

**METODOLOGÍA Y HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES DE APOYO PARA
EL PLANEAMIENTO DE SELECCIÓN DE HERRAMIENTAS Y OPERACIONES
DE MANUFACTURA PARA EL MAQUINADO DE PARTES PRISMÁTICAS EN
CENTROS DE MECANIZADO DE 3 EJES.**

**HELBERTH GIOVANY ARCINIEGAS BARÓN
JUAN MANUEL GIMÉNEZ GARCÍA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
DIVISIÓN DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
BUCARAMANGA
2005 •**

**METODOLOGÍA Y HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES DE APOYO PARA
EL PLANEAMIENTO DE SELECCIÓN DE HERRAMIENTAS Y OPERACIONES
DE MANUFACTURA PARA EL MAQUINADO DE PARTES PRISMÁTICAS EN
CENTROS DE MECANIZADO DE 3 EJES.**

**HELBERTH GIOVANY ARCINIEGAS BARÓN
JUAN MANUEL GIMÉNEZ GARCÍA**

PROYECTO DE GRADO

**DIRECTOR PhD. JAIME CARVAJAL
ASESOR M.C. OMAR LENGERKE**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
DIVISIÓN DE CIENCIAS NATURALES E INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECATRÓNICA
BUCARAMANGA**

2005

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bucaramanga, 14 de Febrero de 2005

DEDICATORIA

Dedicamos el fruto de este proyecto al grupo del departamento de metalmecánica de Plásticos de Santander Ltda. porque sin ellos no hubiera sido posible el desarrollo del mismo.

AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos especiales a nuestros padres por el apoyo brindado durante todos estos años, a nuestros profesores, a nuestros compañeros y a todos aquellos que nos compartieron su tiempo y conocimiento durante la realización de este proyecto.

Plásticos de Santander Ltda. Empresa de manufactura de moldes para inyección de plásticos en Bucaramanga por facilitarnos el acceso a sus instalaciones, préstamo del software, préstamo de bibliografía de maquinas, herramientas y software y por la asesoría técnica brindada.

METODOLOGÍA Y HERRAMIENTAS COMPUTARIZADAS DE APOYO PARA EL PLANEAMIENTO DE SELECCIÓN DE HERRAMIENTAS Y OPERACIONES DE MANUFACTURA PARA EL MAQUINADO DE PARTES PRISMÁTICAS EN CENTROS DE MECANIZADO DE 3 EJES

Autor	Helberth Giovany Arciniegas Barón
Autor	Juan Manuel Giménez García
Director	Dr. Ing Jaime Carvajal

RESUMEN

Desarrollo de una metodología para el planeamiento de la selección de herramientas y operaciones de manufactura para mecanizado de piezas prismáticas en centros de mecanizado de 3 ejes.

INTRODUCCIÓN

La gestión del conocimiento es la estrategia más importante de competitividad a nivel empresarial. La mano de obra y procesos disponibles actualmente en Colombia no están altamente calificados para la competencia internacional. Esto incluye factores como el bajo nivel de conocimiento de inglés y la falta de un conocimiento del método científico para el desarrollo de nuevas técnicas para manufactura de moldes, entre otros.

La falta de calidad en el proceso de manufactura de los moldes hace necesaria la implementación de estrategias para el uso de las herramientas y el software CAM utilizadas en el proceso de manufactura de moldes. De esta manera la empresa entregaría al trabajador nuevas herramientas para desarrollar un trabajo más eficiente; mejorando así la calidad de decisiones, el rendimiento del proceso, la vida útil de las herramientas y la calidad de los moldes que se manufacturan.

PALABRAS CLAVE

CAPP, CAM, Mastercam

El proyecto de grado realizado, se conforma de tres herramientas para mejorar el proceso de manufactura de moldes.

Entre las herramientas encontramos un manual de MasterCAM Versión 9, donde cubre todas las opciones que el software ofrece para realizar las diferentes operaciones de desprendimientos de viruta que se pueden llevar a cabo en centros de mecanizado de 3 ejes. Las herramientas disponibles en el software incluyen generación de trayectorias de

mecanizado, definición de materiales, herramientas y simulaciones previas al mecanizado.

Otra de las herramientas que conforman el proyecto, es un manual básico sobre herramientas, portaherramientas, problemas y soluciones de las herramientas y operaciones, cálculo de los parámetros básicos de trayectoria como velocidades, la selección de los cortadores, elección de geometrías y materiales del inserto.

Por último para complementar, se desarrolló un software de apoyo para el planeamiento de la selección de herramientas, material de la pieza, material de la herramienta y los parámetros básicos de trayectoria. Este sistema fue desarrollado en JSP, siguiendo el esquema "Web Service". El sistema diferencia y relaciona 4 parámetros principales material de la pieza de trabajo, herramienta de corte, insertos y cortadores. También permite la creación y manipulación de objetos y relaciones.

RECONOCIMIENTOS

Plásticos de Santander Ltda., Departamento de Metalmecánica. Bucaramanga, Colombia

REFERENCIAS

CNC SOFTWARE Inc.
JAVA Technology Inc.
KENNAMETAL Inc. Technical Support

METHODOLOGY AND COMPUTER TOOLS TO SUPPORT THE TOOL SELECTION AND MANUFACTURING OPERATIONS PLANNING FOR MACHINING PRISMATIC PARTS IN 3-AXIS VERTICAL MACHINING CENTERS

Author	Helberth Giovany Arciniegas Barón
Author	Juan Manuel Giménez García
Director	Dr. Ing Jaime Carvajal

ABSTRACT

Development of a methodology for the tool selection planning and manufacturing operations planning for machining prismatic parts in 3-axis vertical machining centers.

INTRODUCTION

Knowledge management is the most important competitiveness strategy when it comes to enterprise level. Workers and processes available at this moment in Colombia are not qualified for globalization. This includes factors as low English knowledge level, and the lack of scientific methods to development of new mold manufacturing techniques among others.

Lack of quality in the mold manufacturing process makes necessary the implementation of strategies for tool and software CAM usage, as they are used in the manufacturing process. This way the enterprise would deliver to the worker new tools to develop a more efficient work, improving the quality of decisions, the process revenue, tools life cycle, and the quality in general of the molds made.

NOMENCLATURE

CAPP, CAM, Mastercam

The degree project developed is composed of three tools to improve the mold manufacturing process.

Among the tool we find a MasterCAM V9 manual, which covers all of the options the software has to offer to create different material removal operations for 3 axis machining centers. The tools available in the software include tool paths generation, materials and tools definition, and simulations previous to the machining.

Another tool conforming the project is a basic manual about tools, tool holders, problems and solutions in tools and operations, calculus of basic tool path parameters, cutters, geometry and inserts material selection.

Last to complete we developed a support software for tool selection and manufacturing operations planning which includes

selecting of workpiece material, tool material selection, and basic toolpath parameters. This system was developed in JSP as a "web service" application. The system differences and relates 4 main parameters: workpiece material, cutting tools, inserts and cutters. The system also allows the creation and manipulation of objects and relations.

ACKNOWLEDGEMENTS

Plásticos de Santander Ltda., Machining operations department. Bucaramanga, Colombia

REFERENCES

CNC SOFTWARE Inc.
JAVA Technology Inc.
KENNAMETAL Inc. Technical Support

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	
METODOLOGÍA DE SOLUCIÓN	
1. MANUAL DE CONSULTA masterCAM V9	1
1.1 TOOLPATH	1
1.2 CHAINING OPTIONS	5
1.2.1 CHAINING OPTIONS	6
1.2.2 CHAIN	16
1.3 WINDOWS	17
1.4 CONTOUR TYPE	20
1.4.1 RAMP CONTOUR	24
1.5 POCKET	42
1.6 FACE	42
1.7 SURFACE	43

1.7.1 SURFACE – FINISH	48
1.8 MANUAL ENTRY	51
1.9 SIMPLE DRILL	52
1.9.1 TIPOS DE CICLO PREDEFINIDOS	54
1.10 POCKET PARAMETERS	55
1.10.1 TIPOS DE OPERACIONES PREDEFINIDAS	56
1.11 OPCIONES GENERALES DE CONFIGURACIÓN	58
1.12 ROUGHING AND FINISHING PARAMETERS	64
1.12.1 MÉTODOS DE CORTE PARA OPERACIONES DE DESBASTE	64
1.13 LEAD IN/OUT	70
1.14 SURFACE PARAMETERS	74
1.14.1 Rough parallel parameters	75
1.14.2 Rough Project parameters	83
1.14.3 Rough flowline parameters	83
1.14.4 Rough contour parameters	84
1.14.5 Rough restmill parameters	87

1.14.6 Rough pocket parameters	89
1.14.7 Rough plunge parameters	89
1.14.8 Finish parallel parameters	90
1.14.9 Finish parallel steep parameters	90
1.14.10 Finish radial parameters	91
1.14.11 Finish flowline parameters	92
1.14.12 Finish contour parameters	92
1.14.13 Finish shallow parameters	93
1.15 TOOL PARAMETERS	94
1.15.1 Opciones para selección de herramientas	98
1.15.2 Create new tool	101
1.16 MATERIAL LIST	108
1.17 MATERIAL DEFS	109
1.18 OPERATIONS MANAGER	110
1.19 JOB SETUP	114

1.20 CIRCLE TOOLPATH	117
1.20.1 Circle mill toolpath	118
1.21. THREAD MILL	122
1.22 AUTO DRILL	128
1.23 OTROS PARAMETROS	142
1.24 TRIM	158
1.25 WIREFRAME	159
1.26 SWEPT	173
1.27 CIRCULAR	180
1.28 COONS TOOLPATH	181
1.29 ROTATE	198
1.30 TOOLPATH EDITOR	201
1.31 SOLID DRILL	204
1.32 MENU NC UTILITIES	218
1.33 BACKPLOT	220
1.33.1 Menu Backplot	221

1.34 BATCH	222
1.35 FILTER	222
1.36 POST PROC	222
1.37 SETUP SHEET	223
1.38 DEFINE Ops	225
1.39 DEFINE TOOLS	226
1.40 DEFINE MATLS	226
2. MANUAL BÁSICO SOBRE HERRAMIENTAS PARA DESPRENDIMIENTO DE VIRUTA	227
2.1 TEMPERATURA EN EL MECANIZADO	227
2.2 GRADOS DE LOS INSERTOS	233
2.3 TIPOS DE HERRAMIENTAS DE MECANIZADO	241
2.4 ROSCADO	257
2.5 RAMPA, PLUNGE Y FACE	269
2.6 MAQUINADO DE CAVIDADES	277

2.7 ADAPTADORES	278
2.8 TIPOS DE CORTE	288
2.9 GEOMETRÍA DEL INSERTO	296
2.10 FUERZAS	307
2.11 GEOMETRÍA DE LAS HERRAMIENTAS DE CORTE	312
2.12 FORMULAS	322
2.13 CAPACIDAD DE LA MAQUINA	343
2.14 ANALISIS GRAFICO DE LA PARTE	346
2.15 ACABADO DE SUPERFICIE	351
3. SOFTWARE DE APOYO PARA LA PLANEACION DE LA SELECCIÓN DE HERRAMIENTAS Y OPERACIONES DE MANUFACTURA	363
3.1 INTRODUCCIÓN	363
3.2 TECNOLOGÍA	364
3.2.1 Diseño	364
3.2.2 Software utilizado	365

3.3 OBJETIVOS DEL SISTEMA	366
3.4 DOCUMENTACIÓN	366
3.4.1 Tecnología	366
4. CONCLUSIONES	368
5. BIBLIOGRAFÍA	370
6. ANEXOS	372

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Parámetros id y od	128
Tabla 2. Grados de los insertos	233
Tabla 3. Face mills	242
Tabla 4. indexable End mills	249
Tabla 5. Carburo sólido end mills	250
Tabla 6. Slotting cutres	253
Tabla 7. Herramientas de roscado	256
Tabla 8. Recomendaciones de corte	256
Tabla 9. Selección del diámetro según la potencia	269
Tabla 10. Tipos de filo	299
Tabla 11. Arista de corte	299
Tabla 12. Angulo vs. Grosor de la viruta	304
Tabla 13. Angulo vs. Grosor de la viruta	305

Tabla 14. Inscripciones	322
Tabla 15. Formulas	323
Tabla 16. Ejemplo	323
Tabla 17. Compensación de la velocidad de avance	326
Tabla 18. Factor K	329
Tabla 19. Dependencia W/D y Zc	332
Tabla 20. Rockwell C (HRC) a Brinell (BHN)	333
Tabla 21. Rockwell C (HRB) a Brinell (BHN)	334
Tabla 22. Número de insertos de corte	336
Tabla 23. Factor de maquinabilidad	339
Tabla 24. Símbolos Análisis de la parte	347
Tabla 25. Descripciones De las especificaciones de las partes	347

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ventana TOOLPATHS	1
Figura 2. Ventana TOOLPATHS 2	2
Figura 3. PROJECT	3
Figura 4. TRIM	4
Figura 5. WIREFRAME	4
Figura 6. Imagen Chaining options	6
Figura 7. Chianing options	7
Figura 8. Zigzag	9
Figura 9. Operación con Next closest	10
Figura 10. Operación con Inside to outside	10
Figura 11. Operación con Outside to incide	11
Figura 12. Operación con Optimize inside to outside	12
Figura 13. Operación con Optimize outside to incide	12

Figura 14. SYNC MODE	14
Figura 15. Section stop angle	16
Figura 16. Window menu	17
Figura 17. Chianing options	19
Figura 17a. Contorno 2D	20
Figura 18. Contorno 3D	21
Figura 19. Contorno tipo 2D	22
Figura 20. Chamfer buton	23
Figura 21. Chamfering	23
Figura 22. Ramp contour	24
Figura 23. Angle ramp motion	25
Figura 24. Depth	25
Figura 25. Depth ramp motion	26
Figura 26. Plunge	26
Figura 27. Ramp contour	27

Figura 28. One way camping for open contours activada	27
Figura 29. One way camping for open contours desactivada	28
Figura 30. Tipo compensación	29
Figura 31. Cutter compensation simulada	31
Figura 32. Cutter compensation no simulada	31
Figura 33. Backplot cutter compensation display	32
Figura 34. Rough and finish passes	34
Figura 35. Multi passes	35
Figura 36. Ventana DRILL	36
Figura 37. GRIS	37
Figura 38. Bolt circle	38
Figura 39. Point sorting (2D)	39
Figura 40. Point sorting (Rotary)	40

Figura 41. Ventana Point sorting (cross)	41
Figura 42. POCKET	42
Figura 43. FACE	42
Figura 44. SURFACE	43
Figura 45. Drive-check	43
Figura 46. Contain surface-rough	45
Figura 47. Ventana SURFACE – ROUGH	45
Figura 48. RADIAL	46
Figura 49. FLOWLINE	47
Figura 50. Surface contour	47
Figura 51. Surface restmill	48
Figura 52. Ventana SURFACE – FINISH	49
Figura 53. Parallel steep	49
Figura 54. Surface scallops	51
Figura 55. Ventana MANUAL ENTRY	51

Figura 56. Simple drill	52
Figura 57. Tip compensation	53
Figura 58. Ventana TIP COMPENSATION	53
Figura 59. POCKET	55
Figura 60. Pocket remachining	56
Figura 61. Ventana OPEN POCKET	57
Figura 62. Open pocket overlap (izq 30%, der 125%)	57
Figura 63. Open pocket cutting method (izq no, der si)	58
Figura 64. Machining direction (izq convencional, der climb)	59
Figura 65. Tip compensation (izq centro, der punta)	59
Figura 66. Depth cuts	60
Figura 66. Tapered walls	61
Figura 67. Tapered walls with islands	61
Figura 68. Use island depths	62
Figura 69. Filter settings	62
Figura 70. Tolerance	63

Figura 71. Ventana ROUGHING / FINISHING PARAMETERS	64
Figura 72. Minimize tool burial (izq_si der_no)	66
Figura 73. Helix/Ramp	66
Figura 74. Helix	67
Figura 75. Follow boundary	68
Figura 76. Lead in/out	70
Figura 77. Lead in/out 2	70
Figura 78. FACING	71
Figura 79. Move between cuts (high linear loops, linear, rapid)	72
Figura 80. Across overlap (100%, 50%)	73
Figura 81. Imagen surface-rough-paralel (izq macho, der cavidad)	73
Figura 82. Ventana DIRECTION	74
Figura 83. Total tolerance setting	76
Figura 84. Imagen control de entrada de la herramienta	77
Figura 85. Venta CUT DEPTHS	79

Figura 86. Ventana Gap settings	80
Figura 87. Gap setting	80
Figura 88. Imagen Gap settings 1	81
Figura 89. Advanced settings	82
Figura 90. Cut control (izq = 1, der = 90)	84
Figura 91. Surface contour	85
Figura 92. Ventana SHALLOW	87
Figura 93. Ventana RESTMATERIAL PARAMETERS	88
Figura 94. Sep range	91
Figura 95. Finish radial (start offset distance 1.0, sweep angle 10°, start offset distance 5.0)	92
Figura 96. Imagen 3d collapse	93
Figura 97. Ventana TOOL PARAMETERS	94
Figura 98. Ventana TOOL DISPLAY	97
Figura 99. Ventana TOOL PARAMETERS – botón derecho	98
Figura 100. Ventana TOOL MANAGER	99

Figura 101. Ventana TOOL MANAGER – botón derecho	100
Figura 102. Ventana TOOL LIST FILTER	101
Figura 103. Ventana DEFINE TOOL	102
Figura 104. Ventana DEFINE TOOL – TOOL	103
Figura 105. Ventana DEFINE TOOL – PARAMETERS	104
Figura 106. Ventana OPERATION IMPORT	105
Figura 107. Ventana FEED AND SPEED CALCULADOR	106
Figura 108. Ventana FEED AND SPEED CALCULATOR	107
Figura 109. Get from library	108
Figura 110. Ventana MATERIAL DEFINITION	110
Figura 111. Ventana OPERATIONS MANAGER	111
Figura 112. Opciones Disponibles	113
Figura 113. Ventana JOB SETUP	114
Figura 114. Ventana MANUAL ENTRY	116
Figura 115. Circ mill parameters	119
Figura 116. Start angle 90 grados	120

