekanizazioa da, zeharkako orgaren bidez iraganaldi-sakonera doituaz, zilindroaren desiraturiko diametroa lortuz. Orga nagusiarekin berriz, zilindroaren mekanizaturiko luzera doitzen da. Prozesu honetan lortzen diren gainazal-akabera eta tolerantziak garrantzia handiko faktoreak izango dira.



13.IRUDIA – ZILINDRAKETA

Alakaketa

Alaka bat egitea oinarri duen tornuko eragiketa arrunta da. Gorputz baten ertz bati mozketak edo jangune bat egiten zaio ondorengo muntaketa-lanak errazteko. Hauek kanpo-ertzetan egin daitezke, esaterako ardatz baten muturretan, gure kasuan den bezala, edota barne-ertzetan, zuloen sarreretan bezala. Alaka arruntena 45°-takoa da.



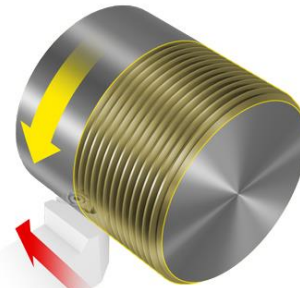
14.IRUDIA – ARTEKAKETA

Artekaketa

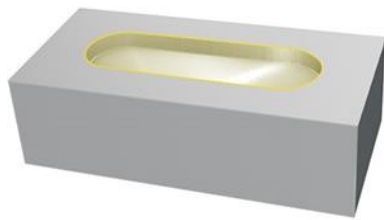
Torneatzeko piezan, zabalera eta sakonera aldakorak dituzten arteka zilindrikoen mekanizazioa da. Artekak erabilgarritasun ugari ditu, esate baterako, juntura torikoen ahokalekuentzako, presio-zirrindolentzako edo hari-irteerentzako, gure kasuan bezala. Erremintak artekaren zabalera finko bat izango du, eta zeharkako orgarekin beharrezko sakonera emango zaio.

Hariztaketa

Zilindro baten gainean haria mekanizatzen duen operazioa da. Horretarako bi sistema daude, alde batetik Norton kutxaren bidez egiten dena, tornu paralelo tradizionalak erabiltzen dutena, eta bestetik, CNC tornuetan ematen dena, non hariaren datu guztiak makinan programaturik dauden. Kanpokoak –torlojuak– edo barnekoak –azkoinak– izan daitezke.



15.IRUDIA – HARIZTAKETA



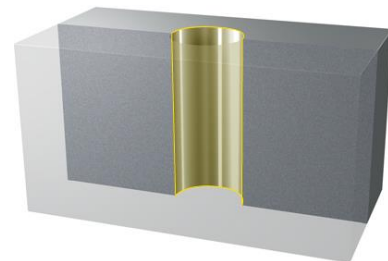
16.IRUDIA – MATADERA

Mataderen mekanizazioa

Erreminta birakor baten bidez piezan barrunbe bat fresatzean datza. Bertan ondoren mihi bat kokatuko da, zeina gure kasuan, ardatzaren eta akoplaturiko koroaren artean mugimendua transmititzeaz arduratuko den. Forma ezberdinetakoak izan daitezke mataderak, 16.irudikoak bezalakoak edo disko formakoak beste zenbaiten artean.

Zulaketa

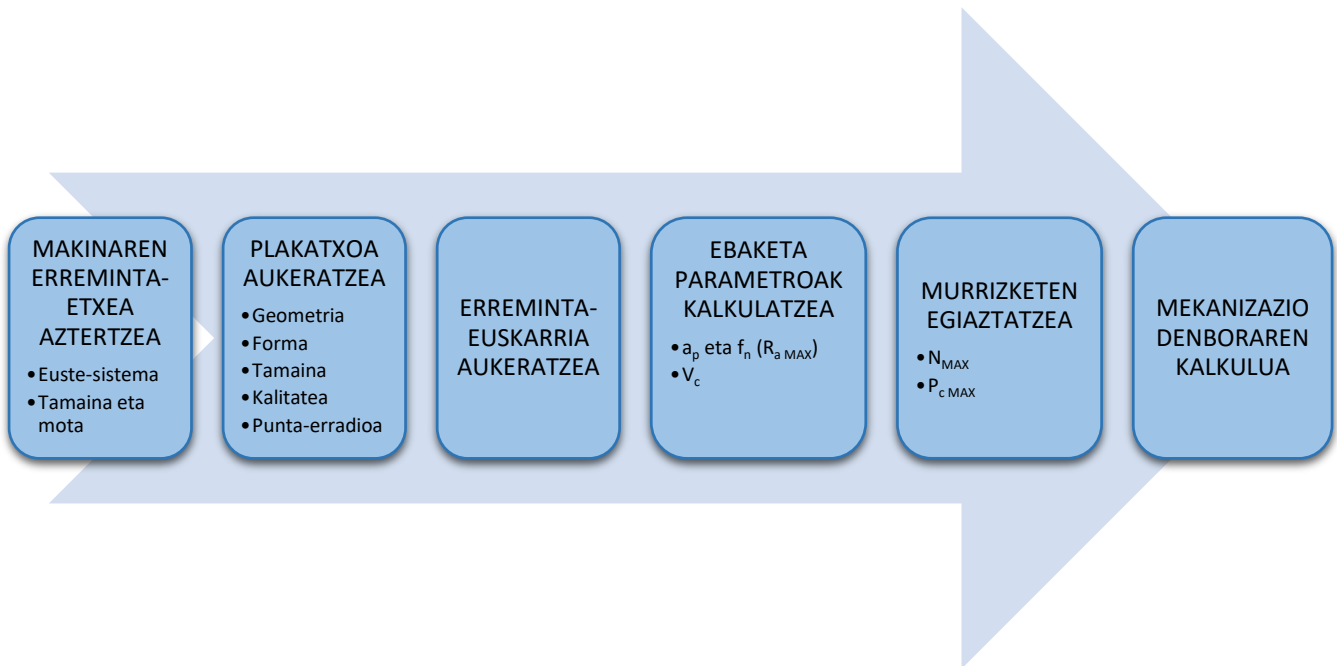
Zulo bat egitean datzan operazioa da. Zuloa biraketa ardatzean baldin badago, hau tornuaren bitartez egin daiteke barautsa kontrapuntuan kokatuz. Bestela, dorretxoan dauden erreminta birakorretako baten bitartez egin beharko da.



17.IRUDIA – ZULAKETA

2.3 PROZESUAREN DESKRIBAPENA

Atal honetan, mekanizazio operazio bakoitzerako beharrezkoak diren parametro guztien lorpen prozesua azalduko da. Jarraitutako pausu guztiak eskematikoki adierazi dira jarraitzen duen 18.irudian.



18.IRUDIA – PROZESUAREN DESKRIBAPENA

2.3.1 Erremintaren aukeraketa

Proiektu hau gauzatzeko, merkatuan aukeran dauden erreminta fabrikatzaileen artean Sandvik Coromant hautatu da. Enpresa hau maila internazionalen lidergoaren lehian ari da, beti ebaketa-erremintei dagokienez punta-puntako produktu moderno eta aurreratuenak eskainiz.

❖ Erreminta-etxea

Erreminta-etxea aukeratzeko orduan, generalean aukerak makinaren ezaugarriengatik mugatuta egoten dira. Hau da, erabili nahi den erreminta mota bakoitzerako, fabrikatzaileak aukera ezberdinak eskainiko dizkigu. Behin erreminta-etxea finkatua edukirik, hartutako erabakiak ondorengo erreminta-euskarriaren aukeraketan zuzenean eragingo du, honek ezarriko baitigu zein akoplamendu mota eta tamaina izan behar dugun.

Segidan 19.irudian erakusten da, CMZ-ak bere katalogoan gure makinarentzako eskaintzen duen erreminta-etxeen sorta.

PORTAHERRAMIENTAS

Portaherramientas interiores Ø40



Portaherramientas interiores Ø32



Portaherramientas interiores Ø60



Portaherramientas interiores Ø80



Portaherramientas exteriores □25



Portaherramientas exteriores □32

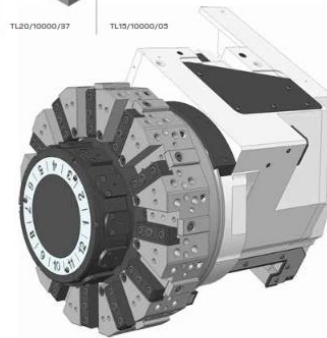
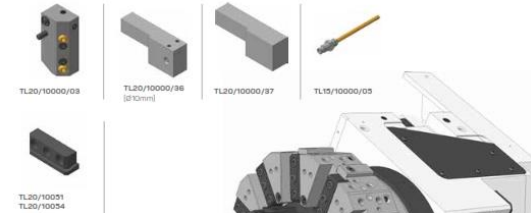


SERIE TA

Portaherramientas Motorizadas



Varios



23

19.IRUDIA – MAKINAREN ERREMITA-ETXEEN ESKAINTZA

❖ Plakatxoa

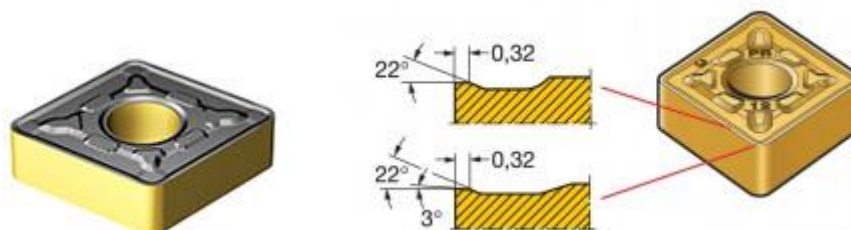
Plakatxoa aukeratzeko orduan, txirbilaren gaineko kontrol eta mekanizazioan errendimendu onak izan nahi badira oso garrantzitsuak dira eta kontuan izan behar dira ondorengo alderdiak:

- Geometria

Plakatxoaren geometria egin beharreko mekanizazio eragiketaren arabera aukeratu da. Esaten baterako, torneaketa eragiketa batean hiru aukera nagusi ditugu:

- Arbastaketa (R)

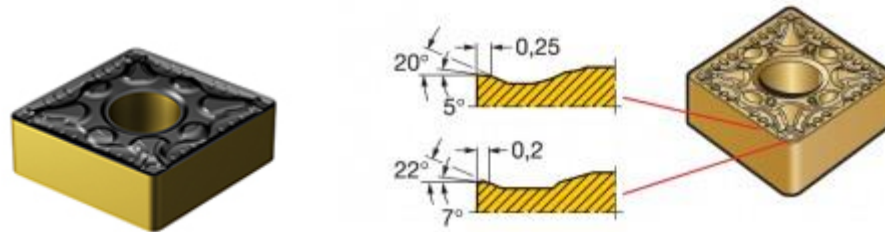
Iraganaldi sakonera eta aitzinapen abiadura handien arteko konbinazioa. Eragiketa hauek, sorbatzetan segurtasun handiena eskatzen dute.



20.IRUDIA – ARBASTAKETARAKO PLAKATXOA

b) Bitartekoa (M)

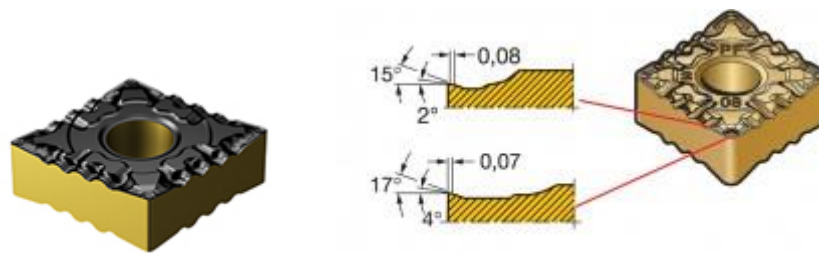
Tarteko eragiketak eta arbastaketa arina. Iraganaldi sakonera eta aitzinapen abiadura konbinazio ugari daude.