Figura 117. Start angle 180 grados	120
Figura 118. Entry/exit arc sweep	121
Figura 119. Ventana HELIX	122
Figura 120. THREAD MILL	123
Figura 121. Thread pitch bajo	124
Figura 122. Thread pitch alto	124
Figura 123. Thread start angle 0	124
Figura 124. Thread start angle 90	124
Figura 125. Taper angle 3.0	125
Figura 126. Taper angle 0	125
Figura 127. Start at Center Desactivada	126
Figura 128. Start at Center Activada	126
Figura 129. Perpendicular entry Desactivada	127
Figura 130. Perpendicular entry activada	127
Figura 131. Linearize helixes Desactivada	127

Figura 132. Linearize helixes activada	127
Figura 133. Automatic arc drilling	129
Figura 134. Add depth stop drilling operation	131
Figura 135. Rotary axis	132
Figura 136. Reference points	134
Figura 137. Depths, group and library	135
Figura 138. Drill tip compensation	137
Figura 139. Custom drill parameters	138
Figura 140. Pre-drilling	139
Figura 141. Tapping- feed in, reverse spindle-feed out	140
Figura 142. Peck drill – otros parámetros	142
Figura 143. Peck Clearance	143
Figura 144. Drill start hole	145
Figura 145. Drill start hole basic or advance	146
Figura 146. Obround	147
Figura 147. Rough / finish parameters	148

Figura 148. Helix bore parameter	149
Figura 149. Output arcs moves for helixes activado	150
Figura 150. Output arcs moves for helixes desactivado	151
Figura 151. Add point menu	152
Figura 152. Ruled parameters	160
Figura 153. Método de corte Zigzag	161
Figura 154. Método de corte One Way	161
Figura 155. Método de corte 5 axis swarf	162
Figura 156. Método de corte Circle	163
Figura 157. Sync options	164
Figura 158. Cuadro de dialogo constant Z cutting	165
Figura 159. Posiciones inicial, final y tamaño del paso	166
Figura 160. Trimming plane	167
Figura 161. Toolpath concavo	168
Figura 162. Toolpath convexo	168

Figura 163. Revolved parameters	169
Figura 164. Axis depth	170
Figura 165. Trimming height (Corte debajo del eje de revolución)	170
Figura 166. Trimming height (Corte debajo del eje de revolución)	171
Figura 167. Trimming height (Corte arriba del eje de revolución)	171
Figura 168. Trimming height (Corte arriba del eje de revolución)	171
Figura 169. Trimming width	172
Figura 170. Trimming width	172
Figura 171. Swept boundary	174
Figura 172. Swept 2D parameters	175
Figura 173. Swept 3D toolpath	176
Figura 174. Swept 3D parameters	178

Figura 175. Cutting method Zigzag	179
Figura 176. Cutting method one way	179
Figura 177. Cutting method Circular	180
Figura 178. Cutting method 5 axis	181
Figura 179. Coons parameters	182
Figura 180. Mezclas	183
Figura 181. Lofted parameters	185
Figura 182. Transform operation parameters type and methods	187
Figura 183. Maintain source operation	188
Figura 184. Creando múltiples operaciones con el mismo compensación (offset)	189
Figura 185. Usando una sola compensación (offset) por cada fase	190

Figura 186. Transform operations translate	192
Figura 187. Transform view manager	194
Figura 188. View information	196
Figura 189. Transform operation rotate	199
Figura 190. View #1	200
Figura 191. Toolpath Editor	202
Figura 192. Toolpath Editor Options	203
Figura 193. Solid drill básico	205
Figura 194. Solid drill advance	208
Figura 195. Solid drill advance tool parameters	209
Figura 196. Home position	211
Figura 197. References Points	212
Figura 198. Miscellaneous values	213
Figura 199. Depths, Group and Library	214
Figura 200. Drill tip compensation	215

Figura 201. Custom drill parameters	216
Figura 202. Pre-drilling	217
Figura 203. Utilities	218
Figura 204. Ventana verify configuration	219
Figura 205. Backplot	220
Figura 206. Ventana backplot display	221
Figura 207. Ejemplo de un reporte	224
Figura 208. Ejemplo de un reporte	225
Figura 209 Torneado interrumpido	228
Figura 210. Maquinado	228
Figura 211. Maquinado	229
Grafica 212. Temperatura de corte en función de la velocidad	230
Grafica 213. Temperatura de corte en función de la velocidad	231
Grafica 214. Factores que afectan la profundidad de corte (doc)	232

Grafica 215. Imagen Dureza en el material de la herramienta	233
Figura 216. Carburos revestidos PVD	236
Figura 217. Revestidos alumina CVD Insertos CH2, KC992M y KC994M	237
Figura 218. Carburo revestidos CVD CG4 y KC850	237
Figura 219. Carburos revestidos alumina K090	238
Figura 220. Carburos revestidos KY2100 y KY3500	239
Figura 221. Insertos K313 y KM1	240
Figura 222. Película de diamante KD100	241
Figura 223. Nomenclatura face mills	242
Figura 224. End mill indexable	245
Figura 225. End Mill de Carburo	246
Figura 226. End mill HSS	247
Figura 227. End Mill Maquinado de canales	248
Figura 228. Indexable end mills	248
Figura 229. Carburo sólido end mills	249

Figura 230. Herramientas de ranurado (HSS o Carburo soldado)	251
Figura 231. Herramientas ranurado de indexable	252
Figura 232. Herramienta de ranurado (slotting)	252
Figura 233. Diámetro vs. Rigidez	254
Figura 234. Soporte se árbol tipo B	255
Figura 235. Herramientas de roscado	255
Figura 236. Movimiento Interpolación helicoidal entre A y B	258
Figura 237. Aproximación arco tangencial roscado interno	259
Figura 238. Aproximación arco tangencial roscado externo	259
Figura 239. Aproximación Tangencial por medio de una línea roscado Externo	260
Figura 240. Aproximación radial roscado interno	261
Figura 241. Cálculo de la velocidad de avance roscado interno	263
Figura 242. Cálculo de la velocidad de avance roscado externo	264
Figura 243. Desgaste excesivo del inserto en el costado	264
Figura 244. Desgaste excesivo del inserto en la arista de corte	265

Figura 245. Acumulación de material en la arista de corte de la herramienta	266
Figura 246. Método de roscado externo convencional y ascendente a la derecha	267
Figura 247. Método de roscado externo convencional y ascendente a la izquierda	267
Figura 248. Método de roscado interno convencional y ascendente a la derecha	268
Figura 249. Método de roscado interno convencional y ascendente a la izquierda	268
Figura 250. Herramienta de Rampa, plunge y face	270
Figura 251. Bordes y Rampa	271
Figura 252. Plunge y Face	271
Figura 253. Interpolación helicoidal	272
Figura 254. Face (insertos indexados de diferentes tamaños)	272
Figura 255. Fondo Plano IC y D	274
Figura 256. Corner Radius	275
Figura 257. Facet	276

Figura 258. Facet finish	276
Figura 259. Radio de Leva (wiper radius)	276
Figura 260. Wiper radius finish	277
Figura 261. Herramientas para maquinado de cavidades	278
Figura 263. Adaptador V-flange (brida)	279
Figura 264. Montaje Flat Back	280
Figura 265. Adaptador HSK	281
Figura 266. Adaptadores para herramientas end mill	282
Figura 267. Montaje quick change (cambio rápido)	283
Figura 268. Montaje KM cambio rápido	284
Figura 269. Adaptador con collar de sujeción	285
Figura 270. Montaje de árbol	286
Figura 271. Adaptador powergrip	287
Figura 272. Adaptador de herramienta de rasurado	288
Figura 273. Ancho radial y profundidad axial face mills	289

Figura 274. Profundidades de corte axial y radial en end mill	289
Figura 275. Profundidades de corte axial y radial en rasurados	290
Figura 276. Diámetro deseable	291
Figura 277. Diámetro indeseable	292
Figura 278. Herramienta en la posición deseable	293
Figura 279. Angulo de entrada negativo	294
Figura 280. Ángulo de entrada positivo	295
Figura 281. Angulo de entrada variable	296
Figura 282. La profundidad de corte debe ser $2/3$ el oal	297
Figura 283. Ángulos Principales más comunes	298
Figura 284. Filo y área detrás de la arista de corte	299
Figura 284. Geometría de los insertos	300
Figura 285. Angulo 0	302
Figura 286. Angulo de 15°	303
Figura 287. Angulo de 45°	304

Figura 288. Ángulo vs. Viruta con un arado de inclinación diferente de cero	305
Figura 289. Ángulo vs. Viruta con un arado de inclinación igual cero	306
Figura 290. Herramienta redonda – grosor de la viruta	306
Figura 291. Maquinado convencional	307
Figura 292. Maquinado descendente	308
Figura 293. Inclinación positiva la pieza se deforma en dirección ascendente	309
Figura 294. Inclinación negativa la pieza se deforma en dirección descendente	310
Figura 295. Fuerza de corte y posición de la herramienta	311
Figura 295a. Fuerza de corte y posición de la herramienta	311
Figura 296. Inclinación doble positivo	313
Figura 297. Inclinación doble negativo	314
Figura 298. Inclinación doble Negativa / positiva	316
Figura 299. Angulo variado positivo/negativo	317
Figura 300. Alta inclinación negativa/positiva	318

Figura 301. Sentido horario y antihorario	319
Figura 302. Densidad de insertos	320
Figura 303. Densidad diferencial	322
Figura 304. Ejemplo de la tabla	325
Figura 305. Inscripciones	325
Figura 306. Altura radial y ancho axial	326
Figura 307. Velocidad de compensación	328
Figura 308. Área de la secciona transversal de la viruta v forma del inserto	335
Figura 309. Número de insertos en el corte	336
Figura 310. $D / 2 < W < D$	337
Figura 311. $W < D / 2$	338
Figura 312. Brida V	344
Figura 313. Caballos de potencia vs. Torque	345
Figura 314. Análisis de grafica de la parte	346
Figura 315. Métodos Face mill, Ranurado y end mill	251

Figura 316. Geometría de los insertos	352
Figura 317. Acabado alto y bajo	353
Figura 318. Picos altos y bajos	354
Figura 319. Picos altos y bajos 2	354
Figura 320. Inclinación	355
Figura 321. Marcas producidas	356
Figura 322. Marcas de avance con diferentes tipos insertos	357
Figura 323. Métodos de medición de acabados de superficie	358
Figura 324. Causas de la ruptura	359
Figura 325. Evacuación de viruta inadecuada	360
Figura 326. Astillado por profundidad de corte	361
Figura 327. Fracturas térmicas	362
Figura 328. Fracturas térmicas 1	362

LISTA DE ANEXOS

	pág
Anexo A Metodología para selección de herramientas y operaciones de manufactura en centros de mecanizado de 3 ejes	372
Anexo B Manual de usuario	375
Anexo C Diagramas UML del sistema desarrollado	381
Anexo D Funcionamiento interno del software de apoyo de planeamiento del proceso	384
Anexo E Funciones principales del software	388
Anexo F Explicación general de la operación del software desarrollado	392
Anexo G Mapa del sitio	410

INTRODUCCIÓN

La gestión del conocimiento es la estrategia más importante de competitividad a nivel empresarial. La mano de obra y procesos disponibles actualmente en Colombia no están altamente calificados para la competencia internacional. Esto incluye factores como el bajo nivel de conocimiento de inglés y la falta de un conocimiento del método científico para el desarrollo de nuevas técnicas para manufactura de moldes, entre otros.

La falta de calidad en el proceso de manufactura de los moldes hace necesaria la implementación de estrategias para el uso de las herramientas y el software CAM utilizadas en el proceso de manufactura de moldes. De esta manera la empresa entregaría al trabajador nuevas herramientas para desarrollar un trabajo más eficiente; mejorando así la calidad de decisiones, el rendimiento del proceso, la vida útil de las herramientas y la calidad de los moldes que se manufacturan.

Objetivo general

Desarrollo de una metodología para el planeamiento de la selección de herramientas y operaciones de manufactura para mecanizado de piezas prismáticas en centros de mecanizado de 3 ejes. Apoyado por un manual de consulta de masterCAM V9 modulo mill, menú toolpath y NC, un manual básico de operaciones de desprendimiento de viruta y herramientas, y creación de un software CAPP de apoyo para la selección de herramientas, avances y velocidades de giro.

Objetivos específicos

Crear un manual de consulta de masterCAM V9 modulo mill, menú toolpath y NC que sirva de herramienta de consulta durante el proceso de programación de los parámetros de los parámetros de las trayectorias de mecanizado.

Crear un manual básico sobre las operaciones de desprendimiento de viruta en centros de mecanizado de 3 ejes que ayude al trabajador en la fase de planeamiento de las herramientas y operaciones de manufactura.

Desarrollar un software de apoyo para el planeamiento de las herramientas disponibles en el taller y la selección de los avances y velocidades de giro para la programación de los parámetros de las trayectorias en el software CAM.

1. MANUAL DE CONSULTA masterCAM V9

1.1 TOOLPATHS

Figura 1. Ventana TOOLPATHS



New
Contour
Drill
Pocket
Face
Surface
Multiaxis
Operations
Job setup
Next menu

Fuente: Tomado de MasterCAM

- **New**
Esta opción nos permite crear un nuevo toolpath (trayectoria de herramienta), al crear un nuevo toolpath, las herramientas y trayectorias que se encuentren definidas en ese momento deberán ser guardadas, de lo contrario se perderá la información acerca de esto.
- **Contour**
Crea un contorno.
- **Drill**
Crea un taladrado.
- **Pocket**
Crea una cavidad.

- **Face**
Realiza una limpieza rápida de la superficie exterior de una placa que va a ser maquinada.
- **Surface**
Permite realizar un desbaste o un acabado de una superficie.
- **Multiaxis**
Tecnología no disponible.
- **Operations**
La ventana de operations nos muestra todas las operaciones que hay previstas para un trabajo determinado.
- **Job setup**
Permite definir la estructura de trabajo (el tipo de material, las dimensiones, y otras características generales).
- **Next menu**
Nos lleva al siguiente menú de opciones.

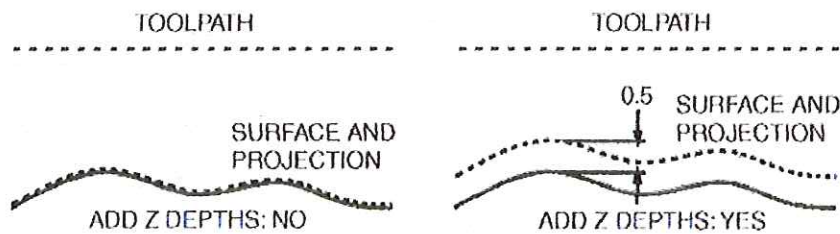
Figura 2. Ventana TOOLPATHS 2

Manual ent
Circ tlpths
Point
Project
Trim
Wireframe
Transform
Import NCI
Solid Drill

Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Manual ent**
Permite insertar manualmente comentarios y códigos especiales dentro del archivo .NCI
- **Circulars**
Permite realizar maquinados circulares
- **Point**
Permite realizar saltos de avance rápido entre diferentes puntos. Por ejemplo para evitar una prensa de sujeción que se encuentre en la trayectoria de la herramienta
- **Project**
Permite proyectar operaciones sobre planos, cilindros, conos verticales y horizontales, y esferas.

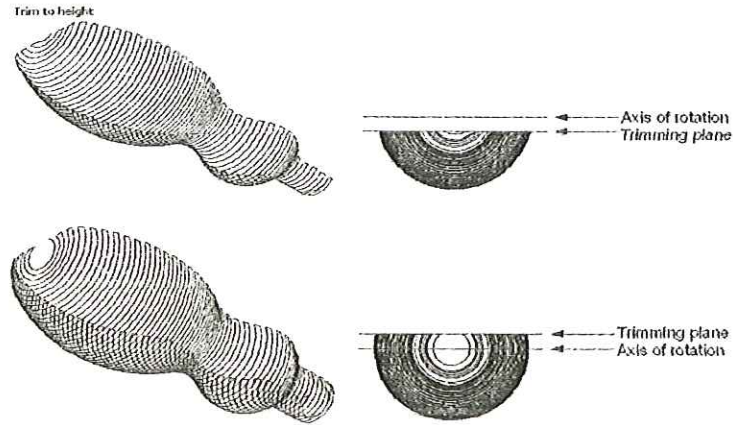
Figura 3. PROJECT



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Trim**
Permite definir un plano que limita una trayectoria de maquinado.

Figura 4. TRIM

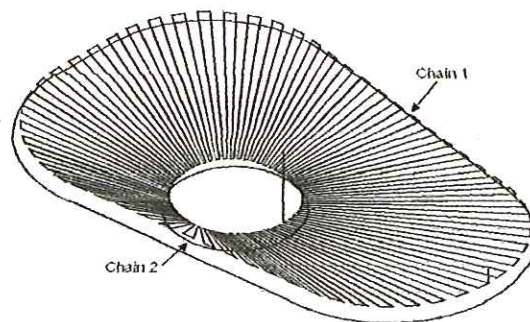


Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Wireframe**

Permite realizar un maquinado del tipo estructura de alambre

Figura 5. WIREFRAME



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Transform**

Permite copiar y cambiar la orientación de operaciones creadas con anterioridad. Se puede usar esta operación para trasladar, rotar y hacer funciones espejo.

- **Import NCI**

Se utiliza para importar archivos NCI de versiones anteriores de masterCAM. Con estos se obtiene únicamente trayectorias de herramienta.

- **Solid Drill**

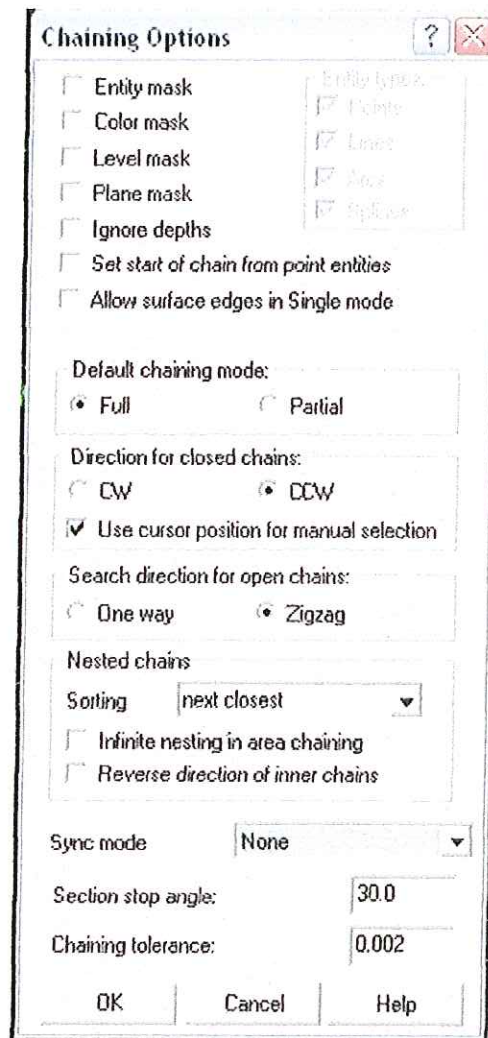
Permite seleccionar una cara de un sólido y detectar automáticamente agujeros en la cara para que sean taladrados

1.2 CHAINING OPTIONS

- **Options**

Visualizamos un cuadro de diálogo (Chaining Options u opción de encadenado) que nos ayuda a seleccionar una serie de valores para trabajar con las cadenas. Estos valores quedaran determinados para todas las cadenas que usted cree en el archivo correspondiente.

Figura 6. Imagen Chaining options



Fuente: Tomado de MasterCAM

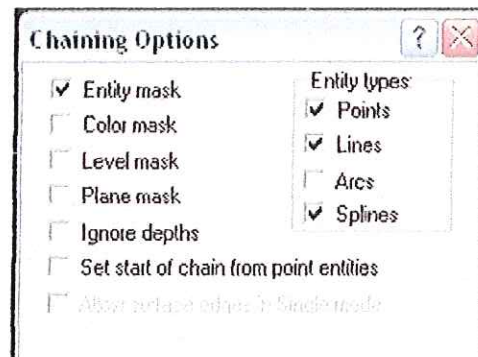
1.2.1 Chaining options En el cuadro de dialogo tenemos las siguientes opciones: Entity mask, Entity types, Color Mask, Level mask, Plane mask, Ignore depths, estas opciones nos ayudan a incrementar la velocidad de selección de las cadenas, cuando tenemos muchas cadenas o ramas. Esto solo nos ayuda a filtrar, también se pueden hacer una serie de filtros con varias opciones. Ejemplo (Entity

mask + color mask), pero no son automáticamente seleccionadas, la selección es manual.

- **Entity mask (mascara de entidades)**

Cuando seleccionamos este parámetro nos activa el cuadro de **Entity types (tipos de entidades)** en el cuadro podemos seleccionar las diferentes entidades point (puntos), line (líneas), arcs (arcos), spline (líneas y/o arcos en tres dimensiones). Puede seleccionarse uno, o varios.

Figura 7. Chianing options



Fuente: Tomado de MasterCAM

CHIANG OPTIONS

- **Color Mask (mascara de colores)**

Encadena las entidades del mismo color.

- **Level mask (mascara de niveles)**

Encadena las entidades que estén en el mismo nivel.

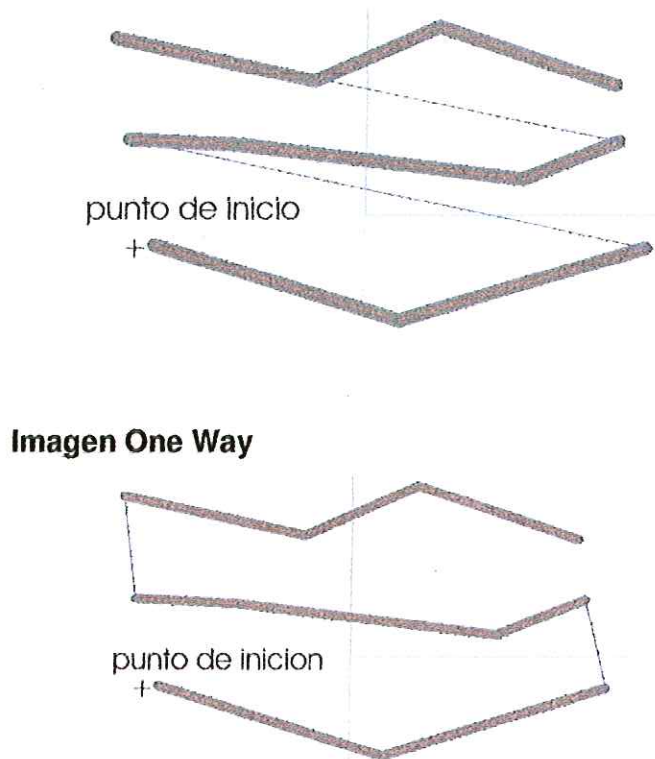
- **Plane mask (mascara de planos)**

Encadena las entidades que estén paralelas al plano de construcción y que este a la misma altura de la primera cadena que usted selecciono.

- **Ignore depths (ignorar profundidad)**
Reconoce todas las entidades como si estuvieran en el mismo plano de construcción. No esta disponible si esta seleccionado **Plane mask**.
- **Set start of chain from point entities (Definir el comienzo de la cadena del punto de entidades)**
Selecciona las entidades en cualquier parte, inicia en el punto de unión con la otra entidad.
- **Allow surface edges in single mode (permitir aristas en superficies en modo simple)**
- **Default chaining mode (Modo de encadenado predeterminado)**
Full (completo): Esta predeterminada, se utiliza para encadenar de una manera rápida, tomando la cadena de la entidad seleccionada.
Partial: Toma solo una parte de la cadena y espera para continuar.
- **Directions for closed chains**
Se usa para definir el sentido del contorno para el maquinado. Se tiene los sentidos horario y antihorario, si se tiene seleccionada la opción *use cursor position for manual selection (uso de cursor de posición para selección manual)* tomara el sentido que uno quiera con el cursor.
- **Search directions for opens chains (definición de la dirección de cadenas abiertas)**
Esta aplicación es solo usada para el método de encadenado por ventana, es utilizado para unir varias cadenas en un área determinada.
Cuando se esta usando el encadenado por ventana. MasterCam advierte para seleccionar un punto de inicio de las cadenas que se seleccionaron. Mastercam automáticamente asigna el comienzo y fin de todos los puntos de cada cadena seleccionada.

Si usted selecciona **One way (un sentido)**, cada cadena inicia en el punto mas cercano de el comienzo de la cadena anterior. Si usted selecciona **Zigzag**, cada cadena inicia en el punto cercano del final de la cadena anterior.

Figura 8. Zigzag



Fuente: Tomado de MasterCAM

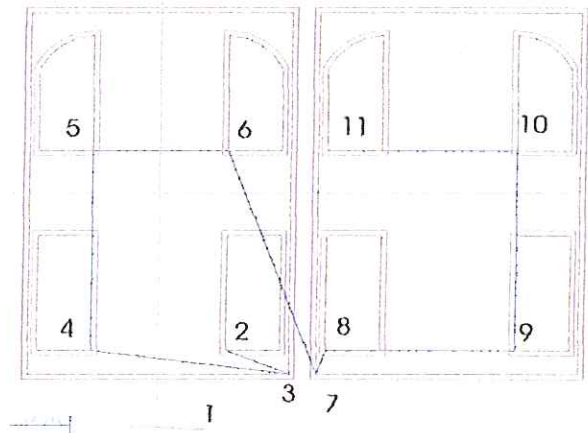
- **Nested Chains (anidado de cadenas)**

Este método es muy utilizado para la selección de varias cadenas pero debe tenerse en cuenta el tipo de clasificación (**sorting (clasificación)**) para que el camino de la herramienta sea el que nosotros necesitamos.

- **Next closest (más próximas)**

La cadena más aproximada al punto seleccionado, pero comienza por el primer grupo de cadenas seleccionado, para después ir al segundo grupo.

Figura 9. Operación con Next closest

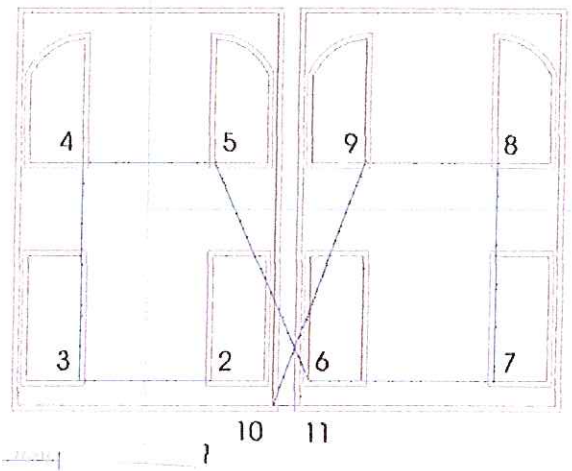


Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Inside to outside (interiores a exteriores)**

Las cadenas son clasificadas de la más interna y son procesadas juntas, luego se van a las cadenas exteriores.

Figura 10. Operación con Inside to outside

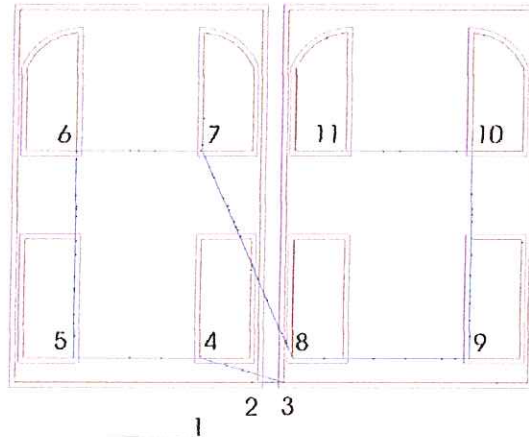


Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Outside to inside**

Las cadenas son clasificadas de las exteriores y son procesadas juntas antes de ir a un nivel mas interno.

Figura 11. Operación con Outside to inside

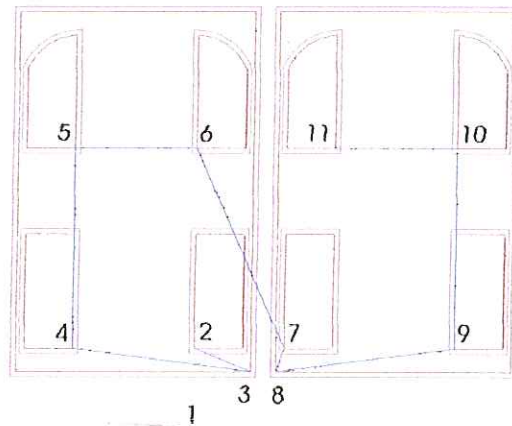


Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Optimize inside to outside (optimización interior a exterior)**

Las cadenas son procesadas de adentro hacia afuera, sin tener en cuenta el grupo de cadenas que se selecciono primero.

Figura 12. Operación con Optimize inside to outside

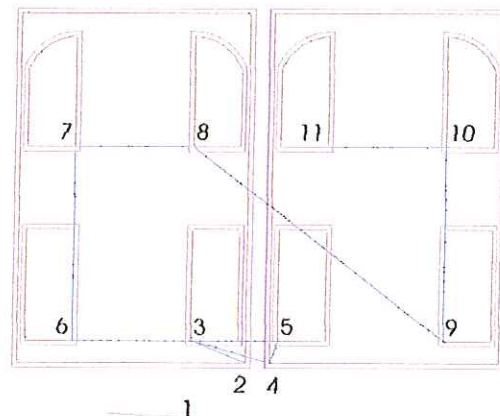


Fuente: Tomado de MAsterCAM

- **Optimize outside to inside**

Las cadenas son procesadas de la mas externas a las mas internas, sin tener en cuenta el primer grupo que se selecciono.

Figura 13. Operación con Optimize outside to inside



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Infinite nesting for area Chiang (anidado infinito por encadenado de área)**

La geometría anidada es una geometría que esta completamente contenida en una frontera cerrada.

Con la **Infinite nesting for area chaining box** seleccionada, se aplica la selección de área y con un simple click dentro del área que se quiere realizar el proceso, automáticamente quedan seleccionadas las cadenas.

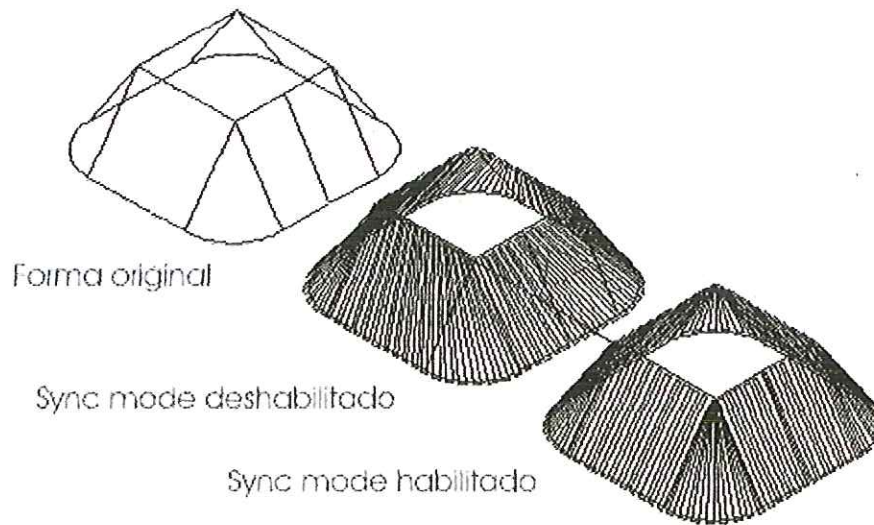
- **Reverse direction of inner chains (invertir dirección de cadenas internas)**

Esta opción es usada para cambiar la dirección del encadenado las cadenas esta rodeadas por una cadena exterior. Es usado para geometrías interiores y exteriores y provee una corrección de dirección de corte de la parte exterior del encadenado. La cadena que esta rodeando los otros encadenados realizan un mecanizado interior, los otros encadenados realizan un corte por el exterior de la forma.

- **Sync Mode**

Muchas funciones en Mastercam, como la creación de superficies y el control del toolpath, usan sincronización de las cadenas, este método nos ayuda a resolver el problema que se nos presenta en superficies mostrado en la figura. Las deformaciones en ciertas superficies pueden hacerla de difícil maquinado, de esta manera se soluciona este tipo de problemas.

Figura 14. SYNC MODE



Fuente: Tomado de MasterCAM

En estas opciones la más utilizada **by branch (por ramas)** es la más efectiva.

Nota: Al menos dos cadenas deben ser seleccionadas para sincronizar.

Cuando usamos la opción **by Branch (por ramas)** es más fácil seleccionar mascararas de colores o superficies.

Cada una de las cadenas debe tener un igual número de entidades, nodos, o puntos son los puntos que corresponden uno a uno entre las cadenas.

El modo **by node (por nodos)** aplica solo a las parametric splines (líneas y/o arcos en tres dimensiones paramétricas).

Cuando se usa la opción Manual o Manual/density. Los encadenados simples y de sección son usados fácilmente.

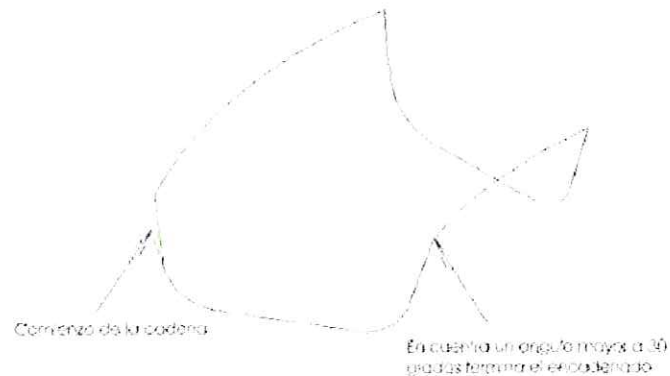
- **None**

Divide el encadenado en un número igual de puntos. Ciertamente las superficies y toolpath requieren más precisión de lo que esta opción provee.

- **By Entity**
Las cadenas corresponden a los puntos finales de cada entidad. Se requiere que ambas cadenas tengan el mismo número de entidades.
- **By branch (por rama)**
Las cadenas corresponden a los puntos de las ramas.
- **By node**
Las cadenas corresponden dos o más splines. Cada spline tiene el mismo número de nodos. Se aplica solo a los spline paramétricos.
- **By points**
La correspondencia de las entidades que se seleccionan **By point** en los puntos finales de cada entidad. Usted necesita tener creado el punto donde usted quiere la cadena a sincronizar.
- **Manual**
Corresponden a las cadenas de las áreas que defina el usuario.
- **Manual/density**
Corresponde a las cadenas que usted especifica o permite asignar una densidad para cada cadena. Si un área es de radio pequeño, usa una mayor densidad (como 2) para un mejor acabado de la superficie.
- **Section stop angle (sección de ángulo de detención)**
La opción **Section stop angle** se aplica solo al encadenado de secciones. En la sección de encadenado, Mastercam encadena a lo largo de un conjunto de suaves curvas. Describe la "suavidad" de la curva que sea menor que en la sección stop angle será considerada tangente para este método de encadenado. Cuando Mastercam encuentra un ángulo que excede el fijado, o un punto de bifurcación, este termina el encadenado.