21.IRUDIA – BITARTEKO ERAGIKETENTZAKO PLAKATXOA

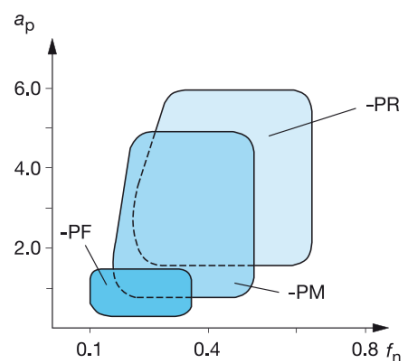
c) Akabera (F)

Iraganaldi sakonera arinak eta aitzinapen abiadura murriztuak. Ebaketa indar txikiak eskatzen dituzten eragiketak dira.



22.IRUDIA – AKABERA ERAGIKETENTZAKO PLAKATXOA

Ondorengo diagraman, geometria bakoitzerako langunea erakusten da aitzinapenaren eta iraganaldi sakoneraren funtziopean, txirbilaren hauste onargarri batentzat. Irudi hau altzairuzko piezen kasurako da, material talde bakoitzarentzat aukera gehiago daude.



23.IRUDIA – GEOMETRIAREN ARABERAKO PLAKATXOAREN LANGUNEA (ALTZAIRUA)

- Kalitatea

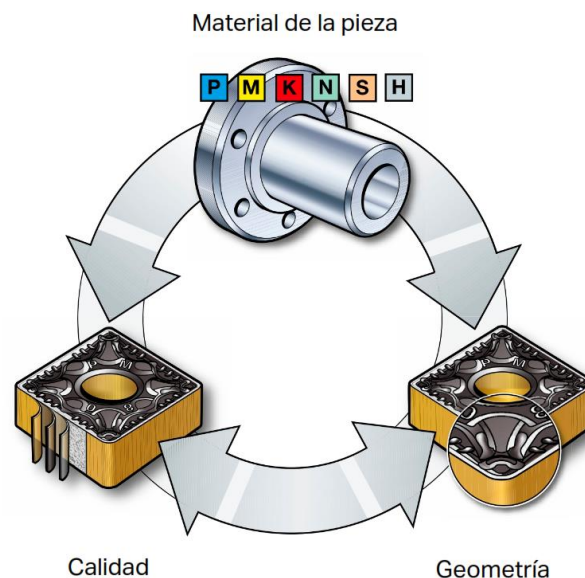
Plakatxoaren kalitatea hiru faktore nagusiren menpean aukeratzeko da:

- Eragiketa mota: arbastaketa, bitartekoa edo akabera.
- Mekanizazio baldintzak: onak, txarrak edo tartekoak.
- Piezaren materiala: beharbada alde garrantzitsuena da. Plakatxoak normalean metal gogorrezkoak izaten dira, baina mota askotakoak daude konposizioaren, hasierako hautuen ale tamainaren eta abarren arabera. Hauek, ISO 513:2004 arauaren arabera sailkatzen dira. Arauak metal gogor ezberdinak sei taldetan sailkatzen ditu, erremintak mekanizatu dezakeen materialaren arabera. 11.taulan ikus daitekeenez, multzo bakoitza letra eta kolore batez adierazten da.

MATERIALA	LETRA	KOLOREA
Altzairua	P	Blue
Altzairu herdoilgaitza	M	Yellow
Burdinurtua	K	Red
Aluminioa	N	Green
Titanio eta nikel aleazioak	S	Orange
Tenplatutako materialak	H	Grey

11.TAULA – PLAKATXOEN SAILKAPENA ISO 513:2004 ARAUAREN ARABERA

Plakatxoaren geometria eta kalitatea elkar osatzen dira (24.irudia), esaterako, kalitate baten zailtasunak geometria baten erresistentzia falta konpentsatu dezake.



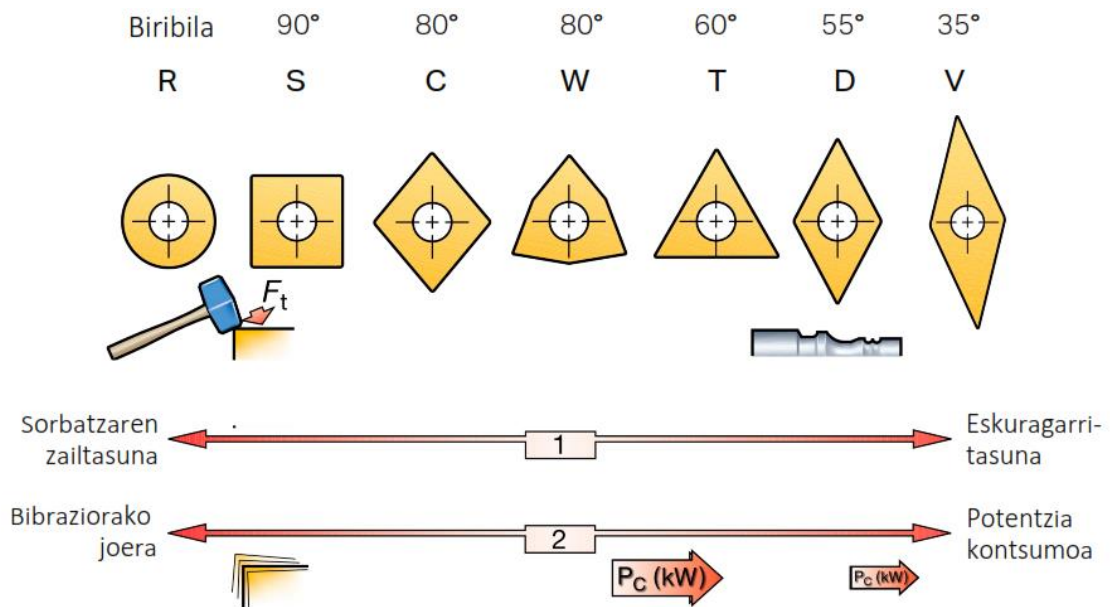
24.IRUDIA – PLAKATXO KALITATEAREN, GEOMETRIAREN ETA PIEZAREN MATERIALAREN ARTEKO ERLAZIOA

- Forma – Punta angelua

Plakatxoaren forma, erremintak behar duen eskuragarritasunaren arabera erabaki behar da. Erresistentzia, fidagarritasun eta errentagarritasun handiak lortzeko, ahalik eta punta angelu handiena aukeratu behar da.

Punta angelu handia erresistentea da, baina potentzia gehiago eskatzen du eta bibrazioak sorrarazteko joera handiagoa dauka.

Punta angelua txikia berriz ahulagoa da, baina irisgarritasun hobea, bibrazioak sortzearekiko joera txikiagoa eta ebaketa indar txikiagoak ditu.



25. IRUDIA – PLAKATXOEN FORMA EZBERDINAK

- Tamaina

Plakatxoaren tamaina aplikazioaren eskakizunen, iraganaldi sakoneraren eta erabili daitekeen espazioaren funtzioan erabakitzen da. Plakatxoaren tamaina handiagoak egonkortasuna ematen du.



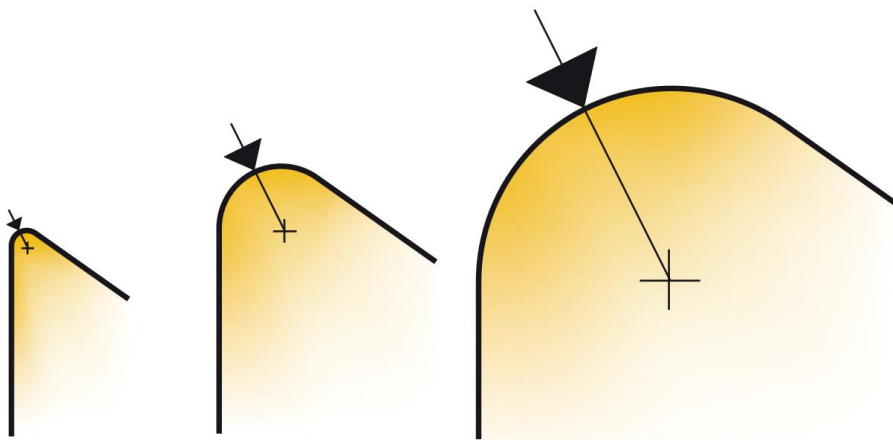
26. IRUDIA – SORBATZAREN LUZERA, PLAKATXOAREN TAMAINA

- Punta erradioa

Punta erradioa faktore klabea da mekanizazio operazioetan. Plakatxoak hainbat tamainatako punta erradioekin daude eskuragarri. Hori, aitzinapenaren eta iraganaldi sakoneraren araberakoa da eta eragin zuzena dauka piezaren azal akaberan, txirbilaren haustean eta plakatxoaren erresistentzian. Hain zuzen ere, ondorengo ekuazioaren bitartez erlazionatzen dira aipaturiko parametroak:

$$R_a = \frac{f^2}{32 \cdot r_\varepsilon}$$

- f = Aitzinapena [mm]
- R_a = Batezbesteko zimurtasuna [mm]
- r_ε = Punta erradioa [mm]

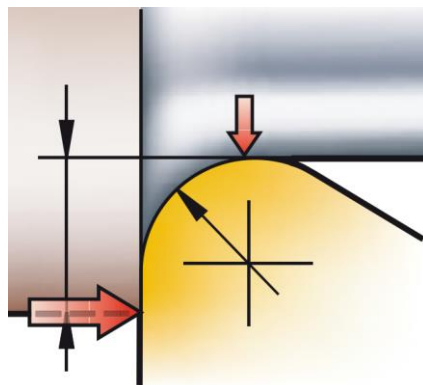


27.IRUDIA – PLAKATXOAREN PUNTA ERRADIO EZBERDINAK

Punta erradio txikia ezin hobea da sakonera gutxiko ebaketentzat. Bestalde bibrazioen sorrera murrizten eta txirbila hobeto hausten ditu, baina sorbatza ahulagoa da.

Punta erradio handiko plakatxoak aldiz, aproposagoak dira aitzinapen abiadura eta iraganaldi sakonera handiagotarako, sorbatzari segurtasun handia ematen baitiote.

Eskuarki, iraganaldi sakoneraren berdina edo txikiagoa den punta erradio bat aukeratu behar da.

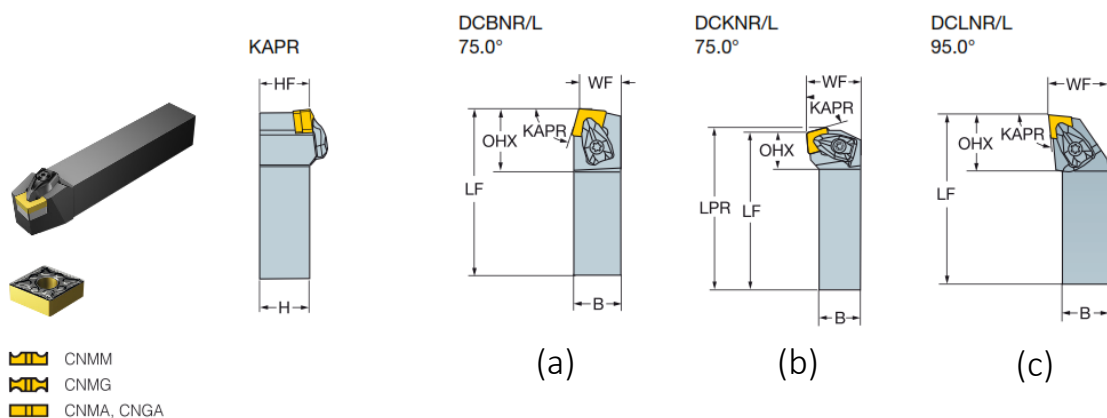


28.IRUDIA – PUNTA ERRADIOA ETA IRAGANLDI SAKONERA

❖ Erreminta-euskarria

Gure makinak daukan erreminta-etxea dela eta, badakigu torneaketa operazioetarako $\square 25 \times 25$ mm-ko kirtena duen erreminta-euskarria erabili behar dugula, eta erreminta birakorrentzat, diametro ezberdinetako zilindrikoak.

Ahala eta guztiz ere, mota hauetako erreminta-euskarrien artean ere aukera zabala dago. Esate baterako, jarraian erakusten dira 29.irudian, T-Max[®]P torneaketa metodorako katalogoan eskuragarri dauden modelo batzuk.



29.IRUDIA - T-MAX[®]P METODORAKO ERREMINTA-EUSKARRI BATZUEN ADIBIDEA

Hauen artean aukeratzeko, batez ere hiru faktore izan behar dira kontuan:

- Zein plakatxoren mota eta tamainatarako balio duen. 29.irudiko adibidean CNMM, CNMG, CNMA eta CNGA plakatxotarako erabilgarriak dira kirten horiek.
- Zein forma duen eta ondorioz ze eragiketa egitea ahalbidetzen duen. Esate baterako, 29.irudiko (a) modeloak kanpo-zilindraketak egiteko balio du, (b) modeloak aurpegiketak egiteko eta (c) modeloak bai batarentzat zein bestearentzat.
- Sorbatz nagusiaren posizio angelua KAPR (κ_r). Eragiketa ondo egin ahal izateko, beharrezkoa da KAPR angelu egokia aukeratzeko, haren arabera baitira txirbilaren eraketa, ebaketa indarren norabidea eta sorbatzaren luzera ebaketan.

2.3.2 Ebaketa parametroen kalkulua

Atal honetako parametroak nola kalkulatu diren azaltzeko, aurrerago zehaztuko den piezaren lehen aurpegiketa eragiketari erabiliko den SNMG 15 06 16-PR 4325 plakatxoa hartuko da adibidetzat. Bestalde, gure materialaren – AISI/SAE 4140 – eta makinaren – CMZ TA15M Z400 – datuak eta propietateak ere erabiliko dira.

❖ Ebaketa parametroak

- Iraganaldi sakonera a_p eta aitzinapena f_n

Bi parametro hauek kalkulatzeko orduan, erreminta fabrikatzailearen gomendioak hartuko ditugu aintzat. Operazio bakoitzerako, aukeratutako plakatxoaren eta torneaketa metodoaren kasuan, katalogoan dagokien tauletan bilatu beharko ditugu aipaturiko datuak. Darabilkigun kasurako, 12. taulan ageri dira fabrikatzaileak eskaintzen dizkigun parametroak.

PLAKATXOA	Iraganaldi sakonera a_p [mm]			Aitzinapena f_n [mm/bira]		
	Gomend.	Min.	Max.	Gomend.	Min.	Max.
SNMG 15 06 16-PR 4325	5	1,5	8	0,52	0,31	0,83

12.TAULA – SNMG 15 06 16-PR 4325 PLAKATXOARENTZAKO GOMENDIOAK

Hauek kontuan izanik, gure operazioa ahalik eta iraganaldi kopuru txikienean egitea baimentzen duen iraganaldi sakonera aukeratuko dugu. Aitzinapenari dagokionez, lehen aipatu dugun bezala, kontuan hartu behar da zenbat eta handiagoa izan orduan eta txarragoa izango dela azal akabera. Beraz, gure eskakizunek baimentzen diguten aitzinapen handiena aukeratuko dugu. R_a batezbesteko zimurtasunaren balio maximo batentzat, horrela kalkulatu da dagokion aitzinapen maximoa:

$$f_{MAX} = \sqrt{32 \cdot R_{a,MAX} \cdot r_\epsilon}$$

{

- f_{MAX} = Aitzinapen maximoa [mm]
- $R_{a,MAX}$ = Batezbesteko zimurtasun maximoa [mm]
- r_ϵ = Punta erradioa [mm]

Behin balioa kalkulatu, baldin $f \leq f_{MAX}$ bada, ez dago inongo arazorik eta aurrera jarraituko dugu.

Aldiz, baldin $f > f_{MAX}$ bada, aitzinapena murriztu beharko da f_{MAX} -ekin berdinez, edo punta erradio txikiago bat duen plakatxo batera aldatu.

Horiek horrela, mekanizazio denbora minimizatzen da, produktibitatea handituz eta produktuaren prezioa merkeagotuz.

- Ebaketa abiadura, V_c

Ebaketa abiaduraren kalkuluan ere fabrikatzailearen gomendioak jarraituko dira. Operazio bakoitzean, daukagun materialarentzako, plakatxoaren kalitaterako eta aukeratu dugun txirbil lodierarentzako 30.irudiko moduko tauletan bilatu beharko dugu zein den hartu beharreko ebaketa abiadura.

ISO P	N.º CMC	Acero	Fuerza de corte específica k_{c1}	Dureza Brinell	<<<< RESISTENCIA AL DESGASTE			
					CT5015	GC1525	GC4305	GC4315
Núm. MC		Material	N/mm²	HB	f_{max} , mm \approx avance f_n , mm/r			
					Velocidad de corte (V_c), m/min			
P1.1.Z.AN	01.1	Acero no aleado	1500	125	650-540-440	560-465-380	620-450-330	570-405-300
P1.2.Z.AN	01.2	C = 0.1-0.25%	1600	150	380-245-180	495-415-335	560-405-295	510-365-265
P1.3.Z.AN	01.3	C = 0.25-0.55%	1700	170	510-425-340	430-365-295	530-385-275	460-330-240
		C = 0.55-0.80%						
		Acero de baja aleación (elementos de aleación $\leq 5\%$)						
P2.1.Z.AN	02.1	No templado	1700	180	480-400-320	375-320-255	610-410-285	560-370-260
P2.1.Z.AN	02.12	Acero para rodamientos de bola	1800	210	-	-	530-350-250	460-305-215
P2.5.Z.HT	02.2	Endurecido y templado	1850	275	285-235-190	200-165-135	330-230-175	300-210-155
P2.5.Z.HT	02.2	Endurecido y templado	2050	350	230-190-150	160-135-110	265-185-140	240-170-125
		Acero de alta aleación (elementos de aleación $> 5\%$)						
P3.0.Z.AN	03.11	Recocido	1950	200	395-330-250	260-215-175	445-295-215	405-270-200
P3.0.Z.HT	03.21	Acero de herram. templado	3000	325	195-165-130	140-115-90	220-140-105	200-130-95
		Acero fundido						
P1.5.C.UT	06.1	No aleado	1550	180	260-215-175	225-185-145	335-235-185	300-215-170
P2.6.C.UT	06.2	De baja aleación (elementos de aleación $\leq 5\%$)	1600	200	270-225-170	175-145-105	290-205-155	260-185-140
P3.0.C.UT	06.3	Alta aleación (elementos de aleación $> 5\%$)	2050	225	200-165-125	140-115-85	225-150-115	205-135-105

30.IRUDIA – ALTZAIURAK TORNEATZEKO GOMENDATUTAKO EBAKETA ABIADURAK

Gure kasurako, 13.taulan erakusten dira aurkituriko datuak.

MATERIALA	Ebaketa energia espezifiko $[N/mm^2]$	Brinell gogortasuna [HB]	GC 4325 Kalitatea
			Txirbil lodiera, a_c [mm]
			0,1 – 0,4 – 0,8
			Ebaketa abiadura V_c [m/min]
AISI 4140	1850	275	255 – 180 – 140

13.TAULA – AISI 4140-RENTZAKO GOMENDATUTAKO EBAKETA ABIADURA

Ondoren, arestian aukeratu dugun aitzinapenetik abiatuz ondorioztatu den txirbil lodiera aintzat hartuz, dagokion ebaketa abiadura kalkulatu da. Taulako balio zehatzekin bat egingo ez balute, interpolazio lineala aplikatu beharko genuke.

Kontuan izan behar da, taula hauetako datuak 15 minututako plakatxoaren bizitza erabilgarri baterako eta ematen den Brinell gogortasunerako kalkulatuak daudela. Halaber, gerta dakiguke gure eskakizunak bi datu horiekiko desberdinak izatea. Horrela gertatuko balitz, aurretik lortutako ebaketa abiadura zuzendu egin beharko genuke, jarraian 14. eta 15.tauletan aurki daitezkeen zuzenketa faktoreekin biderkatuz.

Erremintaren bizi erabilgarria (min)	10	15	20	25	30	45	60
Zuzenketa faktorea	1.11	1.0	0.93	0.88	0.84	0.75	0.70

14.TAULA – EBAKETA ABIADURAREN ZUZENKETA, BIZITZA ERABILGARRIA

ISO/ ANSI	MC	HB	Gogortasuna murriztu				Gogortasuna handitu				
			-60	-40	-20	0	+20	+40	+60	+80	+100
P	P2	HB 180	1.44	1.25	1.11	1.0	0.91	0.84	0.77	0.72	0.67
M	M1	HB 180	1.42	1.24	1.11	1.0	0.91	0.84	0.78	0.73	0.68
K	K2	HB 220	1.21	1.13	1.06	1.0	0.95	0.90	0.86	0.82	0.79
	K3	HB 250	1.33	1.21	1.09	1.0	0.91	0.84	0.75	0.70	0.65
N	N1	HB 75			1.05	1.0	0.95				
S	S2	HB 350			1.12	1.0	0.89				
H	H1	HRC(3) 60			1.07	1.0	0.97				

15.TAULA – EBAKETA ABIADURAREN ZUZENKETA, GOGORTASUNA

❖ Murrizketak

1.6.2 Makina atalean, 7.taulan, dagoeneko azalduak izan dira zeintzuk diren gure makinaren ezaugarriak eta mugak, biraketa abiadurari eta potentziari dagokienez. Horrenbestez, parametro horiek kalkulatu dira eta ezarritako mugak gainditzen ez direla egiaztatuko da.

- Biraketa abiadura, N

Biraketa abiadura kalkulatzeko formula ondorengoa da:

$$N = \frac{1000 \cdot V_C}{\pi \cdot D}$$

- N = Biraketa abiadura [rpm]
- V_C = Ebaketa abiadura [m/min]
- D = Piezaren diametroa [mm]

Behin biraketa abiadura kalkulatu, gure makinak jasan dezakeen ikusi behar da.

Baldin $N \leq N_{MAX}$ bada, ez dago inongo arazorik eta aurrera jarraituko dugu.

Aldiz, baldin $N > N_{MAX}$ bada, V_C ebaketa abiadura murriztu beharko dugu $N = N_{MAX}$ izan arte.

- Ebaketa potentzia, P_c

Azalpen honetan torneaketarako potentziaren formula erabiliko da, baina prozedura bera aplikatu beharko da fresaketa eta zulaketaren kasuetarako, dagozkien formula homonimoak erabiliz.

Ebaketa potentzia kalkulatzeko formula ondorengoa da:

$$P_c = \frac{F_c \cdot V_c}{60} = \frac{p_s \cdot f \cdot a_p \cdot V_c}{60}$$

- P_c = Ebaketa potentzia [W]
- F_c = Ebaketa indarra [N]
- V_c = Ebaketa abiadura [m/min]
- p_s = Ebaketa energia espezifikoa [N/mm²]
- f = Aitzinapena [mm edo mm/bira]
- a_p = Iraganaldi sakonera [mm]

Behin balioa kalkulatuta, gure makinak potentzia horrez horni gaitzakeen baiezatu behar da.

Baldin $P_c \leq P_{\text{erabilgarria}}$ bada, ez dago inongo arazorik eta aurrera jarraituko dugu.

Aldiz, baldin $P_c > P_{\text{erabilgarria}}$ bada, f aitzinapena, a_p iraganaldi sakonera edota V_c ebaketa abiadura murriztu beharko ditugu $P_c = P_{\text{erabilgarria}}$ izan arte.

2.3.3 Mekanizazio denboraren kalkulua

Mekanizazio denboraren kalkulua ez da zehatz mehatz era berean egiten eragiketa mota guztientzat. Hala eta guztiz ere, denetarako balio diezagukeen oinarritzko formula bat lor dezakegu:

$$t_{mek} = \frac{\Delta_{hur} + L_m + \Delta_{irt}}{V_f}$$

- t_{mek} = Mekanizazio denbora [min]
- Δ_{hur} = Hurbiltze distantzia [mm]
- L_m = Mekanizatze luzera [mm]
- Δ_{irt} = Irtete distantzia [mm]
- V_f = Aitzinapen abiadura [mm/min]

Esan bezala, formula hau generikoa da eta operazio bakoitzerako moldatu beharko genuke. Esate baterako, zilindraketa prozesu batean Δ_{irt} nulua izan daiteke, zulaketetan barautsaren sartzea eta irtetea izan behar dira kontuan, denbora bikoitza izanik, eskuairaketa batean Δ_{hur} eta Δ_{irt} kontuan izateaz gain, erremintaren lehen kontaktu puntutik zetrora arteko distantzia ere hartu behar da aintzat, mekanizatze luzera totala fresaren zentroa erreferentziazat hartuz kalkulatu baita, etab.