Es usada para encadenado de superficies coons, las superficies coons requieren, que usted defina un conjunto de curvas a lo largo y a través. Este método simplifica el proceso de encadenado de un conjunto de curvas.

Figura 15. Section stop angle



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Chaining tolerance (definiendo tolerancias)**

Es la máxima distancia que dos puntos pueden estar distanciados y todavía ser encadenados. El encadenado finaliza cuando la distancia entre dos entidades excede la tolerancia. Usted puede exceder o decrecer esta tolerancia en el cuadro de dialogo.

1.2.2 Chain

- **Mode**

Se retrocede al menú anterior.

- **Partial**

Sirve para definir la trayectoria y dirección en el encadenado, también donde inicia y donde finaliza.

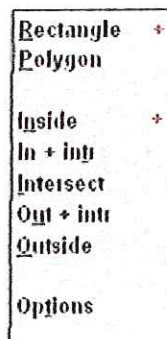
- **Wait**

Cuando esta activado, espera para dirigir manualmente la trayectoria de la cadena.

1.3 WINDOW (ventana)

Es una ayuda para una rápida selección de las entidades que se han especificado en el cuadro **Chaining options**.

Figura 16. Window menu



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Rectangle (rectángulo)**
Fija la ventana en forma de rectángulo.
- **Polygon (polígono)**
Fija la ventana para una forma en diferentes dimensiones.
- **Inside**
Selecciona las entidades que encuentran completamente dentro de la ventana.
- **In + intr.**
Selecciona todas las entidades que están dentro de la ventana y las que se interceptan en la ventana.
- **Intersect (interceptar)**
Selecciona solo las entidades que se cruzan con la ventana.
- **Out + intr.**

Selecciona las entidades que esta completamente afuera y las entidades que se interceptan.

- **Outside**

Selecciona todas las entidades que estén afuera de la ventana.

- **Options**

Abre le cuadro de **chaining options**.

- **Area**

Se utiliza para una selección rápida de las entidades que hay dentro de los límites de un área predeterminada, teniendo en cuenta la configuración del cuadro **Chaining options**.

- **Single**

Se utiliza para seleccionar una sola entidad a la vez para hacer el encadenado, se puede utilizar el cuadro de **Chaining options** para determinar las entidades queremos seleccionar.

- **Section**

Se utiliza para seleccionar múltiples entidades con un simple click del mouse. Mastercam define una sección si las entidades adyacentes son tangentes.

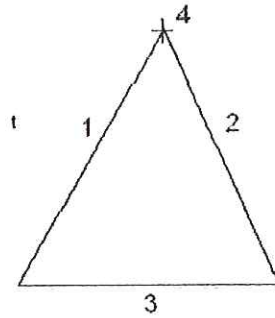
- **Point**

Mastercam puede usar un punto de entidades como un punto para iniciar el encadenado. Mastercam genera rápidos movimientos de los puntos finales al punto de inicio. Por ejemplo cuando maquinamos un contorno que consiste en varias fronteras cerradas, Mastercam permite a la herramienta a un encadenado de puntos finales, que rápidamente regresa al punto de comienzo de la pieza de trabajo.

Otro uso que se le tiene, es para crear superficies. Un punto puede ser el límite de una frontera para la estructura de la superficie, esto es usado en casos que la geometría es de forma triangular.

Para crear una superficie coons de 1x1 de forma triangular. Seleccionando con un encadenado simple las líneas 1, 2 y 3. Usando la opción de encadenado por punto para seleccionar la otra frontera el punto 4.

Figura 17. Chaining options



Fuente: Tomado de MasterCAM

Nota: el único modo de seleccionar un punto para el encadenado es usando la opción **Point**. Esta selección se puede hacer manualmente o usando el cuadro de dialogo de **Chaining options**.

- **Last (ultimo)**

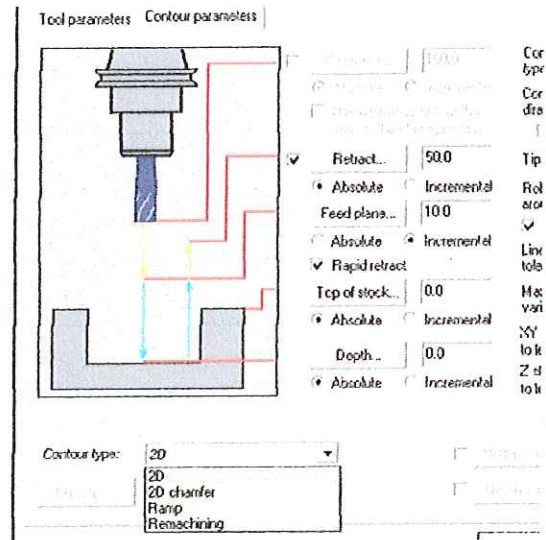
Para volver a seleccionar la anterior entidad, por ejemplo cuando se corrige una superficie que no fue generada apropiadamente, usa la ultima forma del menú método de encadenado. Mastercam encadena las entidades para que usted las pueda editar, corregir la dirección del encadenado o corregirlo en su totalidad.

- **Unselect**

Unselect aparece en ambos métodos de encadenados y en los menús de edición de encadenados. Cada repetición de unselect, remueve la selección de la última a la primera cadena.

1.4 CONTOUR TYPE (tipo de contorno)

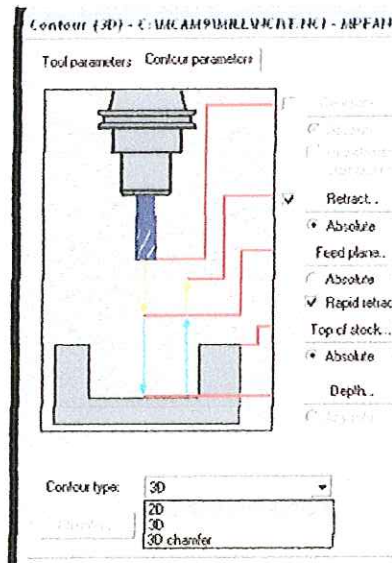
Figura 17. Contorno 2D



Fuente: Tomado de MasterCAM

En nuestro cuadro tenemos las opciones de escoger tipos de contorno de la ventana **Contour type**. Para dos dimensiones entre las opciones a elegir tenemos, 2D, 2D chamfer, Ramp y Remachining.

Figura 18. Contorno 3D



Fuente: Tomado de MasterCAM

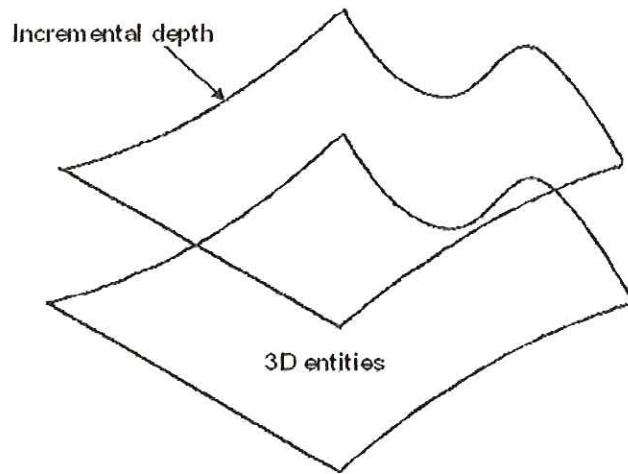
En nuestro cuadro tenemos las opciones de escoger tipos de contorno de la ventana **Contour type**. Para tres dimensiones entre las opciones a elegir tenemos, 2D, 3D, 3D chamfer.

- **2D AND 3D CONTOUR**

Usted puede hacer contornos de 2D Y 3D o la combinación de ambos. El sistema identifica el tipo de contorno que se presenta. La profundidad por defecto es absoluta pero se tiene la opción de incremental.

Offsets y planos de una geometría 3D a una profundidad absoluta, relativa al plano de construcción.

Figura 19. Contorno tipo 2D



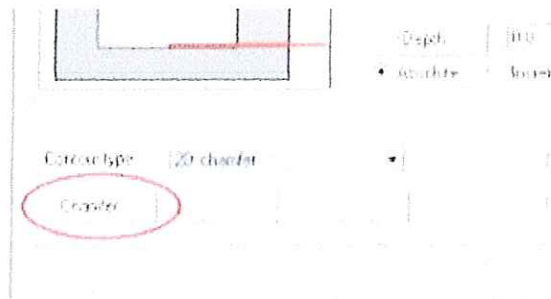
Fuente: Tomado de MasterCAM

El offset de la geometría con la profundidad de maquinado de la cadena. Se adicionan el valor incremental de la profundidad. Solo esta disponible si su cadena es parte del contorno del toolpath.

- **2D AND 3D CHAMFER (biselar)**

Usted debe usar una herramienta tipo bull-nose, ball (spherical) o chamfer mill para crear un chaflán o biselado en un toolpath de contorno. Si usted no selecciona una de estos tipos de herramientas, Mastercam muestra una advertencia, después que usted ha terminado de ingresar los parámetros del toolpath. Usted puede cambiar los parámetros del contorno de chaflán escogiendo el botón chamfer.

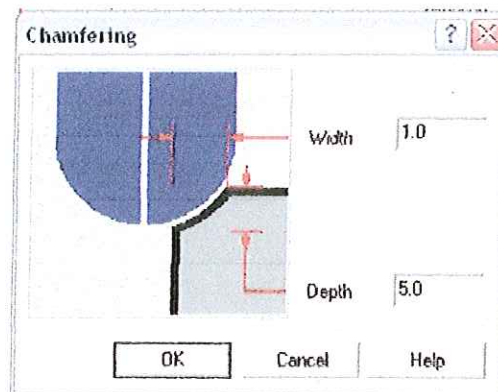
Figura 20. Chamfer boton



Fuente: Tomado de MasterCAM

Este botón nos permite seleccionar los parámetros del chaflán de profundidad (depth) y ancho (width) en el cuadro de diálogo teniendo en cuenta el tamaño y la clase de herramienta que estamos utilizando.

Figura 21. Chamfering



Fuente: Tomado de MasterCAM

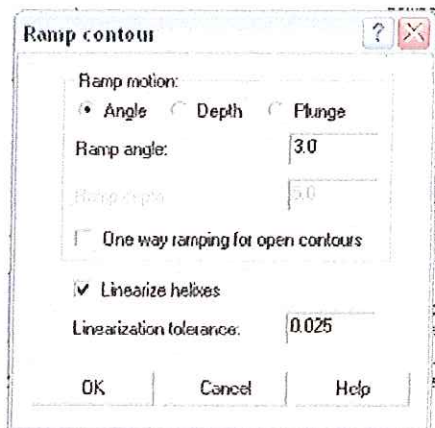
El **Chamfer button** se puede seleccionar solo si usted eligió las opciones de **2D chamfer** o **3D chamfer** en la lista de procedimientos. Un chaflán 2D todas las cadenas tienen una profundidad absoluta. En un chaflán 3D la cual esta disponible solo si usted selecciono 3D chains, usa profundidad incremental.

- **RAMP (Rampa)**

Esta opción permite crear una rampa entre una profundidad de corte y un ángulo seleccionado, una profundidad seleccionada, o una penetración directa entre profundidades de corte. Esto crea un movimiento suave entre las profundidades de corte y el toolpath del contorno, esto es usado en maquinado de alta velocidad (*high speed*). Debe estar selecciona 2D chains y seleccionar la opción **Ramp**.

1.4.1 Ramp contour

Figura 22. Ramp contour



Fuente: Tomado de MasterCAM

RAMP MOTION

- **ANGLE**

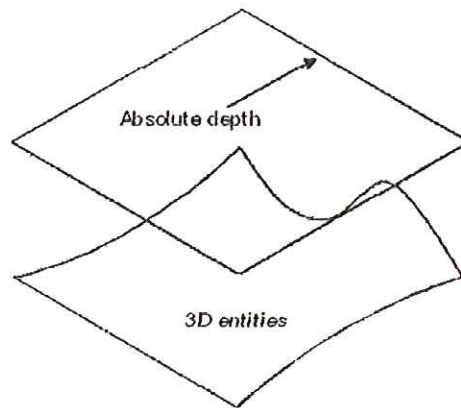
Se selecciona un ángulo al cual penetra la herramienta suavemente hasta una profundidad de taladrado, esta opción se utiliza para hacer un corte suave.

Figura 23. Angle ramp motion



Fuente: Tomado de MasterCAM

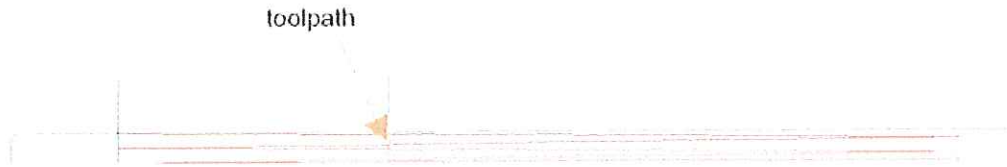
Figura 24. Depth



Fuente: Tomado de MasterCAM

Determinamos la profundidad de la rampa que se maquina, incrementado la profundidad seleccionada hasta llegar a la profundidad deseada, de esa manera logramos una penetración incremental.

Figura 25. Depth ramp motion



Fuente: Tomado de de MasterCAM

- **PLUNGE**

También se determina una profundidad, que se incrementa hasta llegar a la profundidad deseada, a diferencia de la opción **Depth**, esta opción no realiza rampas, simplemente desbasta en forma paralela a la línea de profundidad.

Figura 26. Plunge

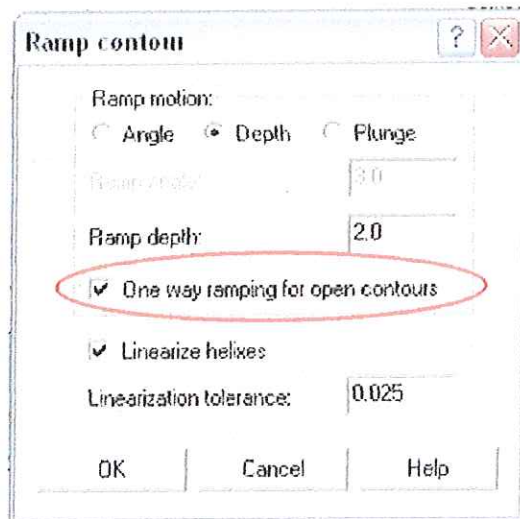


Fuente: Tomado de MasterCAM

- **ONE WAY RAMPING FOR OPEN CONTOURS**

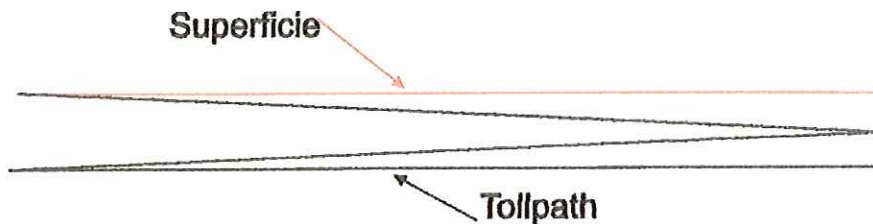
Con la casilla de **One way ramping for open contours** (corte en rampa en un solo sentido), permite crear un maquinado de rampas consecutivas, mientras alcanza la profundidad máxima. Esta selección solo funciona en contornos abiertos y solo está habilitada para **Angle** y **Depth**.

Figura 27. Ramp contour



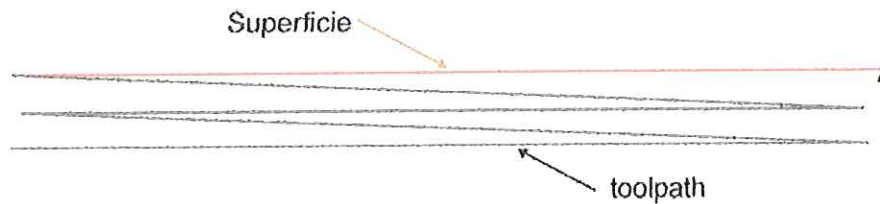
Fuente: Tomado de MasterCAM

Figura 28. One way ramping for open contours activada



Fuente: Tomado de MasterCAM

Figura 29. One way camping for open contours desactivada



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **LINEARIZATION TOLERANCE (tolerancia de linealización)**

Determina que tan cerca esta el offset a la línea original. Un valor pequeño determina un ajuste mas preciso y una mayor precisión del offset, pero esto puede tomar mas tiempo en calcular que cuando se usa un valor mas grande.

Nota: debido a la composición matemática de un spline, Mastercam no puede compensar esto y mantener una estructura cúbica. Cuando se realiza la compensación de una spline, Mastercam la divide en varios segmentos de línea y le realiza el offset a las líneas. Después del compensado de las líneas (offsetting), Mastercam recrea una spline a través del offset de los puntos linealizados.

- **REMACHINING**

El remaquinado calcula áreas donde la herramienta de desbastado no pudo maquinar el material y crear un contorno alrededor de la pieza para limpiar el material sobrante. Las áreas de material sobrante pueden ser basadas en las operaciones previas (the previous operation), todas las operaciones previas (all previous operation), o el tamaño de la herramienta de desbastado (roughing tool diameter).

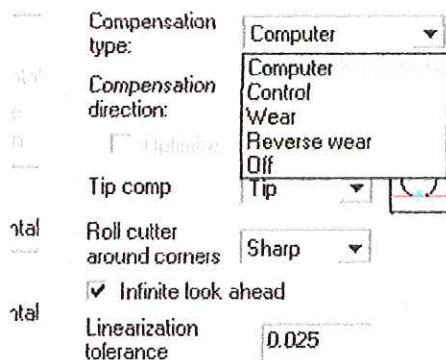
El valor de la tolerancia también afecta el toolpath. Una pequeña tolerancia representa más precisión en el toolpath. Para un remaquinado, una pequeña tolerancia puede resultar en más área maquinada. Cuando usted cambia algún valor es recalculado automáticamente el otro campo.