Beste alde batetik, kontuan eduki behar da formula honek iraganaldi bakarreko mekanizazio denbora kalkulatu duela. Beraz, eragiketaren denbora totala kalkulatzeko, iraganaldi guztientzako lortutako balioen batura egin beharko litzateke.

2.4 MEKANIZAZIO ERAGIKETAK. KALKULUAK

Atal honetan, piezari egingo zaizkion mekanizazio eragiketa adierazgarrienen adibide bana aztertuko da. Hori, eragiketa bakoitzerako dagozkion parametro eta xehetasun guztiak azalduz egingo da. Horretarako, erreminten fabrikatzaileak bere web orrian gure eskura jartzen duen CoroPlus® ToolGuide online katalogoa erabiliko da. Horrez gain, enpresa berdineko katalogo fisikoetan oinarrituz, eragiketa horiei guztiei dagozkien eskuzko kalkuluak egingo dira, parametroen lorpen prozedura argi uzteko. Horrela, alde batetik fabrikatzailearen aplikazioaren bidez, eta bestetik, guk gure kasa lortutako datuak konparatu ahal izango ditugu.

Pieza osoaren mekanizazioan jarraitutako eragiketa guztien datuak banan-banan zehaztuta daude II.eranskinean.

2.4.1 CoroPlus® ToolGuide online katalogoa

Tresna hau, esan bezala, fabrikatzaileak eskaintzen digun aplikazio bat da, zeina azken finean bi elementuren bidez osatuta dagoen. Alde batetik, online dagoen katalogo bat da, fabrikatzaileak eskaintzen dituen erreminta guztiak barnean dituen. Bestetik, eragiketa mota bakoitzerako ebaketa parametroen kalkulagailu bat da.

Atal honetan, tresna honen erabilerari buruzko azalpen nagusi bat emango da.

Lehenbiziko begirada batean, 31.irudian ikus daitekeenez, aplikazioak lau atal nagusi ditu konfigurazioari dagokionez: egitekoa, materiala, makina eta piezaren parametroak.



31.IRUDIA – APLIKAZIOAREN HASIERAKO PANTAILA

Hasteko, egin behar dugun eragiketa zehaztu behar da. Horretarako, eskaintzen diren aukeren artean bat aukeratu beharko da. Adibidez, zilindraketa bat egin nahi bada, hau

izango da jarraitu beharreko aukeraketa segida: Pieza birakor simetrikoa >> Kanpoaldea >> Gainazal zilindrikoa.

Behin eragiketa finkatuta, piezaren materiala zehaztu beharko da. Horretarako, 11.taulako materialetako bat hautatuko da (altzairua, aluminioa, burdinurtua...) eta dagokion Brinell gogortasuna finkatuko da. Gainera, materialen bilatzaile bat ere aurki genezake non esate baterako, gure kasuan AISI 4140 idatz dezakegun.

Jarraian, mekanizazio prozesua burutzeko erabiliko den makina eta honek onartzen dituen erreminta-etxeak aukeratu beharko dira. Aplikazioak, makina lehenetsi batzuk proposatzen ditu, baina makina konkretu baten espezifikazioak erabili nahi badira, honen datuak aurretiaz sartzeko aukera ere badago.

Azkenik, aukeratutako eragiketaren datuak zehaztu beharko dira 32.irudian egiten den bezala. Hala nola, zilindraketa baten kasurako, hasierako eta amaierako diametroak, mekanizatze luzera eta gainazalaren batezbesteko zimurdura.

The screenshot shows the CoroPlus ToolGuide software interface. On the left, a tool selection panel displays 'Superficie cilíndrica' with material '4140 P2.5.Z.HT • 275 HB' and tool 'CMZ TA15M Z400'. Below this, dimensions for DMS (44 mm), DME (40 mm), LM (50 mm), and RRA (No definido) are listed. A 'P' icon is also visible. The main configuration area on the right includes a table of conditions and a detailed parameter input section. The table shows 'Pre-mecanizado' for surface condition, 'Corte continuo' for cutting conditions, and 'Buena estabilidad' for stability. The parameter section includes fields for 'Inicio de diámetro mecanizado DMS' (44 mm), 'Extremo de diámetro mecanizado DME' (40 mm), 'Longitud mecanizada LM' (50 mm), and 'Valor de rugosidad Ra longitudinal RRA' (µm). A 3D model of a cylindrical part with a yellow band labeled 'DMS' is shown on the right.


Condiciones de trabajo	Código de condición de superficie de la pieza	Código de condiciones de corte	Estabilidad de fijación
	Pre-mecanizado	Corte continuo	Buena estabilidad

32.IRUDIA – ERAGIKETAREN EZAUGARRIAK ZEHAZTEKO PANTAILA

Behin datu horiek sartuta, aplikazioak katalogo osoan zehar gure eskakizunekin bat doazen erreminten artetik egokiena aukeratu du, eta honekin, zehazturiko eragiketa burutzeko ebaketa parametro gomendagarrienak kalkulatu ditu. Horrela, aukeratu dituen plakatxoa, erreminta-euskarria, eta ebaketa parametroen laburpen txiki bat erakusten dizkigu, 33.irudia.

CoroPlus® ToolGuide Configuración de la aplicación Información general Panel de soluciones Alternativas

SUPERFICIE CILÍNDRICA




CMZ TA15M Z400
14 kW, 4500 1/min
11.3 kW, 12000 1/min

Inicio de diámetro mecanizado DMS: 44 mm
Extremo de diámetro mecanizado DME: 40 mm
Longitud mecanizada LM: 50 mm
Valor de rugosidad Ra longitudinal RRA:

Incluir resultados de PrimeTurnig™
DESACTIVAR

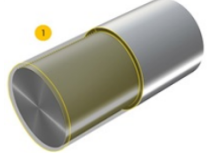
TORNEADO EXTERIOR SÓLO LONGITUDINAL / INTERCAMBIABLE



T-Max P
DSDNN 4040S 25 Herramienta
SNMG 25 07 24-PR 4325 Plaquita
Rectangular shank -metric: 40 x 40
Recuento de vida útil de la herramienta TLIFEC: 313 Características
Tiempo de mecanizado TMF: 00.02.292 min:s

Mostrar alternativas

DATOS DE CORTE



PASOS 1
PRE-MECANIZADO
Velocidad de corte VC: 125 m/min
Avance por vuelta FN: 1.41 mm
Número de pasadas en dirección AP NOPAP: 1
Profundidad de corte AP: 2 mm

Mostrar detalle
Conocimientos

33.IRUDIA – EMAITZA GENERALAK

Hortaz gain, xehetasun gehiagoko informazioa behar bada, ebaketa datuak (34.irudia) eta datu ekonomikoak (35.irudia) ataletan aurki dezakegu. Lehenengoan, eragiketa burutzeko beharrezkoak diren parametro guztien berri ematen da: V_c , f_n , iraganaldi kopurua, a_p , N_{MAX} , $P_{C MAX}$ etab. Bigarrengoan, mekanizazio denboraren, erremintaren biziaren eta eragiketaren kostuen gaineko informazioa ematen da.

CoroPlus® ToolGuide Configuración de la aplicación Información general Panel de soluciones Alternativas

TORNEADO EXTERIOR SÓLO LONGITUDINAL / INTERCAMBIABLE



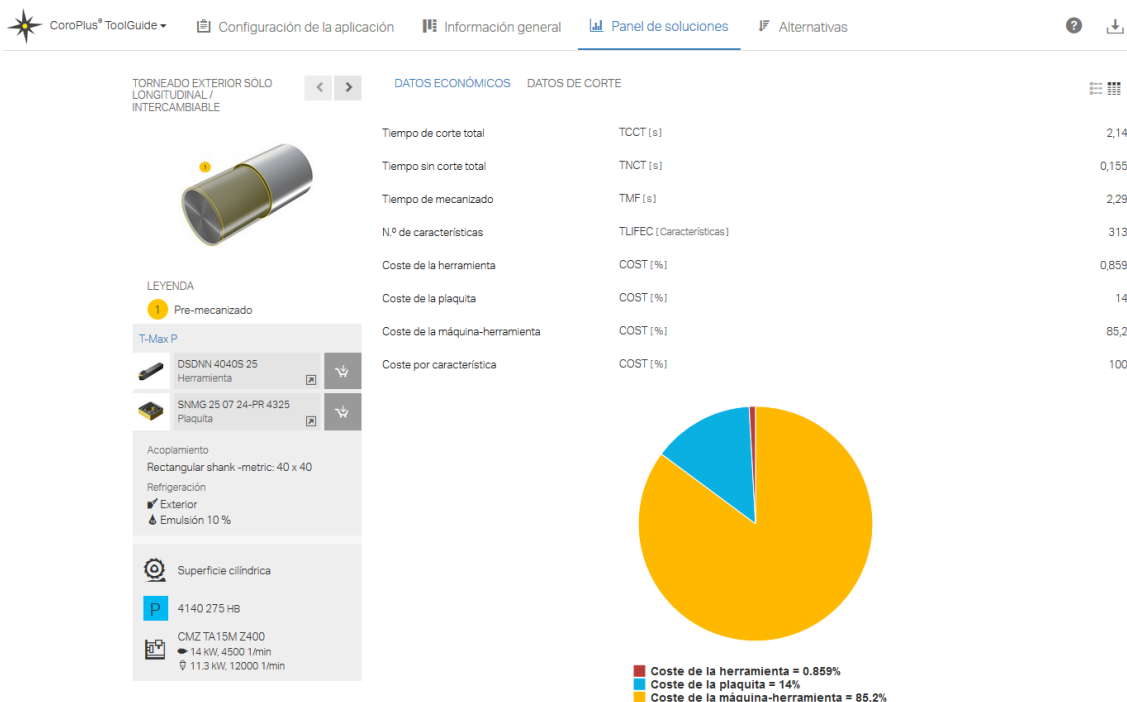
LEYENDA
1 Pre-mecanizado

T-Max P
DSDNN 4040S 25 Herramienta
SNMG 25 07 24-PR 4325 Plaquita
Acoplamiento

DATOS ECONÓMICOS DATOS DE CORTE

Parámetros		1
Velocidad de corte	VC [m/min]	125
Avance por vuelta	FN [mm]	1.41
Número de pasadas en dirección AP	NOPAP	1
Inicio de diámetro mecanizado	DMS [mm]	44
Extremo de diámetro mecanizado	DME [mm]	40
Profundidad de corte	AP [mm]	2
Velocidad de giro máxima	RPMX [1/min]	992
Potencia de corte máxima	PPCX [kW]	9.64
Par de corte máximo	MMCX [Nm]	92.8

34.IRUDIA – EBAKETA PARAMETROAK



35. IRUDIA – DATU EKONOMIKOAK

Erabilitako tresnaren funtzionamendua azaldu ondoren, esan bezala, burutu beharreko eragiketa adierazgarrienen adibideekin hasiko gara. Lehenik eta behin, gogora ekarriko ditugu gure CMZ TA15M Z400 makinaren funtzionamendu mugak, 16.taulan.

FUNTZIONAMENDU MUGAK		BURUA	DORRETXOA
Abiadura maximoa	[rpm]	4.500	12.000
Potentzia maximoa	[kW]	14	11,3
Pare maximoa	[Nm]	292	75

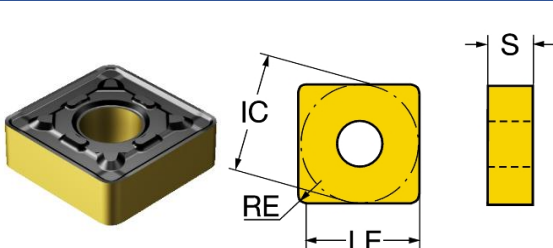
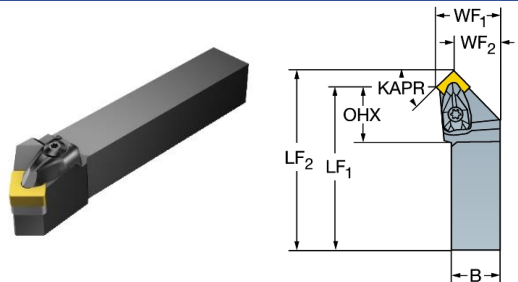
16.TAULA – MAKINAREN FUNTZIONAMENDU MUGAK

Honez gain, ondorengo kalkuluertarako Δ hurbiltze eta irtetze distantziak 5 mm direla joko da.

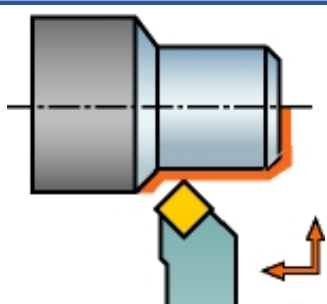
2.4.2 Aurpegiketa

CoroPlus® ToolGuide aplikazioan aurpegiketa eragiketa aukeratuz, eta aurreko puntuan azaldutako makinaren, materialaren eta eragiketaren inguruko datuak sartuz, 17. eta 18.tauletan adierazitako plakatxoa, erreminta-euskarria eta ebaketa parametroak lortzen dira.

Amaierako piezaren luzera 348 mm-takoa denez, hasierako totxoari 12 mm moztu behar zaizkio. Hori, bi lotualdietan egingo diren aurpegiketetan banatuko da, haietako bakoitzean 6 mm moztuz.

ERREMINTA			
PLAKATXOA		ERREMINTA-EUSKARRIA	
			
ISO Kodea	SNMG 15 06 16-PR 4325	ISO Kodea	DSSNR 2525M 15
IC	15,875 mm	KAPR (κ_r)	45°
LE	14,275 mm	OHX	32 mm
RE (r_ϵ)	1,5875 mm	LF ₂	160,24 mm
S	6,35 mm	WF ₁	32 mm

17.TAULA – 1.LOTUALDIA – AURPEGIKETA, ERREMINTA

EBAKETA PARAMETROAK			
	1.IRAGANALDIA	2.IRAGANALDIA	
	D	55 mm	55 mm
	a_p	3 mm	3 mm
	f_n	0,707 mm	0,707 mm
	V_c	166 m/min	166 m/min
	N_{MAX}	4500 rpm	4500 rpm
	$P_{c,MAX}$	12,1 kW	12,1 kW
	t_{mek}	1,344 s	1,344 s

18.TAULA – 1.LOTUALDIA – AURPEGIKETA, EBAKETA PARAMETROAK

Orain, eragiketa beraren kalkuluak eskuz egingo dira katalogo fisikoaz baliatuz. Horretarako ezinbestekoa izango da 19. eta 20.tauletan erakusten den mekanizatu beharreko materialaren eta horretarako erabilitako plakatxoaren informazioa.

PLAKATXOA	Iraganaldi sakonera a_p [mm]			Aitzinapena f_n [mm/bira]		
	Gomend.	Min.	Max.	Gomend.	Min.	Max.
SNMG 15 06 16-PR 4325	5	1,5	8	0,52	0,31	0,83

19.TAULA – SNMG 15 06 16-PR 4325 PLAKATXOAREN a_p ETA f_n

MATERIALA	Ebaketa energia espezifikoa, p_s [N/mm ²]	Brinell gogortasuna [HB]	GC 4325 Kalitatea
			Txirbil lodiera, a_c [mm]
			Ebaketa abiadura, V_c [m/min]
AISI 4140	1850	275	0,1 – 0,4 – 0,8 255 – 180 – 140

20.TAULA – AISI 4140 MATERIALAREN GC 4325 PLAKATXO KALITATERAKO V_c

$D_0 = 55 \text{ mm}$
 $p_s = 1850 \text{ N/mm}^2$

Eragiketa hau egiteko, $a_p = 6 \text{ mm}$ aukera genezakeen eta iraganaldi bakar batean egin, baina fabrikatzailearen gomendioei jarraituz $a_p = 3 \text{ mm}$ -ko 2 iraganaldi egitea aukeratu da. Era berean $f_n = 0,707 \text{ mm}$ aukeratu da. Horiek horrela:

- Ebaketa abiadura, 20.taulako datuetatik interpolatuz:

$$a_c = f \cdot \sin \kappa_r = 0,707 \cdot \sin 45^\circ = 0,5 \text{ mm}$$

$$\frac{140 - 180}{0,8 - 0,4} = \frac{V_c - 180}{0,5 - 0,4} \rightarrow V_c = 170 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

- Ebaketa potentzia:

$$P_c = \frac{p_s \cdot f \cdot a_p \cdot V_c}{60.000} = \frac{1.850 \cdot 0,707 \cdot 3 \cdot 170}{60.000} = 11,12 \text{ kW} < P_{MAX}$$

- Mekanizazio denbora:

$$V_c = \frac{\pi \cdot D \cdot N_{MAX}}{1.000} \rightarrow D = \frac{1.000 \cdot 170}{\pi \cdot 4.500} = 12,025 \text{ mm} \rightarrow R = 6,013 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 t_{mek_1} &= \int_R^{R_0+\Delta} \frac{1}{f \cdot N} dr = \int_{\frac{D}{2}}^{\frac{D_0+\Delta}{2}} \frac{\pi \cdot 2r}{f \cdot 1.000 \cdot V_c} dr = \int_{\frac{12,03}{2}}^{\frac{55}{2}+5} \frac{\pi \cdot 2r}{0,707 \cdot 1.000 \cdot 170} dr = \\
 &= 0,027 \text{ min} = 1,6 \text{ s}
 \end{aligned}$$

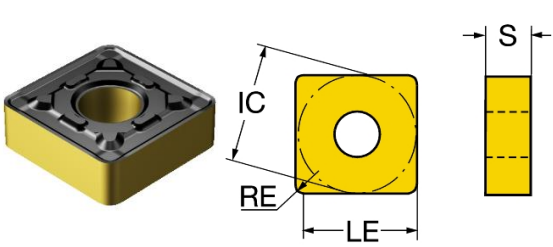
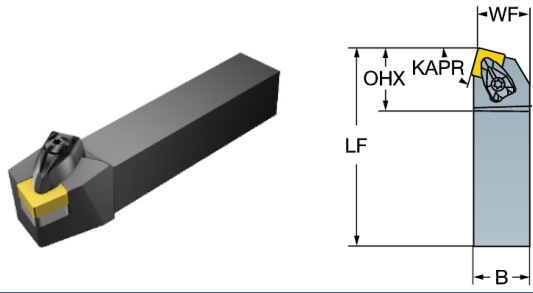
$$t_{mek_2} = \frac{D/2}{f \cdot N_{MAX}} = \frac{12,025/2}{0,707 \cdot 4.500} = 1,89 \cdot 10^{-3} \text{ min} = 0,113 \text{ s}$$

$$t_{mek} = t_{mek_1} + t_{mek_2} = 1,713 \text{ s} \text{ (iraganaldi bakoitzean)}$$

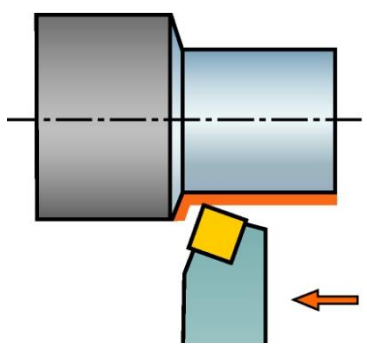
2.4.3 Zilindraketa

Eragiketa mota honen adibidetzat, 1.lotualdiko *zilindraketa 1* eragiketa aukeratu da. CoroPlus® ToolGuide aplikazioan kanpo zilindraketa eragiketa aukeratuz, eta azaldutako makinaren, materialaren eta eragiketaren inguruko datuak sartuz, 21. eta 22.tauletan adierazitako plakatxoa, erreminta-euskarria eta ebaketa parametroak lortzen dira.

Eragiketa honetan hasierako totxoaren diametrotik abiatuz, amaierako pieza zati lodienaren $\varnothing 50$ mm-tako diametroa murriztu nahi da. Kontuan izan behar da, zati horrek $1,6 \mu\text{m}$ -tako batezbesteko zimurtasuna behar duela.

ERREMINTA			
PLAKATXOA		ERREMINTA-EUSKARRIA	
			
ISO Kodea	SNMG 15 06 24-PR 4325	ISO Kodea	DSBNR 2525M 15
IC	15,875 mm	KAPR (κ_r)	75°
LE	13,475 mm	OHX	41,6 mm
RE (r_ϵ)	2,4 mm	LF	150 mm
S	6,35 mm	WF	22 mm

21.TAULA – 1.LOTUALDIA – ZILINDRAKETA 1, ERREMINTA

EBAKETA PARAMETROAK		
	1.IRAGANALDIA	
	D_0	55 mm
	D_f	50 mm
	L_m	240 mm
	R_a	$1,6 \mu\text{m}$
	a_p	2,5 mm
	f_n	0,357 mm
	V_c	189 m/min
	N_{MAX}	1210 rpm
	$P_{c,MAX}$	7,27 kW
t_{mek}	33,96 s	

22.TAULA – 1.LOTUALDIA – ZILINDRAKETA 1, EBAKETA PARAMETROAK

Orain, eragiketa beraren kalkuluak eskuz egingo dira katalogo fisikoaz baliatuz. 23.taulan adierazten dira fabrikatzaileak zehazturiko erabili beharreko a_p eta f_n -ren balioak. V_c kalkulatzeko 20.taula erabil dezakegu, aurreko kasuko plakatxo kalitate bera baitugu.

PLAKATXOA	Iraganaldi sakonera a_p [mm]			Aitzinapena f_n [mm/bira]		
	Gomend.	Min.	Max.	Gomend.	Min.	Max.
SNMG 15 06 24-PR 4325	5	2	8	0,52	0,33	0,93

23.TAULA – SNMG 15 06 24-PR 4325 PLAKATXOAREN a_p ETA f_n

$$\begin{array}{l}
 D_0 = 55 \text{ mm} \\
 D_f = 50 \text{ mm} \\
 L_m = 240 \text{ mm} \\
 R_{a \text{ MAX}} = 1,6 \text{ } \mu\text{m} \\
 r_\epsilon = 2,4 \text{ mm} \\
 p_s = 1850 \text{ N/mm}^2
 \end{array}
 \left| \begin{array}{l}
 \frac{D_f - D_0}{2} = \frac{55 - 50}{2} = 2,5 \text{ mm} \rightarrow \text{Iraganldi 1 } \boxed{a_p = 2,5 \text{ mm}} \\
 \bullet R_a \text{ murrizketak kontuan izanik:} \\
 f_{\text{MAX}} = \sqrt{32 \cdot r_\epsilon \cdot R_{a \text{ MAX}}} = \sqrt{32 \cdot 2,4 \cdot 1,6 \cdot 10^{-3}} = 0,351 \text{ mm} \\
 \rightarrow \text{Beraz, } \boxed{f = 0,351 \text{ mm}} \text{ hartuko dugu}
 \end{array}
 \right.$$

- Ebaketa abiadura, 20.taulako datuetatik interpolatuz:

$$a_c = f \cdot \sin \kappa_r = 0,351 \cdot \sin 75^\circ = 0,339 \text{ mm}$$

$$\frac{180 - 255}{0,4 - 0,1} = \frac{V_c - 255}{0,339 - 0,1} \rightarrow \boxed{V_c = 195,35 \frac{\text{m}}{\text{min}}}$$

- Biraketa abiadura:

$$N = \frac{1.000 \cdot V_c}{\pi \cdot D_f} = \frac{1.000 \cdot 195,35}{\pi \cdot 50} = \boxed{1.243,64 \frac{\text{bira}}{\text{min}}} < N_{\text{MAX}}$$

- Ebaketa potentzia:

$$P_c = \frac{F_c \cdot V_c}{60.000} = \frac{p_s \cdot f \cdot a_p \cdot V_c}{60.000} = \frac{1.850 \cdot 0,351 \cdot 2,5 \cdot 195,35}{60.000} = \boxed{5,28 \text{ kW}} < P_{\text{MAX}}$$