Usted puede cambiar los parámetros de contorno de remaquinado escogiendo el botón de **remaching**. Este botón esta habilitado si usted selecciona cadenas 2D y selecciona Remaching de la lista.

Nota: Si usted refiere una operación de contorno remaquinado con una operación previa, y entonces el mueve de la operación de remaquinado después de la operaciones referidas en el administrador de operaciones.

- **CUTER COMPENSATION (compensación de corte)**

Figura 30. Tipo compensación



Fuente: Tomado de MasterCAM

En **Compensación de corte** podemos encontrar diferentes tipos de compensación Computer, Control, Wear, Reverse wear y Off.

- **COMPUTER**

Ajusta el toolpath para el tamaño de la herramienta que usted selecciono. Esta opción no le da a la herramienta de la maquina la oportunidad de ajustar el control para la herramienta que se esta usando.

- **CONTROL**

Calcula el toolpath de la geometría sin offset, pero simula la compensación en el display del toolpath. Esto sucede cuando usted ve backplot o verify del toolpath muestra la compensación. Las salidas masterCAM G42 (compensación a la izquierda) o G41 (compensación a la derecha) código en el programa NC. La compensación en el control de la herramienta de la maquina puede ser fijado a $\frac{1}{2}$ de el diámetro de la herramienta. Después de fijar el control, selecciona la dirección de la compensación izquierda o derecha. La compensación en el control permite el ajuste en el controlador usando un valor de wear ($\frac{1}{2}$ de el diámetro de la herramienta o un offset diferente).

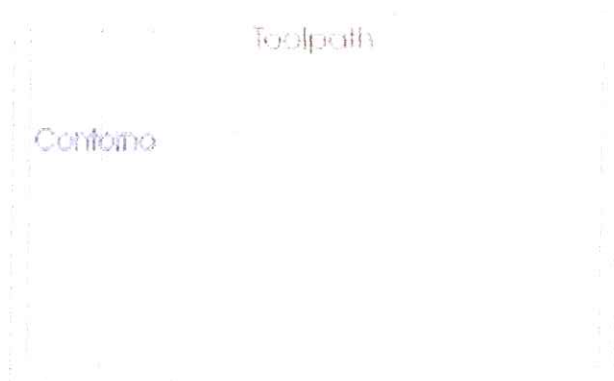
Nota: Las compensaciones en computador y en el control son relacionadas a el parámetro stock to leave XY (tolerancia del material que no se maquina para después darle un acabado) en el contorno. Cuando usted entra un valor positivo para el stock to leave, Mastercam especifica la dirección del offset corte con respecto a la dirección especificada de la compensación (izquierda o derecha). Si usted fija un valor negativo. MasterCAM hace que el offset de corte sea en dirección opuesta a la compensación. Si usted fijo la compensación en Off. Mastercam determina la dirección del offset por el parámetro de compensación de dirección.

Figura 31 Cutter compensation simulada



Fuente: Tomado de MasterCAM

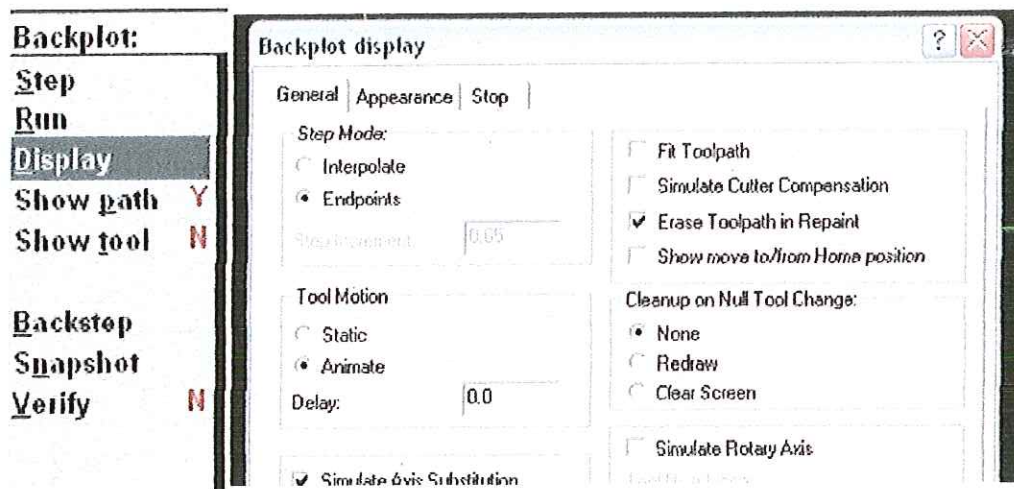
Figura 32. Cutter compensation no simulada



Fuente: Tomado de MasterCAM

La simulación de la compensación se realiza seleccionando la opción **Display** cuando se está realizando el **backplot**.

Figura 33. Backplot cutter compensation display



Fuente: Tomado de MasterCAM

En el cuadro de **Backplot display** aparece la opción **Simulate Cutter Compensation** la cual al ser fijada muestra la compensación de la herramienta.

- **Wear**

Calcula la compensación ($1/2$ del diámetro de la herramienta) en el toolpath y también las salidas de dirección G41 (derecha) o G42 (izquierda). Wear permite realizar cambios en el offset. Por ejemplo 0.001 (la diferencia entre la herramienta de tamaño original y el seleccionado) para ser aplicado a el control en lugar de un diámetro de offset. Cuando se selecciona la opción de Wear, la compensación en el **computer** y **control** ambas son activadas en la misma dirección.

- **Reverse Wear**

Opera con el mismo principio de **Wear**, pero en lugar de eso genera un G42 (G42 compensación a la derecha) cuando la dirección de compensación es fijada a la izquierda, y un G41 (G41 compensación a la izquierda) cuando la dirección de compensación es fijada a la derecha. Cuando la opción de

Reverse Wear es seleccionada, la compensación en **computer** y **control** son ambas activadas, pero en la dirección opuesta.

- **Off**

Sin compensación de corte. Incluso fijando la compensación en Off, usted puede seleccionar una dirección de compensación que permite conducir adentro y afuera los movimientos, y el stock to leave.

Nota: Si no es seleccionada la compensación de corte para el toolpath del contorno, la opción **Tapered Walls** en el cuadro de dialogo **Depth cuts** es deshabilitado.

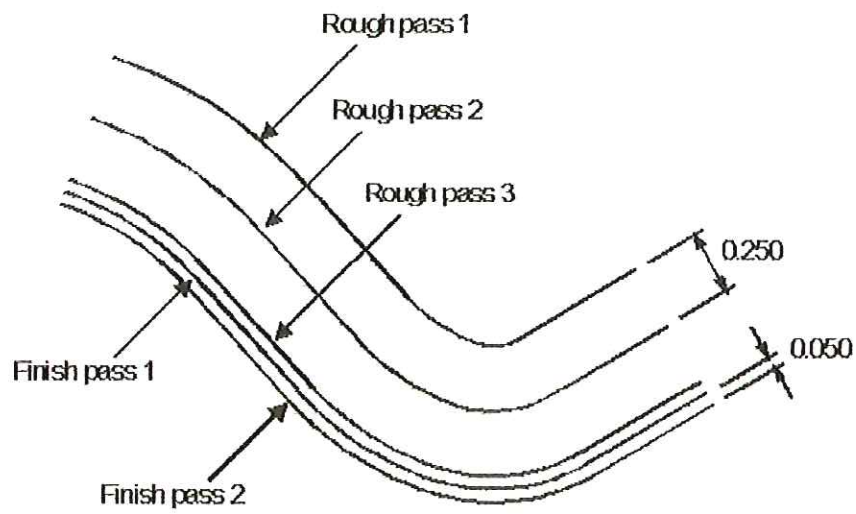
- **Multipasses**

La cantidad de material que deja la operación de desbastado para la operación de acabado, es igual al numero de operaciones de acabado multiplicados por el espaciamiento de la operación de acabado. Por ejemplo, si usted fija 2 operaciones de acabado con un espaciamiento de 0.125, el sistema podría dejar material sobrante de 0.25 después de la última operación de desbastado.

La compensación de corte también afecta las fases. Si usted fija la compensación en off, Mastercam determina la dirección del offset en compensación por control. Si la compensación en el computador y en el control es fijada en off, el sistema no puede fijar la dirección del offset y todas las operaciones de desbastado y acabado se superpondrán. Para evitar esto, la compensación de corte se fija a la izquierda o derecha, y se fija el diámetro de la herramienta en cero.

Usted puede cambiar el parámetro de **multi passes** escogiendo el botón que se ubica en el cuadro de dialogo.

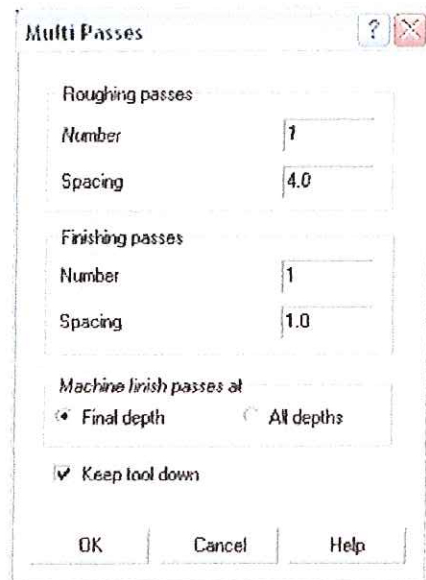
Figura 34. Rough and finish passes



Fuente: Tomado de MasterCAM

Roughin passes y **Finishing passes** se debe determinar en cada uno de los campos de **Number**, que determina el numero de operaciones y **spacing** que determina el espaciamiento entre cada operación.

Figura 35. Multi passes



Fuente: Tomado de MasterCAM

En los parámetros de **Machine finish passes at** (fase de maquinado de acabado para), tenemos dos opciones que son: **final depth** (profundidad final) que se usa para el acabado de la profundidad máxima y **All depths** (todas las profundidades), que se usa para todas las profundidades de la operación.

La última opción es **keep tool down** que simplemente mantiene la herramienta abajo todo el tiempo mientras realiza las operaciones de devastado y acabado.

Figura 36. Ventana DRILL

Manual
Automatic
Entities
Window pts
Last
Mask on arc
Patterns
Options
Subpgm ops
Done

Fuente. Tomado de MasterCAM

- **Manual**
Permite que el usuario seleccione de forma manual cada una de los centros de los agujeros a taladrarse.
- **Automatic**
Permite que el usuario ingrese el primer punto, el segundo y el último punto, a continuación el programa crea una ruta automática y selecciona todos los puntos posibles para taladrar. Requiere que haya puntos como parte de la geometría.
- **Entities**
Se crea una trayectoria de taladrado automática con perforaciones en los endpoints de las entidades seleccionadas, si se seleccionan arcos cerrados, su centro será otro punto a perforar.
- **Windows pts**

Selecciona los puntos presentes en una ventana dibujada por el usuario y crea una trayectoria con perforaciones en estos puntos.

- **Last**

Se crea una trayectoria de taladrado y perforaciones de acuerdo a una trayectoria y unos puntos seleccionada anteriormente.

- **Mask on arc**

Permite seleccionar un arco (abierto ó cerrado) y definir una tolerancia, y en base a esto el programa selecciona todos los demás arcos en la geometría que cumplan estos parámetros. Crea una trayectoria, y en el centro de los arcos crea puntos de perforaciones.

- **Patterns**

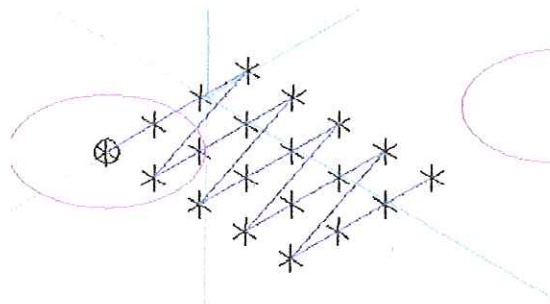
Esta opción permite generar un patrón de perforaciones.

Grid Bolt circle

- **Grid**

Crea una cuadrícula de puntos para taladrar. Se le definen cantidad de puntos en X, distancia entre puntos en X, cantidad de puntos en Y, distancia de puntos en Y, distancia de cambio (ángulo) entre los puntos en X, ángulo entre los puntos en Y.

Figura 37. GRID

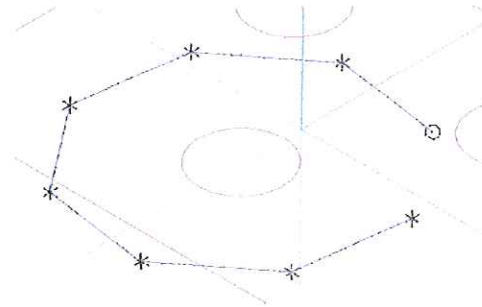


Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Bolt circle**

Crea unos puntos a taladrar en una trayectoria circular. Se le define el centro de la trayectoria, el radio del círculo, el ángulo de inicio, el ángulo entre puntos y la cantidad de puntos en la trayectoria.

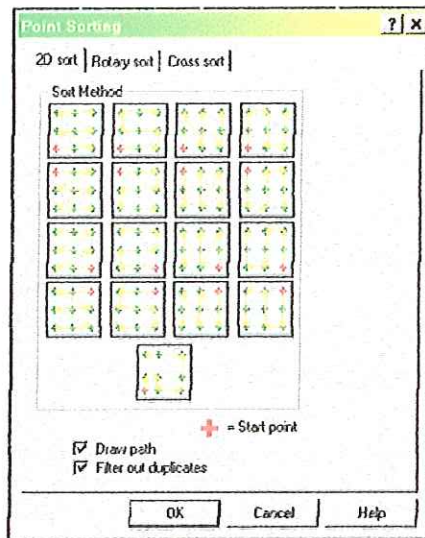
Figura 38. Bolt circle



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Options**

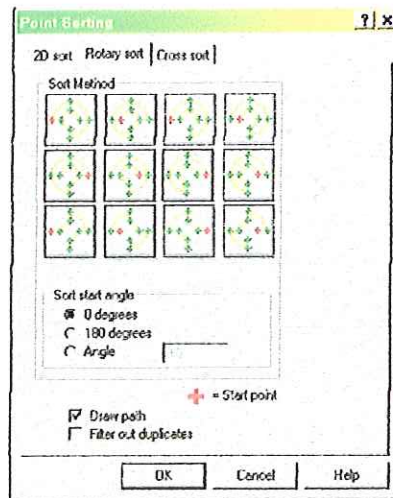
Figura 39 Point sorting (2D)



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Sort method**
Permite seleccionar el tipo de orden que seguirá la trayectoria de taladrado de los puntos seleccionados
- **Draw path**
Muestra ó no la trayectoria seguida entre los puntos.
- **Filter out duplicates**
Filtra todos aquellos puntos que estén repetidos.

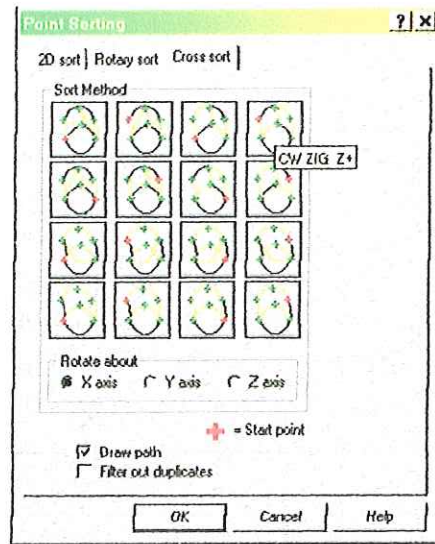
Figura 40. Point sorting (Rotary)



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Sort method**
Permite escoger el tipo de orden a seguir en la trayectoria.
- **Sort Start angle**
Angulo de inicio de la trayectoria.

Figura 41. Ventana Point sorting (cross)



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Rotate about**

Se utiliza para escoger el eje de rotación de la trayectoria de taladrado.

- **Subpgm ops**


Permite crear subprogramas para repetir taladrados en los mismos agujeros. Se puede seleccionar una herramienta diferente y unos parámetros diferentes para cada tipo de subprograma.

- **Done**

Listo.

1.5 POCKET

Figura 42. POCKET



Chain
Window
Area
Single
Section
Point
Last
Unselect
Done

Fuente: Tomado de masterCAM

Para realizar una operación tipo pocket se debe seleccionar una cadena cerrada.

1.6 FACE

Figura 43. FACE



Chain
Window
Area
Single
Section
Last
Unselect
Done

Fuente: Tomado de masterCAM

Una operación FACE nos permite hacer un premaquinado en una placa, para dejarla con profundidad constante.

1.7 SURFACE

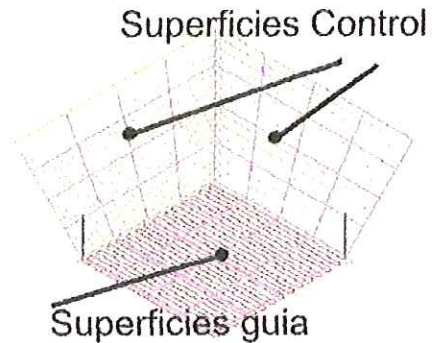
Figura 44. SURFACE

Rough	
Finish	
Drive	S
CAD file	N
Check	S
Contain	Y

Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Rough (Desbaste)**
Realiza una operación de desbaste de grandes cantidades de material de una superficie, tan rápido como sea posible.
- **Finish (acabado)**
Realiza una operación de acabado superficial, después de que se ha hecho un desbaste inicial en la superficie.
- **Drive (Guía)**
Las superficies guía son áreas de partes que van a ser maquinadas.