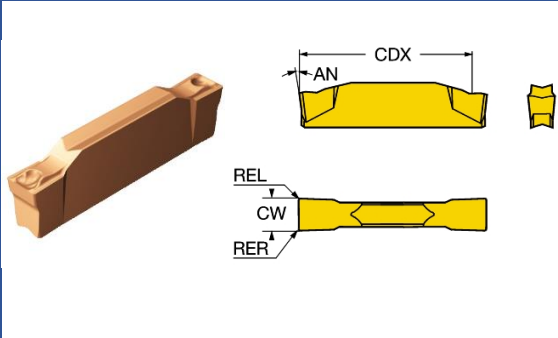
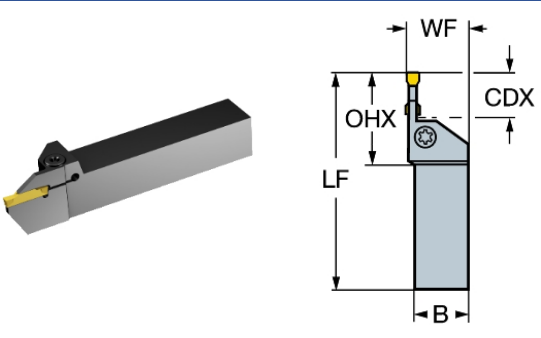
- Mekanizazio denbora:

$$t_{\text{mek}} = \frac{\Delta + L_m}{V_f} = \frac{5 + 240}{0,351 \cdot 1.243,64} = 0,562 \text{ min} = \boxed{33,72 \text{ s}}$$

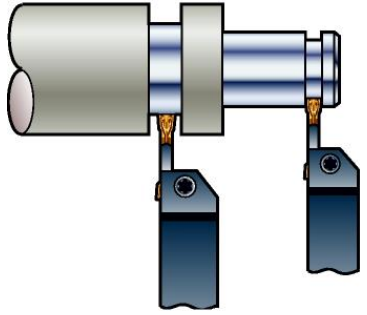
2.4.4 Artekaketa

Eragiketa mota honen adibidetzat, 1.lotualdiko *artekaketa 1* eragiketa aukeratu da. CoroPlus® ToolGuide aplikazioan kanpo artekaketa eragiketa aukeratzuz, eta azaldutako makinaren, materialaren eta eragiketaren inguruko datuak sartuz, 24. eta 25.tauletan adierazitako plakatxoa, erreminta-euskarria eta ebaketa parametroak lortzen dira.

Lehen artekaketa, jada $\varnothing 45$ mm-tako diametroa mekanizatuta dagoen zatiari dagokiona da. 2,5 mm-tako zabalerako arteka bat egin nahi da, zilindroaren amaierako diametroa $\varnothing 40$ mm-takoa izanik.

ERREMINTA			
PLAKATXOA		ERREMINTA-EUSKARRIA	
			
ISO Kodea	N123F2-0246-0003-GF 1125	ISO Kodea	RF123F10-2525B
CW	2,5 mm	CDX	10 mm
REL, RER	0,3 mm	OHX	29 mm
CDX	19,1 mm	LF	150 mm
AN	7°	WF	26 mm

24.TAULA – 1.LOTUALDIA – ARTEKAKETA 1, ERREMINTA

EBAKETA PARAMETROAK		
	1.IRAGANALDIA	
	D_0	45 mm
	D_f	40 mm
	L_m	2,5 mm
	R_a	—
	a_p	2,5 mm
	f_n	0,07 mm
	V_c	181 m/min
	N_{MAX}	1440 rpm
	$P_{c,MAX}$	14 kW
t_{mek}	1,572 s	

25.TAULA – 1.LOTUALDIA – ARTEKAKETA 1, EBAKETA PARAMETROAK

Orain, eragiketa beraren kalkuluak eskuz egingo dira katalogo fisikoaz baliatuz. 26.taulan adierazten dira fabrikatzaileak zehazturiko erabili beharreko f_n -ren balioak. V_c kalkulatzeko, 27.taulan ageri dira GC 1125 kalitatezko plakatxoentzat gure materialarentzako erabili beharreko datuak.

PLAKATXOA	Aitzinapena f_n [mm/bira]		
	Gomend.	Min.	Max.
N123F2-0246-0003-GF 1125	0,07	0,03	0,14

26.TAULA – N123F2-0246-0003-GF 1125 PLAKATXOAREN f_n

MATERIALA	Ebaketa energia espezifikoa, p_s [N/mm ²]	Brinell gogortasuna [HB]	GC 1125 Kalitatea
			Txirbil lodiera, a_c [mm]
			Ebaketa abiadura, V_c [m/min]
AISI 4140	1850	275	0,05 – 0,5 205 – 95

27.TAULA – AISI 4140 MATERIALAREN GC 1125 PLAKATXO KALITATERAKO V_c

$$\begin{aligned}
 D_0 &= 45 \text{ mm} \\
 D_f &= 40 \text{ mm} \\
 L_m &= 2,5 \text{ mm} \\
 a_p &= 2,5 \text{ mm} \\
 p_s &= 1850 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

Fabrikatzailearen gomendioak direla eta, $f = 0,07 \text{ mm}$ hartu da.

- Ebaketa abiadura, 27.taulako datuetatik interpolatuz:

$$a_c = f \cdot \sin \kappa_r = 0,07 \cdot \sin 90^\circ = 0,07 \text{ mm}$$

$$\frac{205 - 95}{0,05 - 0,5} = \frac{V_c - 95}{0,07 - 0,5} \rightarrow V_c = 200,11 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

- Biraketa abiadura:

$$N = \frac{1.000 \cdot V_c}{\pi \cdot D_f} = \frac{1.000 \cdot 200,11}{\pi \cdot 40} = 1.592,43 \frac{\text{bira}}{\text{min}} < N_{MAX}$$

- Ebaketa potentzia:

$$P_c = \frac{F_c \cdot V_c}{60.000} = \frac{p_s \cdot f \cdot a_p \cdot V_c}{60.000} = \frac{1.850 \cdot 0,07 \cdot 2,5 \cdot 200,11}{60.000} = 1,079 \text{ kW} < P_{MAX}$$

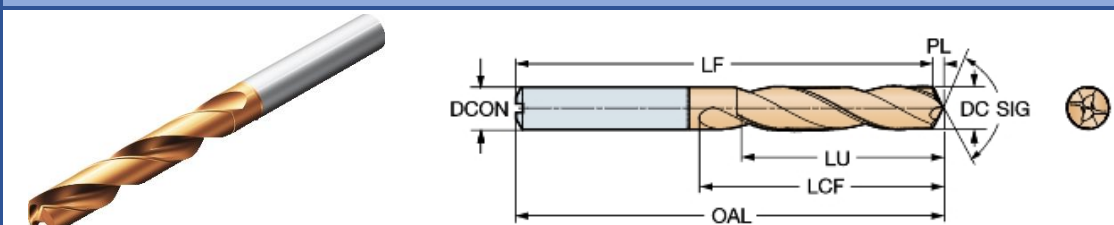
- Mekanizazio denbora:

$$\begin{aligned}
 t_{mek} &= \int_{R_f}^{R_0+\Delta} \frac{1}{f \cdot N} dr = \int_{\frac{D_f}{2}}^{\frac{D_0}{2}+\Delta} \frac{\pi \cdot 2r}{f \cdot 1.000 \cdot V_c} dr = \int_{\frac{40}{2}}^{\frac{45}{2}+5} \frac{\pi \cdot 2r}{0,07 \cdot 1.000 \cdot 200,11} dr = \\
 &= 0,08 \text{ min} = 4,79 \text{ s}
 \end{aligned}$$

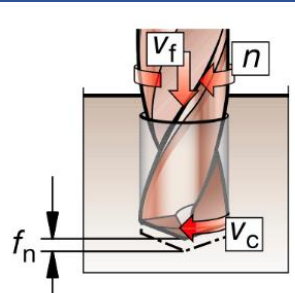
2.4.5 Zulaketa

Eragiketa mota honen adibidetzat, bi lotualdietan egin behar diren aldez aldeko zulaketetako bat aukeratu da. CoroPlus® ToolGuide aplikazioan aldez aldeko zulaketa eragiketa aukeratuz, eta azaldutako makinaren, materialaren eta eragiketaren inguruko datuak sartuz, 28. eta 29.tauletan adierazitako barautsa eta ebaketa parametroak lortzen dira.

Eragiketa honekin, piezari Ø10 mm-tako aldez aldeko zulo bat egingo zaio, hariztatua dagoen partean.

ERREMINTA			
			
ISO Kodea	860.1-1000-045A0-PM 4234	PL (δ)	1,6 mm
DC, DCON	10 mm	LU ($a_{p,MAX}$)	48 mm
κ_r	73,5°	LCF	61 mm
LF	101,4 mm	Z	2

28.TAULA – 1.LOTUALDIA – ZULAKETA, ERREMINTA

EBAKETA PARAMETROAK		
	1.IRAGANALDIA	
	D	10 mm
	L_m	45 mm (pasantea)
	f_n	0,356 mm
	V_c	112 m/min
	N	3570 rpm
	P_c	5,32 kW
	t_{mek}	2,298 s

29.TAULA – 1.LOTUALDIA – ZULAKETA, EBAKETA PARAMETROAK

Orain, eragiketa beraren kalkuluak eskuz egingo dira katalogo fisikoaz baliatuz. 30.taulan adierazten dira fabrikatzaileak zehazturiko erabili beharreko f_n eta V_c -ren balioak.

MATERIALA	Ebaketa energia espezifikoak, k_c [N/mm ²]	Brinell gogortasuna [HB]	m_c [-]	4234 Kalitatea
				Aitzinapena, f_n [mm/b]
				Ebaketa abiadura, V_c [m/min]
AISI 4140	1850	275	0,25	0,20 – 0,32 – 0,40 80 – 110 – 140

30.TAULA – AISI 4140 MATERIALAREN 4234 PLAKATXO KALITATERAKO f_n ETA V_c

$$D = 10 \text{ mm}$$

$$L_m = 45 \text{ mm}$$

$$\kappa_r = 73,5^\circ$$

$$\delta = 1,6 \text{ mm}$$

$$z = 2$$

$$p_s = 1850 \cdot a_c^{-0,25} \text{ N/mm}^2$$

Fabrikatzailearen gomendioak direla eta, $f = 0,356 \text{ mm}$ hartu da.

- Ebaketa abiadura, 30.taulako datuetatik interpolatuz:

$$\frac{140 - 110}{0,40 - 0,32} = \frac{V_c - 110}{0,356 - 0,32} \rightarrow V_c = 123,5 \frac{\text{m}}{\text{min}}$$

- Biraketa abiadura:

$$N = \frac{1.000 \cdot V_c}{\pi \cdot D} = \frac{1.000 \cdot 123,5}{\pi \cdot 10} = 3.931,13 \frac{\text{bira}}{\text{min}} < N_{MAX}$$

- Ebaketa potentzia:

$$P_c = \frac{z \cdot F_c \cdot \frac{V_c}{2}}{60.000} = \frac{z \cdot p_s \cdot f_z \cdot D \cdot V_c}{4 \cdot 60.000} = \frac{p_s \cdot f_n \cdot D \cdot V_c}{240.000} \rightarrow P_c = \frac{2.878,28 \cdot 0,356 \cdot 10 \cdot 123,5}{240.000} = 5,27 \text{ kW} < P_{MAX}$$

$$\hookrightarrow p_s = 1.850 \cdot a_c^{-0,25} = 1.850 \cdot (f_z \cdot \sin \kappa_r)^{-0,25} =$$

$$= 1.850 \cdot \left(\frac{0,356}{2} \cdot \sin 73,5^\circ \right)^{-0,25} = 2.878,28 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

- Mekanizazio denbora:

$$t_{mek} = \frac{\Delta + L_m + \delta}{V_f} = \frac{5 + 45 + 1,6}{0,356 \cdot 3.931,13} = 0,037 \text{ min} = 2,21 \text{ s}$$

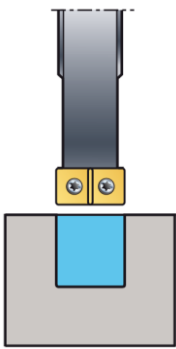
2.4.6 Fresaketa

Eragiketa mota honen adibidetzat, 1.lotualdiko *mataderaren mekanizazioa 2* eragiketa aukeratu da. CoroPlus® ToolGuide aplikazioak ez du aukera ematen eragiketa mota honen kalkuluak egiteko, beraz 31. eta 32.tauletan adierazitako plakatxoaren, fresaren eta ebaketa parametroen datuak katalogo fisikoaz baliatuz izan dira lortuak, ondorengo kalkuluetan erakusten den moduan.

Operazio honetan, piezaren muturretako bi disko formako mataderetako bat mekanizatzea da helburua. Honek, 12 mm-tako zabalera duenez eta gure fresak ebaki dezakeen zabalera maximoa 10 mm denez, bi iraganaldi burutu beharko ditugu.

ERREMINTA			
PLAKATXOA		FRESA	
			
ISO Kodea	N331.1A-08 45 08H-PL	ISO Kodea	R331.35-040A16EM100
RE (r_e)	0,8 mm	κ_r	90°
LE	7,7 mm	DC	40 mm
W1	9,5 mm	CW	10 mm
S	4,45 mm	CDX	11 mm
BS	1,2 mm	LF	120 mm
		Z	2

31.TAULA – 1.LOTUALDIA – MATADERAREN FRESAKETA 2, ERREMINTA

EBAKETA PARAMETROAK			
		1.IRAGANALDIA	2.IRAGANALDIA
	L_m	10,2 mm	10,2 mm
	$a_{e, MAX}$	34,87 mm	34,87 mm
	a_p	10 mm	2 mm
	f_z	0,15 mm	0,15 mm
	V_c	167,5 m/min	167,5 m/min
	N	1333 rpm	1333 rpm
	P_c	7,25 kW	1,45 kW
	t_{mek}	5,28 s	5,28 s

32.TAULA – 1.LOTUALDIA – MATADERAREN FRESAKETA 2, EBAKETA PARAMETROAK

Eragiketa honen eskuzko kalkuluak egiteko, ezinbestekoak dira 33.taulan adierazten diren fabrikatzaileak zehazturiko erabili beharreko a_c eta f_z -ren balioak. V_c kalkulatzeko,

34.taulan ageri dira GC 4230 kalitatezko plakatxoentzat gure materialarentzako erabili beharreko datuak.

PLAKATXOIA	Txirbil-lodiera a_c [mm]			Hortzeko aitzinapena f_z [mm/z]		
	Gomend.	Min.	Max.	Gomend.	Min.	Max.
N331.1A-08 45 08H-PL	0,1	0,03	0,15	0,12	0,08	0,18

33.TAULA – N331.1A-08 45 08H-PL PLAKATXOAREN a_c ETA f_z

MATERIALA	Ebaketa energia espezifikoa, k_c [N/mm ²]	Brinell gogortasuna [HB]	m_c [-]	GC 4230 Kalitatea	
				Txirbil-lodiera, a_c [mm]	
				0,1 – 0,2 – 0,3	
				Ebaketa abiadura, V_c [m/min]	
AISI 4140	1850	275	0,25	185 – 150 – 125	

34.TAULA – AISI 4140 MATERIALAREN GC 4230 PLAKATXO KALITATERAKO V_c

$$\begin{aligned}
 D &= 40 \text{ mm} \\
 L_m &= 10,2 \text{ mm} \\
 \kappa_r &= 90^\circ \\
 z &= 2
 \end{aligned}$$

$$p_s = 1850 \cdot (\bar{a}_c)^{-0,25} \text{ N/mm}^2$$

Gure fresak ebakitzen duen lodiera 10 mm da eta gure zuloarena 12 mm. Beraz 2 iraganaldi egingo dira, lehenengoan $a_p = 10$ mm eta bigarrengoan $a_p = 2$ mm.

Kasu honetan, a_c maximoak ezarriko digu f_z -ren balio maximoa:

$$a_c = f_z \cdot \sin \kappa_r \cdot \sin \theta \rightarrow a_{c \text{ MAX}} = \boxed{f_z = 0,15 \text{ mm}}$$

- Ebaketa abiadura, 34.taulako datuetatik interpolatuz:

$$\frac{150 - 185}{0,2 - 0,1} = \frac{V_c - 185}{0,15 - 0,1} \rightarrow \boxed{V_c = 167,5 \frac{\text{m}}{\text{min}}}$$

- Biraketa abiadura:

$$N = \frac{1.000 \cdot V_c}{\pi \cdot D} = \frac{1.000 \cdot 167,5}{\pi \cdot 40} = \boxed{1.332,92 \frac{\text{bira}}{\text{min}}} < N_{MAX}$$

- Ebaketa potentzia:

- 1.iraganaldia:

$$P_{c_1} = \frac{p_s^* \cdot V_f \cdot a_e \cdot a_p}{60.000} \rightarrow P_{c_1} = \frac{3.120,5 \cdot (2 \cdot 0,15 \cdot 1332,92) \cdot 34,87 \cdot 10}{60.000} = \boxed{7.252 \text{ W}} < P_{MAX}$$

$$\hookrightarrow p_s^* = 1.850 \cdot (\bar{a}_c)^{-0,25} \rightarrow p_s^* = 1.850 \cdot 0,124^{-0,25} = 3.120,5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\hookrightarrow \bar{a}_c = \frac{2 \cdot a_e \cdot f_z \cdot \sin \kappa_r}{\theta \cdot D} = \frac{2 \cdot 34,87 \cdot 0,15 \cdot 1}{2,117 \cdot 40} = 0,124 \text{ mm}$$

- 2.iraganaldia:

$$P_{c2} = P_{c1} \cdot \frac{2}{10} = \boxed{1.450 W} < P_{MAX}$$

- Mekanizazio denbora:

$$t_{mek} = \frac{\frac{D}{2} + \Delta + L_m}{V_f} = \frac{20 + 5 + 10,2}{0,15 \cdot 2 \cdot 1.332,92} = 0,088 \text{ min} = \boxed{5,28 \text{ s}} \text{ (iraganaldi bakoitzean)}$$

Laburbilduz, esan genezake fabrikatzaileak eskaintzen dizkigun datuak eta guk kalkulaturakoak antzerakoak direla. Hau da, alde batetik zein bestetik lortutako ebaketa parametroak baliokideak dira.

Aurki dezakegun diferentzia nabariena, ebaketa potentziaren kalkulari dagokiona da. Alde honen eragilea izan daiteke, Sandvik Coromant-ek kalkuluak egiterako orduan guk Teknologia Mekanikoa ikasgaiari jorratu ez ditugun beste zenbait parametro izaten dituela kontuan. Esate baterako, ebaketa energia espezifikoki dagokionean, fabrikatzaileak hainbat zuzenketa faktore aplikatzen dizkio, guk daukagun balioarekiko desberdina den beste bat lortuz. Honez gain, mekanizazio denboraren kalkuluan, izan liteke Δ bezalako parametroen balio desberdinak erabiltzea edota hau kontuan ez hartzea ere. Ez hori bakarrik, aitzinapenen eta iraganaldi sakoneraren aukeraketan esate baterako, fabrikatzaileak jarrera kontserbadoreago bat erakusten du. Aurpegiketen kasuan adibidez, aitzinapen txikiagoko bi iraganaldi egitea egokiagoa da bere ikuspuntutik, gugatik izan balitz eragiketa osoa iraganaldi bakar batez egingo genukeenean.

Hala eta guztiz ere, aipatu den bezalaxe, azken finean fabrikatzaileak gure eskura jartzen dituen datuak eta guk geure erara lortutakoak guztiz onargarriak eta orobat baliagarriak direlako ideian berresten gara.

3 PROIEKTUAREN PLANIFIKAZIOA. GANTT-EN DIAGRAMA

Atal honetan, lan hau aurrera eramateko egin den planifikazioaz eta jarraitutako pausuez hitz egingo da. Planifikazioa, helburu batzuk betetzeko burutu beharreko ekintza eta pausuen programazio eta estimazioa da. Proiektu bat aurrera eramaterako orduan, oso garrantzitsua da alderdi hau, planifikazio on batek onura asko ekartzen baitzikigu. Esate baterako, arriskuen analisisian, produktibitate eta efizientzian, lanaren gaineko kontrol eta segimenduan, produkzio prozesuen hobekuntzan aurreko planifikazio arrakastatsuetan oinarrituz, etab.

Hasteko, lan honen programazioan, denboraren zatirik handiena eramango duten lau alderdi nagusi zehaztu dira.

Lehenik eta behin, gure pieza fabrikatzeko erabiliko den materialaren aukeraketa egin da. Horretarako, hainbat pausu jarraitu dira. Ezer baino lehen, piezak duen funtzioa behar bezala bete dezan eta haren bizitza erabilgarrian beragandik espero den portaera izan dezan, honek izan behar dituen propietate eta ezaugarriak aztertu dira. Azken finean, piezaren eskakizunak zein diren ezarri behar dugu. Gero, merkatuan dagoen materialen eskaintza analizatu da, aipaturiko eskakizunak betetzen dituzten haien bila. Horrela, gure egitekorako aproposak izan daitezkeen hiru material proposatu dira. Bukatzeko, hauetako aukera bakoitzaren xehetasunak aztertu ondoren, pieza fabrikatzeko erabiliko dena hautatu da.

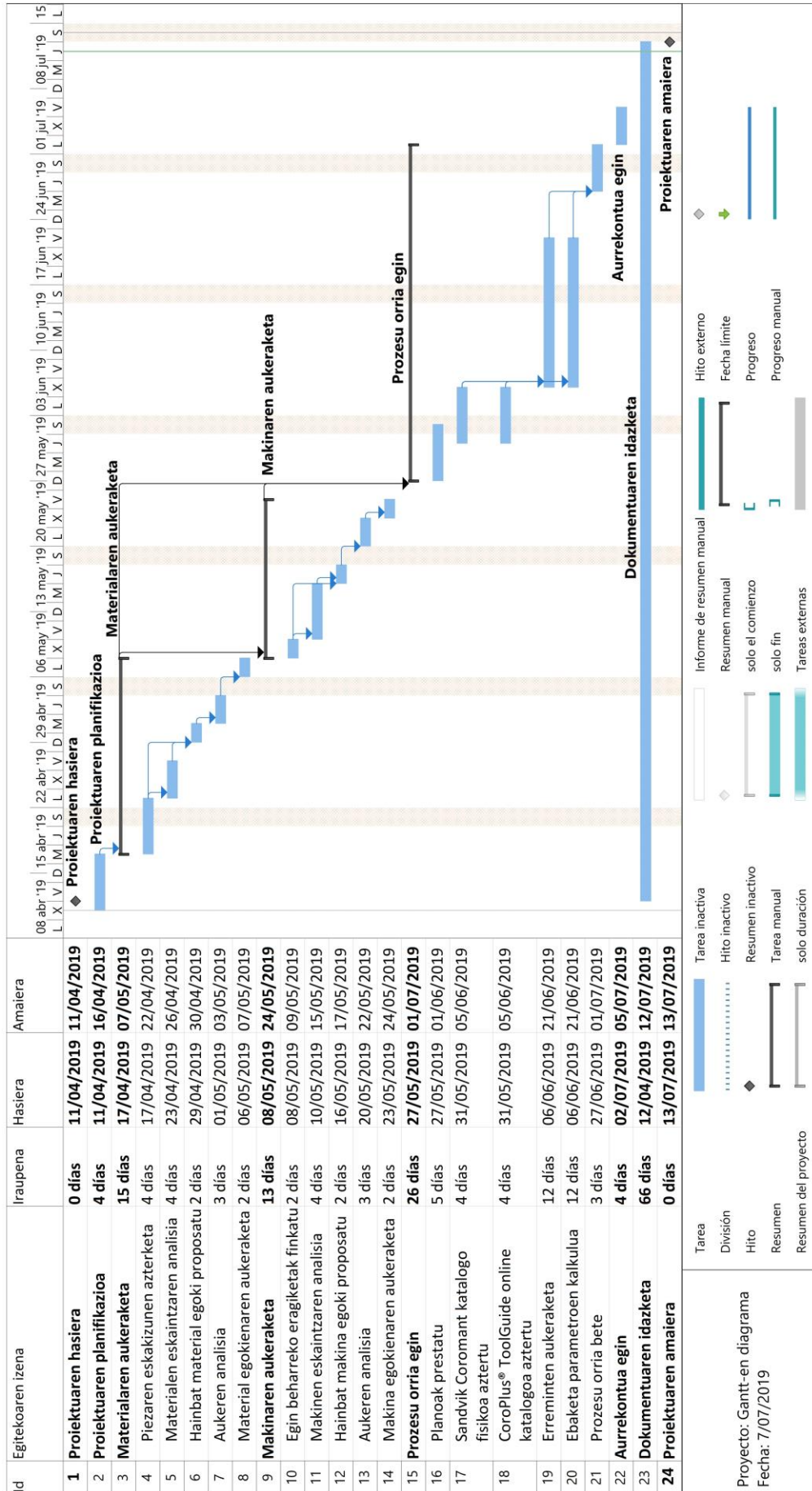
Bigarrenik, ardatzaren mekanizazioa burutzeko erabiliko den makina zehaztu behar da. Honetarako, materialaren aukeraketa prozesuaren antzerako bat jarraitu da. Lehenengo, gure piezaren mekanizazio prozesu osoan honi egin beharreko eragiketak finkatu dira, gure makinak izan behar dituen espezifikazioak zeintzuk diren jakiteko. Jarraian, tornuen fabrikatzaile nagusien web orrialdeak aztertu dira hauen eskaintza ikuskatzeko. Horrela, gure pieza era egokienean mekaniza dezaketen hiru makina proposatu dira. Azkenez, eginiko proposamenaren nondik norakoak aztertuta, lanerako erabiliko dena aukeratu da.