Figura 45. Drive-check



Fuente. Tomado de MasterCAM

- **CAD file**

Se puede generar una trayectoria de maquinado de un archivo CAD que se encuentre en el disco duro, en vez de que este sea abierto en masterCAM. Usar la opción de CAD file provee un procesamiento mas rápido. MasterCAM extrae la información del archivo que necesita para crear la trayectoria de la herramienta, en vez de abrir el archivo. Esto libera memoria para la creación de la trayectoria de la herramienta.

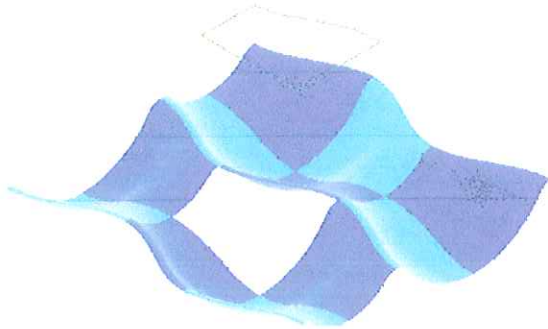
- **Check (Control)**

Las superficies de control no son requeridas, aunque si muy útiles. Ellas limitan el movimiento de la herramienta y aseguran una trayectoria de herramientas en la superficie más exacta.

- **Contain (Contención)**

Un límite de contención de herramienta es una cadena cerrada de curvas que define y limita el área de maquinado en una operación. Usar un límite de contención de herramienta asegura que la herramienta siempre se encuentra dentro del área especificada. Un límite de contención es usualmente una geometría creada específicamente para este propósito. La grafica a continuación muestra un ejemplo de un límite de contención. Este límite puede estar a cualquier profundidad Z relativa a la parte.

Figura 46. Contain surface-rough



Fuente: Tomado de MasterCAM

Figura 47. Ventana SURFACE - ROUGH

Parallel

Radial

Project

Flowline

Contour

Restmill

Pocket

Plunge

Fuente: Tomado de MasterCAM

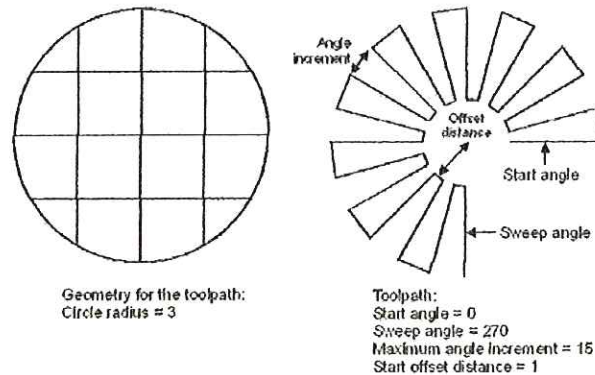
- **Parallel**

Se usa para definir trayectorias de herramienta de una cavidad única. En esta opción se selecciona una superficie que define la trayectoria de la herramienta.

- **Radial**

Se usa para definir trayectorias de herramienta en cavidades redondas.

Figura 48. RADIAL



Fuente. Tomado de MasterCAM

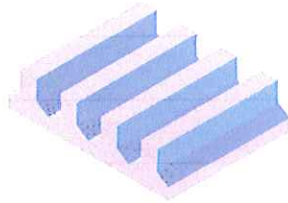
- **Project**

Permite proyectar curvas, puntos o otro archivo NCI sobre las superficies seleccionadas. Este tipo de superficies proveen movimiento de herramientas de forma-libre y proporcionan un mayor control de la herramienta. Estas trayectorias de herramienta pueden ser encajadas de una manera muy exacta al movimiento de corte de la forma de la parte y puede ser usado para grabar textos sobre ejes por ejemplo.

- **Flowline**

Crea líneas de flujo sobre una parte ó cavidad. Permiten tener un control preciso de la altura del material no removido en la operación de maquinado de la parte, creando un acabado exacto y suave.

Figura 49. FLOWLINE

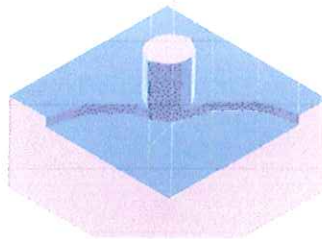


Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Contour**

Permite realizar múltiples cortes a niveles constantes de profundidad (z), que pueden ser un método de maquinado ideal para ciertas herramientas.

Figura 50. Surface contour

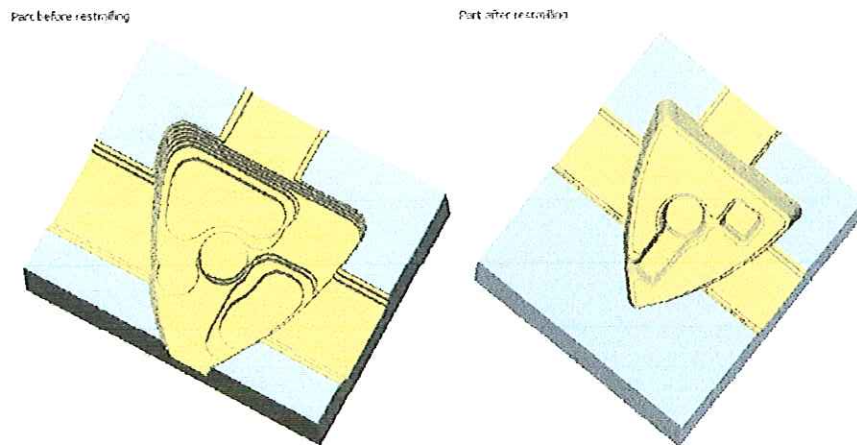


Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Restmill**

Los toolpaths Restmill son operaciones de desbaste que remueven el material restante basado en una trayectoria de desbaste previa, ó basada en los parámetros de una herramienta de desbaste. Las trayectorias de herramienta remueven el material restante donde la herramienta no encajo, ó donde la herramienta no pudo llegar.

Figura 51. Surface restmill



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Pocket**
Una trayectoria de desbaste tipo pocket crea cavidades limitadas en base a unas superficies seleccionadas.
- **Plunge**
Una trayectoria de herramienta de desbaste tipo “zambullido” maquina superficies rápidamente con un movimiento tipo taladrado.

1.7.1 SURFACE – FINISH

Figura 52. Ventana SURFACE - FINISH

Parallel
Par. Steep
Radial
Project
Flowline
Contour
Shallow
Pencil
Leftover
Scallop

Fuente: Tomado de MasterCAM

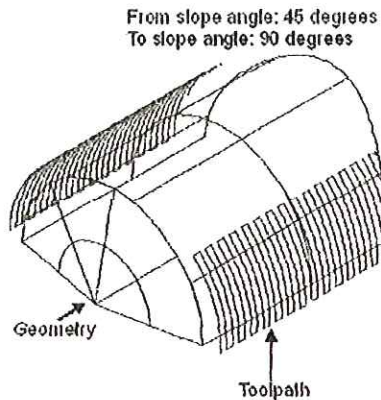
- **Parallel**

Se usa para definir trayectorias de herramienta de una cavidad única. En esta opción se selecciona una superficie que define la trayectoria de la herramienta.

- **Par. Step**

Las trayectorias de herramienta "Parallel Step" limpian el material restante de las partes muy pronunciadas. Estas áreas pronunciadas son determinadas por la pendiente de las superficies.

Figura 53. Parallel steep



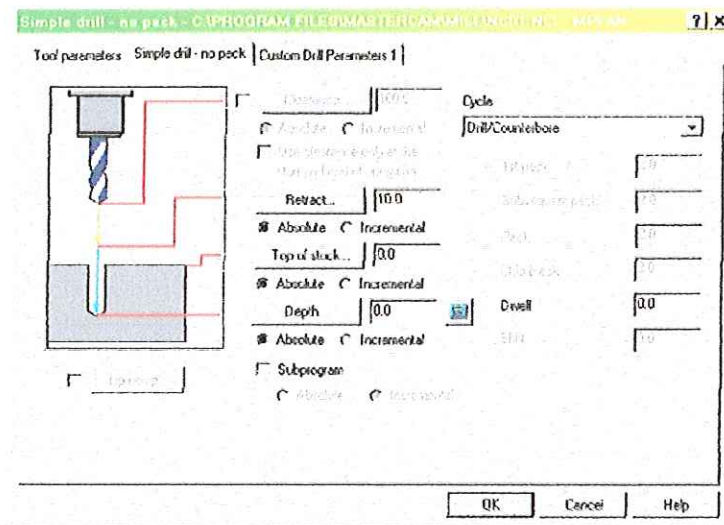
Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Radial**
Las trayectorias de herramienta de acabado radial son usadas principalmente para crear superficies mas precisas en partes redondas.
- **Project**
Permite proyectar operaciones (trayectorias de herramienta) sobre superficies.
- **Flowline**
Crea líneas de flujo sobre una parte ó cavidad. Permiten tener un control preciso de los surcos dejados sobre la parte, creando un acabado exacto y suave.
- **Contour**
Una trayectoria de desbaste tipo pocket crea cavidades limitadas en base a unas superficies seleccionadas.
- **Shallow**
Las trayectorias de herramienta tipo “superficial” sirven para limpiar el material restante de **áreas superficiales** de la pieza.
- **Pencil**
Las trayectorias de herramienta tipo “lápiz” pueden ser usadas como una operación de desbaste para remover material **en las esquinas**, para que otras trayectorias a continuación puedan maquinar las superficies más fácilmente. Ellas pueden ser usadas también como una operación de acabado para limpiar material restante en las esquinas. Es similar a la operación “Restmill” del menú SURFACE – ROUGH.
- **Leftover**
Las trayectorias de herramienta tipo “residual” permiten remover el material restante de una operación anterior con una herramienta de diámetro mayor.
- **Scallop**
Una trayectoria de herramienta de acabado tipo “ranura” crea ranuras consistentes con alturas, sobre un grupo de superficies.

La ventana de Manual Entry nos permite insertar comentarios ó códigos especiales en un archivo NCI. El correcto funcionamiento de esta función depende del post procesador seleccionado.

1.9 SIMPLE DRILL

Figura 56. Simple drill

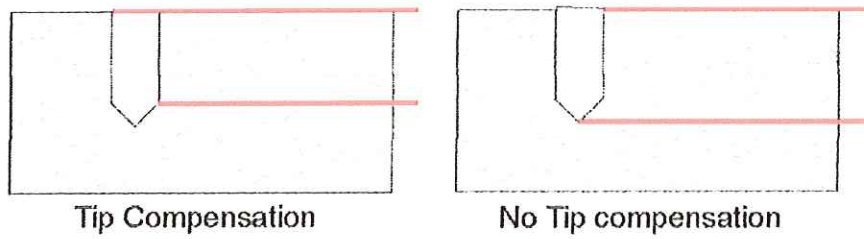


Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Tip Compensation**

Cuando definimos la profundidad de un agujero que deseamos taladrar, podemos seleccionar dos tipos de medida.

Figura 57. Tip compensation

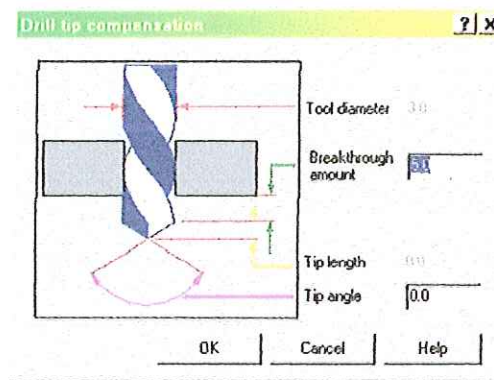


Fuente: Tomado de MasterCAM

En esta ventana podemos definir que tanto desplazamiento aparte de la profundidad del agujero necesitamos que se desplace nuestra herramienta.

Ventana TIP COMPENSATION

Figura 58. Ventana TIP COMPENSATION



Fuente: Tomado de MasterCAM

- Clearance

Es la distancia de despeje del cabezote sobre la pieza de trabajo. Generalmente el cabezote de la maquina solo se encuentra en esta posición solo al principio y final de una operación.

- **Retract**

Es la distancia que se separa la herramienta de trabajo de la pieza de trabajo cuando esta realizando la misma operación, pero debe trasladarse de un lugar a otro de la pieza.

- **Top of stock**

Es la distancia a la cual se encuentra la parte más alta de nuestra pieza.

- **Depth**

Es la profundidad que deseamos en nuestra operación de taladrado.

- **Subprograms**

Nos permite usar una subrutina ya definida anteriormente para realizar la operación de taladrado.

1.9.1 TIPOS DE CICLOS PREDEFINIDOS

- **Drill**

Este es el taladrado regular en el que la herramienta baja a una velocidad constante. Recomendados para agujeros de menos de 3 veces el diámetro del mismo.

- **Peck drill**

Tipo de taladrado en el que la herramienta corta cíclicamente, en cada ciclo la herramienta sale completamente del agujero para remover viruta. Este tipo de taladrado es usado comúnmente en materiales con viruta difícil de remover. Recomendado para agujeros de más de 3 veces el diámetro del mismo.

- **Chip break**

Tipo de taladrado por medio de corte cíclico, en cada ciclo la herramienta retrocede pero parcialmente, permitiendo así la remoción de viruta. Recomendado para agujeros de más de 3 veces el diámetro del mismo.

- **Bore (#1)**

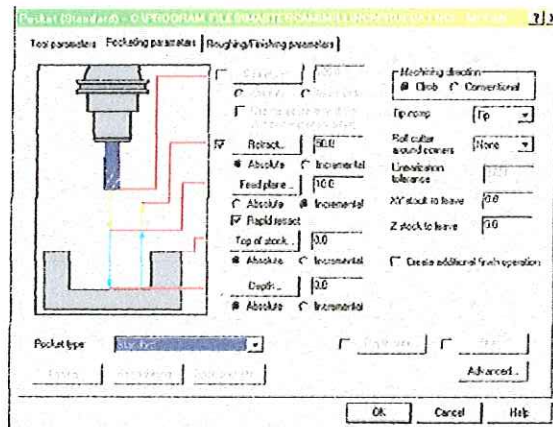
Taladra agujeros con la herramienta girando, tanto en el avance como en el retroceso de la herramienta. Esto permite crear agujeros derechos con una superficie suavizada.

- **Bore (#2)**

Taladra agujeros con la herramienta en movimiento en el avance, bloquea la herramienta y ejecuta un retroceso rápido de la herramienta.

1.10 POCKET PARAMETERS

Figura 59. POCKET



Fuente: Tomado de MasterCAM

1.10.1 tipos de operaciones predefinidas

- **Standard**

Este es el tipo normal de vaciado

- **Facing**

Prepara la superficie superior del material que va a ser maquinado. Permite seleccionar que porcentaje de el toolpath va a “prepararse”, su profundidad, y la distancia de la entrada y la salida de la herramienta con respecto al toolpath.

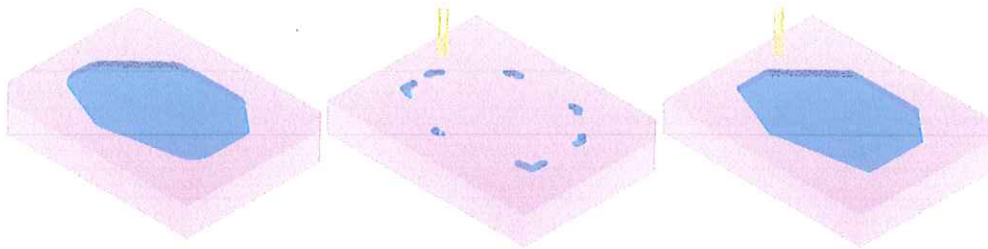
- **Island Facing**

Realiza la misma función que la anterior con la diferencia de que permite seleccionar la altura de las islas, para que de esta forma la herramienta no entre en contacto con la pieza.

- **Remachining**

Esta opción calcula el área donde la herramienta de desbaste no pudo maquinar la placa y crea una trayectoria de herramienta para eliminar el material sobrante. Este cálculo se puede basar en la operación inmediatamente anterior, en todas las operaciones anteriores, o en el tamaño de la herramienta de desbaste. El valor de la tolerancia definida para esta operación determina que tantas más áreas serán maquinadas.

Figura 60. Pocket remachining

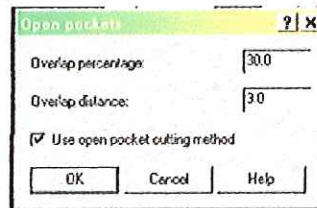


Fuente: Tomado de MAsterCAM

- **Open**

Esta operación nos permite generar trayectorias de herramienta tipo pocket en cadenas de líneas abiertas.

Figura 61. Ventana OPEN POCKET

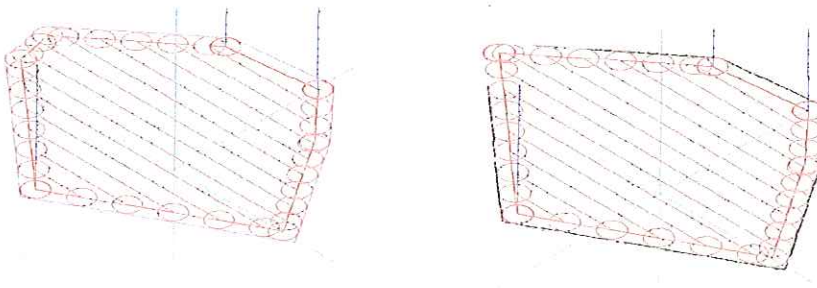


Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Overlap percentage**

El porcentaje de superposición determina que tanto la herramienta se superpone sobre el corte anterior, antes de realizar el nuevo corte.