Ondoren, gure lanaren zati garrantzitsuena dator, piezaren mekanizazio prozesu orriaren garapena. Lehen-lehenik, I.eranskinean ageri diren planoak egin dira. Gero, mekanizazio prozesuko eragiketa bakoitza zehazteko erabili diren tresnak aztertu dira eta haiekin trebatu gara, hau da, Sandvik Coromant-en erreminten katalogo fisikoarekin eta bere CoroPlus® ToolGuide online aplikazioarekin. Honen ostean, aurrekoetan oinarrituz, diren eragiketa bakoitzean erabiliko den erreminta eta berau gauzatzeko beharrezkoak diren ebaketa parametroak zehaztu dira. Horiek denak, II.eranskinean ageri dira. Hori dena egin ondoren, gure helburu nagusia bete da, hau da, gure piezaren mekanizazio prozesu orria egin da.

Azkenik, alderdi ekonomikoari erreparatu diogu eta lan hau gauzatzeko beharrezkoa izan den aurrekontua prestatu da, dokumentu honen ondorengo puntuan ematen dena.

Amaitzeko, gure lan guztia jasotzen duen dokumentu honen idazketa amaitu da. Egiteko hau, proiektuaren hasiera-hasieratik egiten joan gara, zehaztu ditugun pausu bakoitzarekin paraleloan.

Azaldutako planifikazio guztia era grafikoan adierazteko, jarraitzen duen orrialdean – 36.irudia – ageri den Gantt-en diagrama bat prestatu da.



36. IRUDIA – PROIEKTUAREN GANTT-EN DIAGRAMA

4 ALDERDI EKONOMIKOAK. AURREKONTUA

Atal honetan, lan hau aurrera eramateko beharrezko izango den aurrekontua egingo da. Horretarako, ondorengo sei atal nagusiei erreparatuko zaie:

4.1 BARNE-ORDUAK

Lan honetan parte hartu duten langileen orduak osatzen dute. Langileen ordu-tasa kalkulatzeko, langileen soldata gordina eta baraiengatik ordaintzen den gizarte segurantzaren izan dira kontuan. Kasu honetan, ikaslea ingeniari tekniko bezala kontsideratu da, eta irakaslea aldiz, goi-mailako ingeniari bezala.

BARNE-ORDUAK	Ordu-tasa	Ordu kopurua	Kostua
Goi-mailako ingeniaria	35 €/h	15 h	525 €
Ingeniari teknikoa	25 €/h	320 h	8.000 €
TOTALA			8.525 €

35.TAULA – AURREKONTUA – BARNE-ORDUAK

4.2 AMORTIZAZIOAK

Lanerako erabili diren aktibo finkoen balio-galera izango da kontuan.

AMORTIZAZIOAK	Hasierako kostua	Bizitza erabilgarria	Ordu kopurua	Kostua
Ordenagailua	900 €	10.000 h	300 h	27 €
Lizentziak:				
<i>Microsoft Office 365</i>	69 €	1.400 h	250 h	12,32 €
<i>Solid Edge Classic</i>	292 €	1.400 h	30 h	6,26 €
TOTALA				45,58 €

36.TAULA – AURREKONTUA – AMORTIZAZIOAK

4.3 GASTUAK

GASTUAK	Kostua
Bulegoko materiala	50 €
Bidaiak	30 €
TOTALA	80 €

37.TAULA – AURREKONTUA – GASTUAK

4.4 AZPI-KONTRATAZIOAK

Proiektua gauzatzeko beste erakundeen lanak beharrezkoak direnean izaten da kontuan. Gure kasuan, azpi-kontratazioen gastua nulua da.

4.5 KOSTU EZ-ZUZENAK

Lanean zuzenean parte hartzen ez duten langileak eta argia bezalako bestelako kostuak hartzen ditu barnean. Kostu zuzenen (barne-orduen) %15 direla joko da.

4.6 EZUSTEAK

Zati hau aurrekontuan hasiera batean aurreikusi ez diren gastuek ekar lezaketen kaltea ekiditeko da. Subtotalaren %5 hartuko da.

4.7 AURREKONTU OSOA

Azkenik, gastu denak kontuan izanik aurrekontu osoa kalkulatu da.

OSOA	Kostua
Barne-orduak	8.525 €
Amortizazioak	45,58 €
Gastuak	80 €
Azpi-kontratazioak	0 €
Kostu ez-zuzenak	1.278,75 €
SUBTOTALA	9.929,33 €
Ezusteak (%5)	496,47 €
TOTALA BEZ GABE (%21)	10.425,80 €
TOTALA	12.615,21 €

38.TAULA – AURREKONTU OSOA

5 ONDORIOAK

Lehenik eta behin, materialari dagokionez, ikusi da egindako merkatuko eskaintzaren analisia zuzena dela. Ondorioz, aurkeztutako materialen proposamena egokia izan da eta eginiko aukeraketaren ondoren, gure piezak hasiera batean zehaztu ziren baldintzak izango dituela egiaztatu da.

Gure piezaren mekanizaziorako hautatu den makinaren kasuan ere, erabaki zuzena hartu genuela ikusi da. Hain zuzen ere, gure ardatzari egin beharreko eragiketa guztiak batere arazorik gabe diseinatu ahal izan dira. Makinak, beregandik espero genezakeen maila erakutsi du. Horrek agerian uzten du, makinaren fabrikatzaile nagusien web orrialdeak aztertu zirenean aurkeztu zen aukeren proposamena eta jarraitu zion aukeren balorazio eta hautaketa egokiak izan zirela.

Erreminten alderdiari erreparatzen badiogu, konturatzen gara Sandvik Coromant fabrikatzailearen produktuak erabiltzea erabaki ezin hobea izan dela. Izan ere, gure piezarentzat beharrezkoak izan diren eragiketa guztietarako, produktu paregabeak eskaini dizkigu. Hori bakarrik ez, erreminten aukeraketarako erabili den fabrikatzailearen CoroPlus® ToolGuide aplikazioak, gure egitekoan lagundu eta lana erraztu digu. Gainera, une oro gure eskura izan ditugu katalogo tradizionalak eta gidaliburuak ere nahi beste kontsulta egiteko. Horrez gain, aukeratu den erreminten multzoa eta finkatutako eragiketak aurrera eramateko zehaztutako ebaketa parametroak, egokiak direla ondorioztatzen da.

Era berean, hasiera batean egindako planifikazioa eta aurrekontua, era nahiko zehatzean bete dira. Gutxi gorabehera, 36.irudian erakutsi ziren proiektuaren Gantt-en diagramaren denbora epeak bete dira, eta ondorioz, aurrekontuan aurreikusitako lan ordu kopurua baita ere, gastuaren zati lodiena izatea espero zena.

Amaitzeko, ondorio nagusi bezala, esan genezake gure helburu nagusia zen piezaren mekanizazio prozesu orria egitea, behar bezala bete dela. Honez gain, mekanizazio prozesu orria informazioa gordetzeko eta antolatzeke modu trinko, eraginkor eta xumeena dela ondorioztatzen da. Halaber, honek piezaren fabrikazio prozesuaren diseinua optimizatzea baimentzen digu, berau produktiboagoa zein eraginkorragoa bihurtuz, azken produktuaren lehiakortasuna eta kalitatea bermatuz.

6 BIBLIOGRAFIA

Bilboko Ingeniaritza Eskola. (2019). *Teknologia Mekanikoa*.

Roydisa, erreduktoreen gaineko informazioa eta modeloen eskaintza.

- <https://www.roydisa.es/reductores>
- <https://www.roydisa.es/archivos/3356>

Motovario, torloju amaigabe-korua motako abiadura erreduktoreei buruzko informazioa eta produktuen katalogoak.

- <https://www.motovario.com/spa/productos/reductores-de-tornillo-sin-fin-serie-vs-f>

Tercesa S.L., torloju amaigabe-korua motako abiadura erreduktoreei buruzko informazioa eta produktuen katalogoak.

- <https://tercesa.com/reductores-corona-sinfin-combinados/>

Brown Advance, torloju amaigabe-korua motako abiadura erreduktoreen katalogoak.

- <http://www.brownadvance.com/productos/reductores-estandar/sinfin-corona-bwq.php>

Imesaza Tratamientos Térmicos, altzairu mota ezberdinen taulak.

- <http://www.imesaza.es/informacion-tecnica/tabla-aceros/>

Aceros Bravo, karbono altzairu ezberdinezko barren ezaugarriak.

- <http://www.acerosbravo.cl/productos.php?idcat=2>

Ferrocortes S.A.S, altzairu mota ezberdinezko barren ezaugarriak.

- <http://www.ferrocortes.com.co/>

Aceros SISA, altzairuzko produktuen gaineko informazioa.

- <http://sisa1.com.mx/catalogos/>

ArcelorMittal Constructalia, altzairuzko barra biribilen informazioa eta katalogoak.

- https://constructalia.arcelormittal.com/es/productos/barras_comerciales

Thyssen Krupp, altzairuei buruzko informazioa.

- <https://www.thyssenkrupp-steel.com/es/aceros/>

CMZ, CNC tornu modeloen informazioa eta katalogoak.

- <https://www.cmz.com/es/tornos-cnc>

DMG MORI, tornu modelo ezberdinen informazioa eta katalogoak.

- <https://es.dmgmori.com/productos/maquinas/torneado>

DANOBATGROUP, tornu horizontalei buruzko informazioa.

- <https://www.danobatgroup.com/es/tornos-horizontales>

HAAS, CNC tornu modeloen informazioa.

- http://www.haascnc.es/hfo_products.html

MUPEM, CNC tornu automatiko modeloen informazioa eta katalogoak.

- <https://www.mupem.com/new/es/productos.htm>

SANDVIK COROMANT, mekanizazioari buruzko informazioa.

- <https://www.sandvik.coromant.com/es-es/knowledge/pages/default.aspx>

SANDVIK COROMANT CoroPlus® ToolGuide aplikazioa.

- <https://www.sandvik.coromant.com/es-es/products/Pages/toolguide.aspx>

SANDVIK COROMANT. (2017). *Herramientas de torneado*.

SANDVIK COROMANT. (2017). *Herramientas rotativas*.

SANDVIK COROMANT. (2018). *Herramientas rotativas de metal duro integral*.

SANDVIK COROMANT. (2019). *Herramientas de corte*.

SANDVIK COROMANT. (2017). *Formación Manual, tecnología de mecanizado de metal*.

SANDVIK COROMANT, produktuen katalogoak eta gidaliburuak.

- <https://www.sandvik.coromant.com/es-es/downloads/pages/default.aspx>