Figura 62. Open pocket overlap (izq 30%, der 125%)

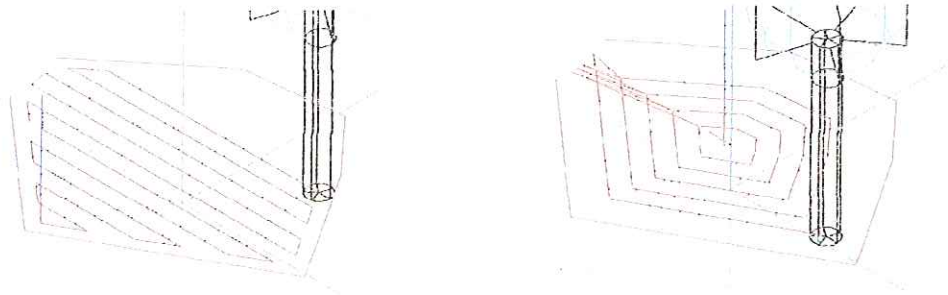


Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Open pocket cutting method**

Inicia la trayectoria de la herramienta desde el final de la parte abierta de la cadena y corta desde adentro hacia fuera.

Figura 63. Open pocket cutting method (izq no, der si)



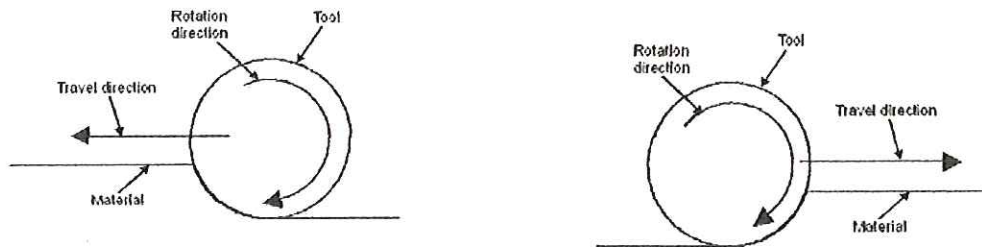
Fuente: Tomado de MasterCAM

1.11 OPCIONES GENERALES DE CONFIGURACIÓN

- **Machining direction**

Esta opción nos permite escoger entre dos tipos de corte. *Climb machining* que generalmente produce un acabado de superficie mas suave puede ser ejecutado si la herramienta esta girando en sentido de las manecillas del reloj y la compensación de la herramienta se escoge hacia la parte izquierda. *Convencional machining* puede ser ejecutado escogiendo el mismo sentido de giro de la herramienta que el caso anterior pero con la compensación de la herramienta hacia la parte derecha de esta.

Figura 64. Machining direction (izq convencional, der climb)

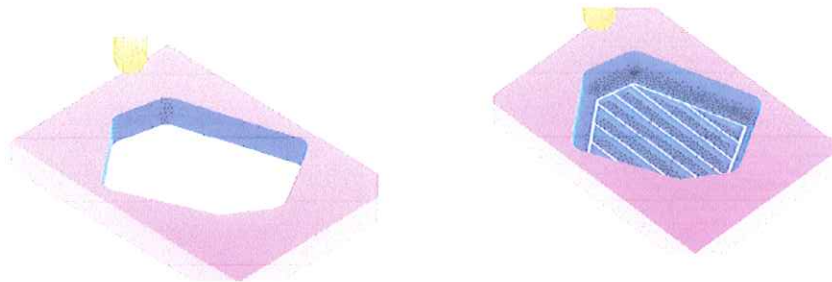


Fuente: Tomado de masterCAM

- **Tip Compensation**

Especifica si el caculo de compensación de profundidad de la herramienta se hace con respecto a la punta ó al centro de la herramienta.

Figura 65. Tip compensation (izq centro, der punta)



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Roll cutter around corners**

Genera movimientos con trayectoria de arcos sobre las esquinas agudas de los contornos. La opción *all* hace que todas las esquinas sean devanadas de esta

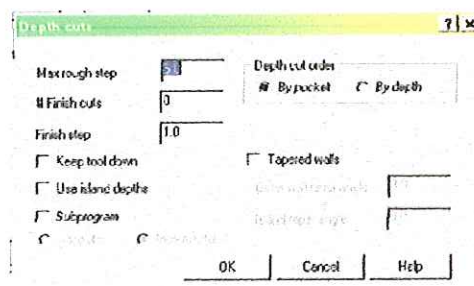
forma, *sharp* especifica que las esquinas de 135 ó menos grados sean devanadas de esta forma.

- **Stock to leave**

Especifica cuanto material debe quedar de la operación, para que sea eliminado en operaciones de acabado.

- **Depth cuts**

Figura 66. Depth cuts



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Max rough step**

Especifica el valor máximo de cada salto de profundidad.

- **# finish cuts**

Especifica el número de pasos para operaciones de acabado.

- **Finish step**

Determina la profundidad del salto de las operaciones de acabado.

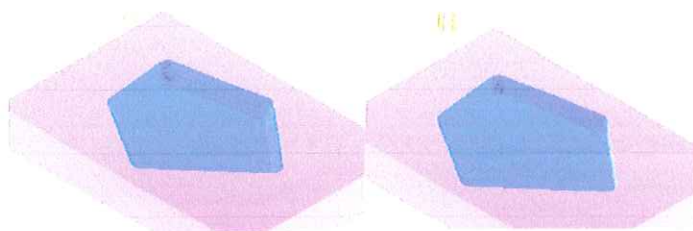
- **Depth cut order**

Permite especificar si los saltos de profundidad se hacen paralelamente en todas las operaciones pocket ó si se hacen de una manera serial.

- **Tapered walls**

Esta opción nos permite crear una operación pocket con paredes que disminuyen gradualmente, creando una sensación de conicidad.

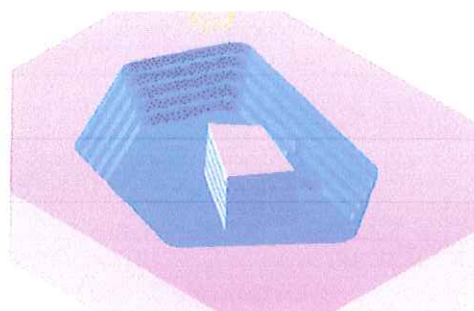
Figura 66. Tapered walls



Fuente: Tomado de MasterCAM

Se puede especificar el *outer wall taper angle* que es el ángulo entre el nivel mas superficial y el nivel mas profundo de la cavidad, y el *island taper angle* que es el mismo ángulo anterior, pero para las islas definidas en la operación. En la imagen a continuación se realizo una operación con *outer wall angle* = 45° y *island angle* = 3° .

Figura 67. Tapered walls with islands

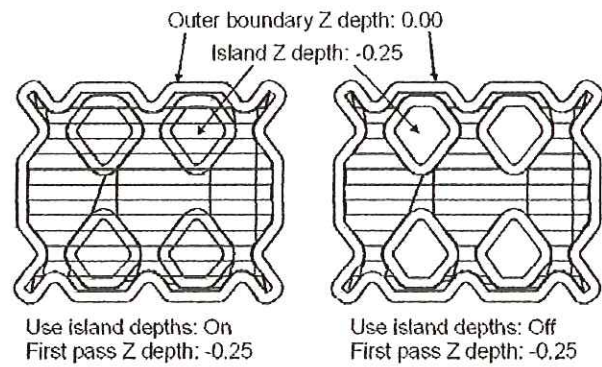


Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Use island depths**

Si se selecciona esta opción, la profundidad del vaciado será la que corresponda a las islas de esta operación.

Figura 68. Use island depths



Fuente: Tomado de masterCAM

- **Filter**

Figura 69. Filter settings

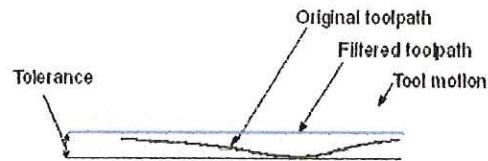


Fuente: Tomado de MASTERCAM

- **Tolerance**

Especifica la tolerancia para convertir múltiples movimientos lineales en una sola trayectoria

Figura 70. Tolerance

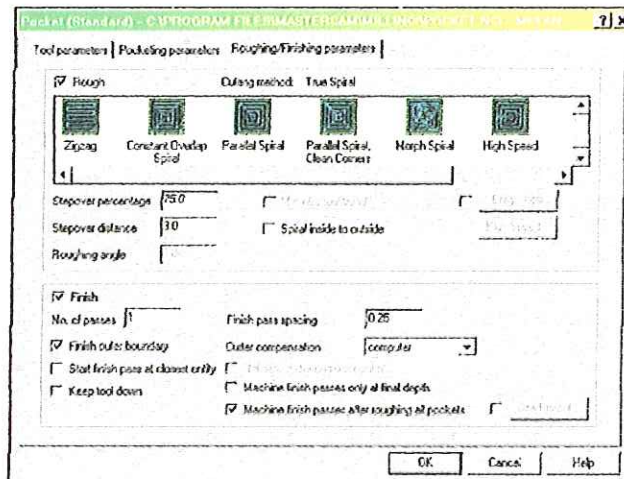


Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Look ahead**
Numero de puntos que el programa procesa por adelantado cuando se esta filtrando una trayectoria de herramienta.
- **One way filtering**
Especifica que el filtrado se realice en una sola dirección y no en forma de zigzag, evitando pequeños patrones poligonales. Generalmente se usa en trayectorias de acabado.
- **Create arcs**
Realiza un reemplazo opcional de movimientos lineales por arcos en los planos especificados. Permite especificar el radio máximo y mínimo de estos arcos.
- **Advanced**
Determina la exactitud de las operaciones de remaquinado y de las trayectorias de desbaste tipo *constant overlap spiral*.

1.12 ROUGHING / FINISHING PARAMETERS

Figura 71. Ventana ROUGHING / FINISHING PARAMETERS



Fuente: Tomado de MasterCAM

1.12.1 Métodos de corte para operaciones de desbaste (operaciones en forma de espiral son usadas generalmente para figuras redondas)

- **Zigzag**

Realiza una operación de desbaste de forma lineal según el ángulo especificado.

- **Constant overlap spiral**

Realiza una pasada de desbaste, determina el material restante, y recalcula la siguiente pasada, de acuerdo a la cantidad nueva de material restante. Este proceso se repite hasta que el sistema realiza todo el vaciado. Este tipo de desbaste crea movimiento lineales mas pequeños pero elimina mas material que el método *parallel spiral*.

- **Parallel spiral**

Desbasta el pocket en forma de espiral desde un recorrido exterior hacia uno interior. Esta opción no garantiza un vaciado total.

- **Parallel spiral, clean corners**

Desbasta de la misma forma que el tipo espiral, pero adiciona pequeños movimientos de remoción de material en las esquinas del pocket. Este tipo de desbaste incrementa la posibilidad de vaciado total.

- **Morph spiral**

Desbasta el pocket interpolando entre el límite exterior y la isla.

- **True spiral**

Crea movimientos de desbaste de todos los arcos tangentes. El resultado proporciona un movimiento suave de la herramienta y un vaciado bueno.

- **One way**

Realiza la operación de desbaste en una sola dirección.

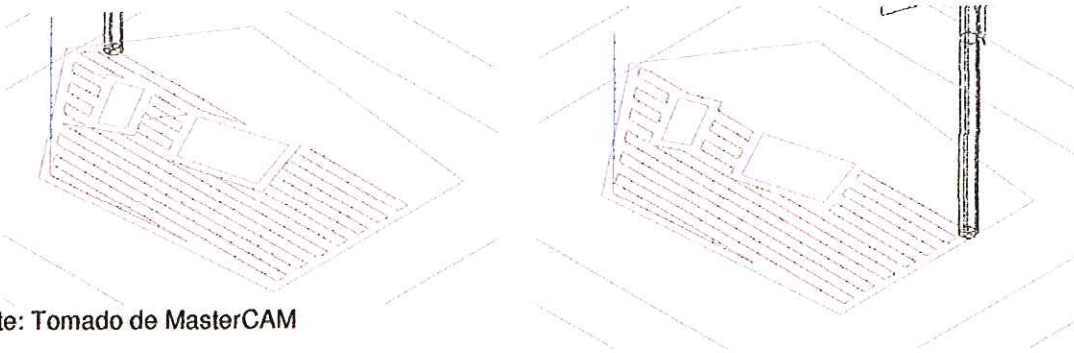
- **Stepover percentage and distance**

El porcentaje de sobrepaso determina que tanta distancia se desplaza la herramienta en cada pasada. Este porcentaje es en relación al diámetro de la herramienta usada para la operación. La distancia de sobrepaso se ajusta automáticamente con el porcentaje.

- **Minimize tool burial**

Esta opción realiza un desbaste preliminar de las áreas que rodean las islas, antes de realizar el desbaste final alrededor de las mismas. Regularmente se producen daños en herramientas pequeñas cuando se realizan los cortes alrededor de las islas.

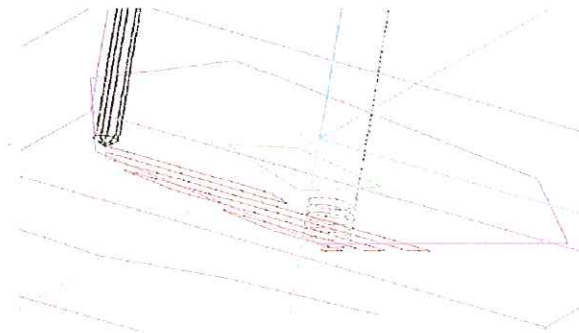
Figura 72. Minimize tool burial (izq_si der_no)



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Spiral inside to outside**
Realiza los desbaste en forma de espiral desde adentro hacia fuera.
- **Roughing angle**
Permite especificar un ángulo para las direcciones de corte en un desbaste tipo Zigzag.
- **Helix / Ramp**

Figura 73. Helix/Ramp



Fuente: Tomado de MasterCAM

Figura 74. Helix

Helix | Ramp |

Minimum radius: 50.0 % 25

Maximum radius: 100.0 % 5.0

Z clearance: 1.0

XY clearance: 1.0

Plunge angle: 3.0

Output arc moves

Tolerance: 0.001

Center on entry point

Direction:
 CW CCW

Follow boundary
 Optimize entry
Plunge speed: 1000

If all entry attempts fail:
 Plunge Skip
 Skip stopped boundary

Entry feed rate:
 Plunge rate Feed rate

Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Radio Mínimo y máximo**

Porcentaje del diámetro de la herramienta para limitar los radios de la trayectoria de espiral de entrada de la herramienta.

- **Distancia libre en Z**

Distancia desde la superficie del material hasta donde la maquina empieza a mover la herramienta en forma de espiral.

- **Distancia libre en XY**

Distancia desde la entrada de la herramienta hasta la parte más exterior a ser cortada.

- **Plunge angle**

Angulo de descenso del espiral.

- **Output arc moves**

Esta opción nos permite seleccionar la forma en que el post procesador va a crear el movimiento espiral de entrada.

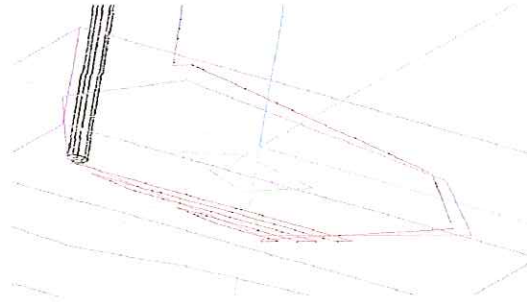
- **Dirección**

Especifica en que dirección se desplaza la herramienta mientras realiza el movimiento espiral. Manecillas de reloj ó en contra de las manecillas de reloj.

- **Follow boundary**

El movimiento de entrada de la herramienta se calcula en base al límite exterior del área que va a ser maquinada.

Figura 75. Follow boundary



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **If all entry attempts fail**

Si se presenta un fallo en el cálculo del espiral de entrada, que hacer: Hundir la herramienta y continuar ó cancelar la operación.

- **Entry feed rate**

En caso de entrada, a que velocidad debe entrar la herramienta: velocidad de avance ó velocidad de corte.

- **Ventana Ramp**

En esta ventana se presentan las mismas opciones que las mencionadas anteriormente para la entrada tipo espiral, con la diferencia de que ya no manejamos radios de entrada, sino que manejamos longitudes máximas y mínimas de rampas tipo zigzag y los ángulos de estas rampas.

- **Finish**

En esta parte podemos especificar parámetros para las operaciones de acabado.

- **No of passes and spacing**

Especifica el número de pasadas de la herramienta de acabado, y que espacio tendrán entre ellas. El programa calcula automáticamente el material de sobra para las operaciones de acabado, según el número de pasadas y el espacio entre ellas.

- **Finish outer boundary**

Especifica que al límite más exterior de la operación también se le realice una operación de acabado.

- **Start finish pass at closest entity**

Cuando es selecciona esta opción, la operación de acabado se inicia en la parte mas cercana donde se encuentra la herramienta después de de realizar la operación de desbaste, de lo contrario las operaciones de acabado empezaran con la primera cadena de la operación.

- **Keep tool down**

Mantiene la herramienta sin despegarla de la pieza, cuando se están realizando las operaciones de acabado.

- **Machine finish passes only at final depth**

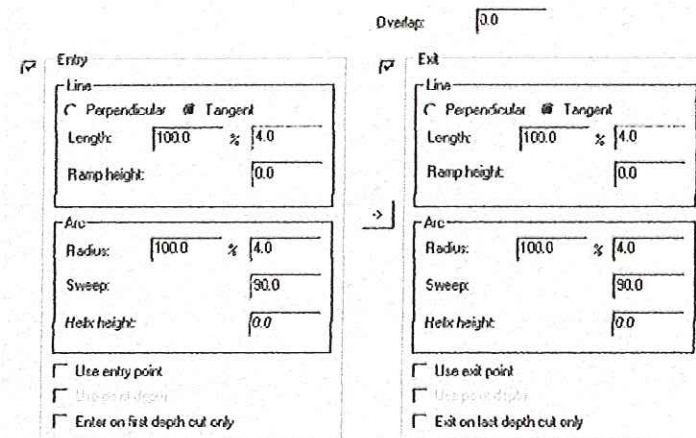
Realiza las operaciones de acabado solo cuando se ha alcanzado la profundidad máxima dispuesta para la operación.

- **Machine finish passes alter roughing all pockets**

Realiza las operaciones de acabado solo después de desbastar todos los pockets.

1.13 LEAD IN/OUT

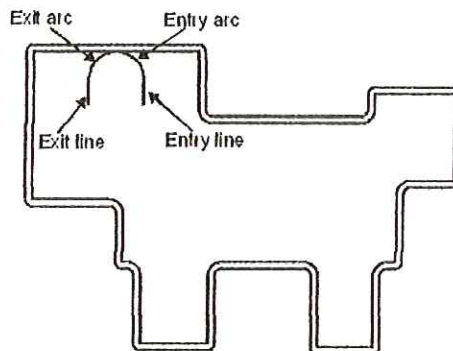
Figura 76. Lead in/out



Fuente: Tomado de MasterCAM

Esta opción permite crear una combinación de líneas y arcos a la entrada y a la salida de una trayectoria de herramienta tipo contorno ó pocket 2D y 3D, en operaciones de acabado.

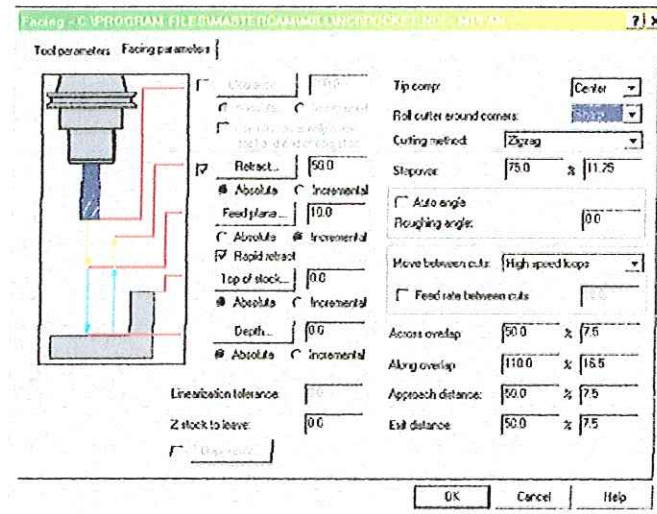
Figura 77. Lead in/out 2



Fuente: Tomado de MasterCAM

- Ventana Face

Figura 78. FACING



Fuente: Tomado de MasterCAM

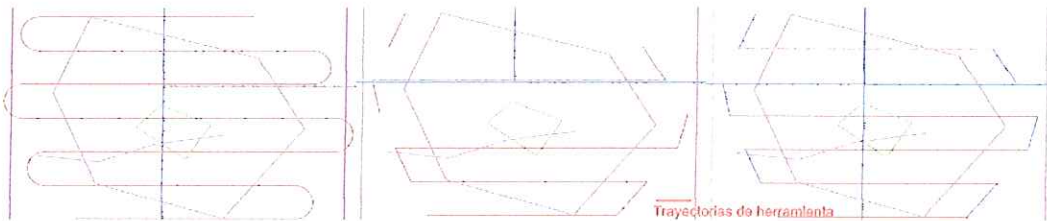
- Ventana
- Cutting method
 - Selecciona el método de desbaste que será usado en la operación.
- Zigzag
 - Realiza la operación de desbaste en forma Zigzag.
- One way climb and conventional
 - Realiza trayectorias en una dirección solamente.
- One pass
 - Realiza la limpieza con una sola pasada de la herramienta.
- Roughing angle

Especifica el ángulo en que la herramienta realizara las trayectorias de desbaste, la opción *Auto angle* permite que el programa seleccione automáticamente el ángulo que mayor se acomode a la geometría.

- **Move between cuts**

Especifica el tipo de movimiento que realiza la herramienta para cambiar de una trayectoria de ida hacia otra de regreso. Aplica solo para método de corte zigzag. Adicionalmente permite especificar a que velocidad se realizan estos cambios de dirección.

Figura 79. Move between cuts (high linear loops, linear, rapid)



Fuente: Tomado de MasterCAM

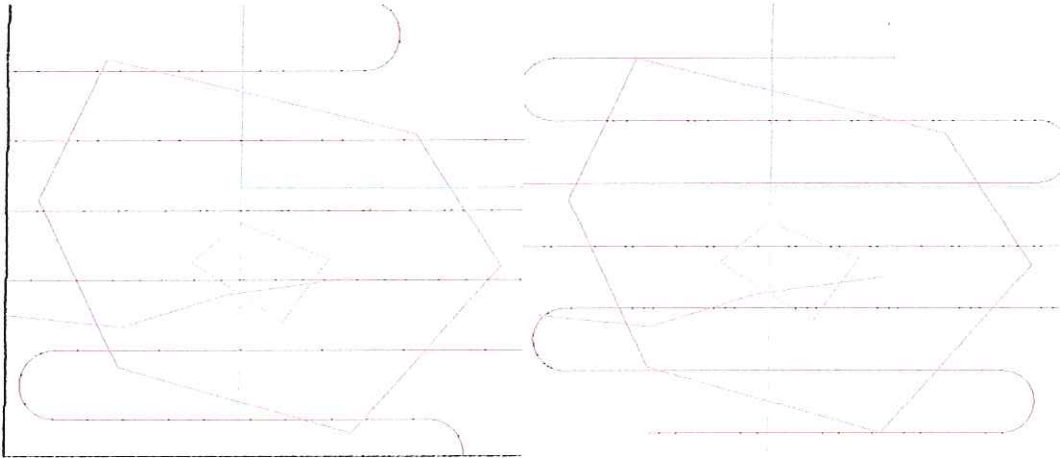
- **Across and Along overlap**

Permite seleccionar el porcentaje de superposición de la herramienta sobre la cadena seleccionada.

- **Approach and Exit distance**

Permite seleccionar las distancias desde la entrada de la herramienta hasta la cadena seleccionada en el dibujo.

Figura 80. Across overlap (100%, 50%)



Fuente: Tomado de MasterCAM

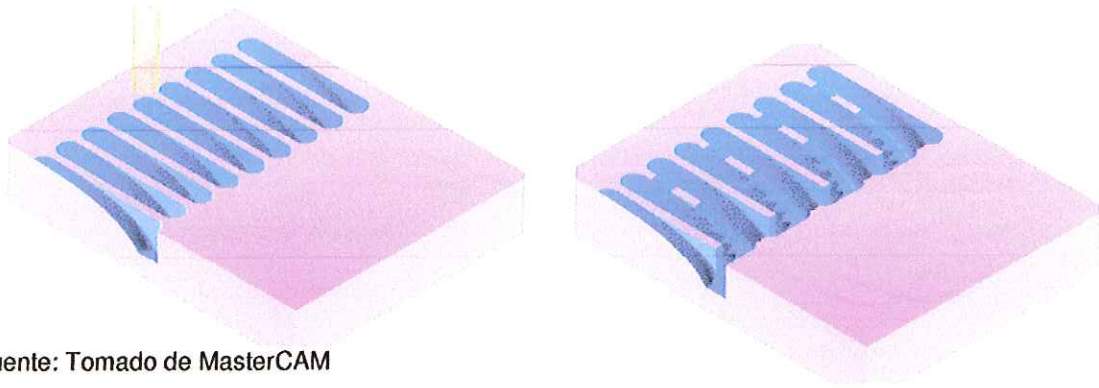
VENTANA SURFACE – ROUGH

- **Parallel**

Se usa para definir trayectorias paralelas de herramienta. Para esta opción se debe especificar una superficie guía, que es la que determinara la trayectoria de la herramienta. Además se debe especificar una cadena cerrada que determina los límites de la trayectoria de la herramienta. Por ejemplo la superficie guía, nos determinaría la profundidad de las operaciones, mientras que la cadena de contención nos dice que parte de esa superficie es en la que va a estar contenida la herramienta.

Adicionalmente se debe especificar si la operación que vamos a realizar es para una cavidad ó para un macho, la trayectoria de herramienta generada se acomoda a la operación especificada.

Figura 81. Imagen surface-rough-parallel (izq macho, der cavidad)



Fuente: Tomado de MasterCAM

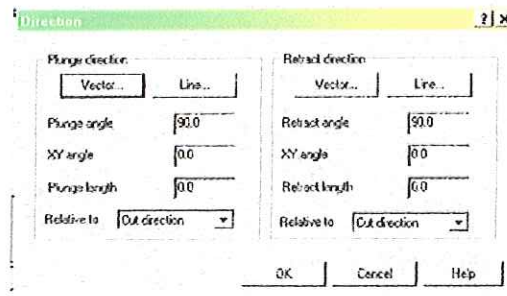
1.14 SURFACE PARAMETERS

- **Regen**

El propósito de estos archivos regen es el de incrementar la velocidad de regeneración de trayectorias de herramienta sobre superficies. Cuando se crea una superficie, el programa automáticamente genera un archivo regen. Cuando se realiza un cambio a un parámetro en la trayectoria de herramienta tales como velocidad de avance, la superficie se regenera más rápido debido a la información guardada en los archivos regen.

- **Direction**

Figura 82. Ventana DIRECTION



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Plunge and retract direction**

Determina el movimiento de la herramienta para los movimientos de entra y salida de las trayectorias de herramienta para la superficie. Se puede escoger como dirección un vector de posición ó una línea del dibujo, podemos también especificar el ángulo de entrada, el ángulo según XY, y la distancia hasta la entrada de la herramienta en el material. También permite especificar la referencia para los parámetros definidos arriba.

- **Drive surface/solid**

Permite seleccionar todas las superficies guía, y el material sobrante para ajustes.

- **Check surface/solid**

Permite seleccionar todas las superficies guía, y el material sobrante para ajustes.

- **Tool containment**

Permite seleccionar las líneas que delimitan el movimiento de la herramienta, además permite seleccionar que tipo de compensación se realizara en base a la herramienta.

1.14.1 Rough parallel parameters

Total tolerance setting

Figura 83. Total tolerance setting

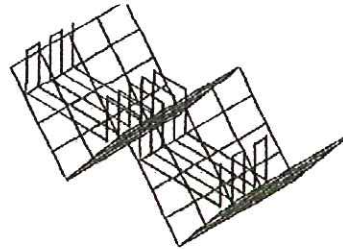
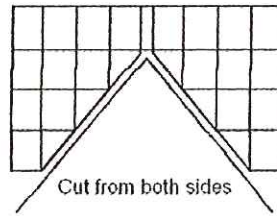


Fuente: Tomado de MasterCAM

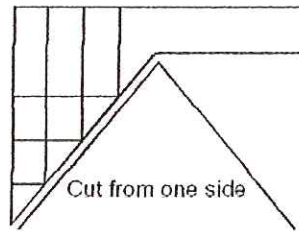
- **Filter ratio**
Relación entre la tolerancia de filtrado y la tolerancia de corte.
- **Filter tolerance**
Filtra todos los puntos de una trayectoria de herramienta que se encuentren a una tolerancia menor ó igual a la especificada en este parámetro, hasta que toda el toolpath se encuentre dentro de la tolerancia máxima.
- **Cut tolerance**
Determina la tolerancia para las distancias entre la trayectoria de herramienta y la superficie guía. Un valor de tolerancia mas pequeño crea un toolpath mas exacto que puede tomar mas tiempo para generar.

- **Arcs in XY XZ YZ**
 Cuando se filtra una trayectoria de herramienta, el programa reemplaza los movimientos que se encuentran en una tolerancia especificada con líneas rectas, y con un solo movimiento de la herramienta. Crear arcos permite reemplazar varios movimientos lineales de la herramienta, con un movimiento en arco especificado por un radio mínimo y máximo.
- **Max Stepover**
 Máxima distancia de paso entre una y otra pasada de la herramienta.
- **Cutting method**
 Especifica el método de corte, zigzag ó en una dirección.
- **Machining angle**
 Angulo de las trayectorias de herramienta.
- **Max stepdown**
 Máxima profundidad de zambullido por una pasada de la herramienta.
- **Plunge control**
 Determina la forma en que la herramienta se comporta al realizar una operación de desbaste sobre superficies
- **Allow multiple plunges along cut**
 Múltiples entradas de la herramienta a lo largo de una pasada
- **Cut from one side**
 Cortar desde un solo lado.
- **Cut from both sides**
 Cortar desde los dos lados.

Figura 84. Imagen control de entrada de la herramienta



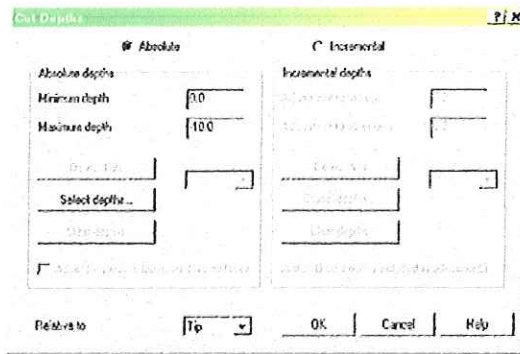
Allow multiple plunges along cut



Fuente: Tomado de MAsterCAM

- **Prompt for starting point**
Preguntar punto de inicio.
- **Allow positive Z motion along surface**
Permitir movimiento en Z positivo a lo largo de la superficie.
- **Allow negative Z motion along surface**
Permitir movimiento en Z negativo a lo largo de la superficie.

Figura 85. Venta CUT DEPTHS



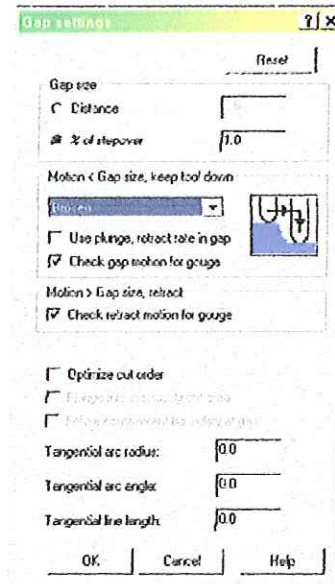
Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Profundidades absolutas mínimas y máximas**

Permite especificar cuales serán las profundidades mínimas y máximas a desbastar en la superficie seleccionada, permite también especificar si las profundidades son relativas al centro ó a la punta de la herramienta.

Gap settings

Figura 86. Ventana Gap settings



Fuente: Tomado de MasterCAM

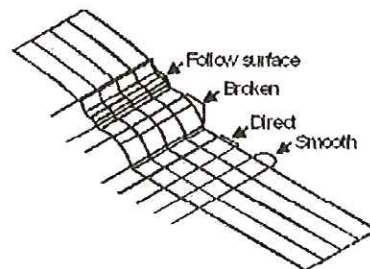
- **Gap size**

Permite especificar la distancia a la cual el movimiento de la herramienta en una operación se interrumpe debido a una diferencia de alturas.

- **Motion < Gap size, keep tool down**

Permite escoger la forma en que la herramienta se desplaza a lo largo de la superficie.

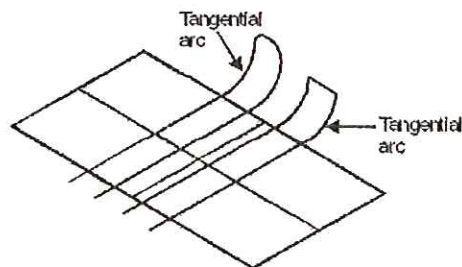
Figura 87. Gap setting



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Use plunge, retract rate in gap**
Usar velocidades de zambullido y de retracción en la interrupción.
- **Check gap motion for gouge**
Realiza un chequeo para evitar problemas de cincelado, en el movimiento a lo largo de la interrupción. Un cincelado ocurre cuando una herramienta remueve más material que el deseado en un movimiento lineal o en un arco.
- **Motion > gap size, retract**
- **Check retrack motion for gouge**
Realiza un chequeo para evitar problemas de cincelado, en el movimiento de retracción a lo largo de la interrupción.
- **Optimize cut order**
Seleccionar esta opción permite que el programa optimice el orden de trayectorias de herramienta, de acuerdo a los parámetros de encadenamiento.
- **Líneas y arcos tangenciales**
Cada interrupción en la trayectoria de herramienta de una superficie tiene un punto de entrada y de salida. Se pueden crear líneas o arcos tangenciales para crear movimientos de herramienta más suaves entre las interrupciones. Se puede especificar el radio y ángulo de los arcos ó el largo de la línea.

Figura 88. Imagen Gap settings 1



Fuente: Tomado de MasterCAM

Figura 89. Advanced settings



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **At surface (solid FACE) edge, roll tool**
- **Automatically (based on geometry)**
Hace girar la herramienta entre las superficies y/o caras sólidas solamente, pero no en los bordes externos de la parte.
- **Only between surfaces (solid faces)**
Hace girar la herramienta entre las superficies y/o caras sólidas, entre las superficies y también en los bordes extremos de la parte.
- **Over all edges**
El programa define si la herramienta debe girar ó no dependiendo de la presencia ó ausencia de un límite de contención para la herramienta, y en algunos casos dependiendo de la geometría misma. Si se define un límite de contención para la herramienta, la herramienta gira sobre todas las superficies y/o los bordes sólidos, incluidas las uniones entre superficies y los bordes externos de la parte. Si no se define el límite de contención, la herramienta gira solo entre las superficies y/o las caras sólidas.
- **Sharp corner tolerance**
Define la exactitud de las esquinas entre las superficies y los bordes externos de la parte. Las esquinas serán maquinadas hasta esta tolerancia.

Rompe el movimiento de la herramienta en incrementos más pequeños que son medidos como un porcentaje de la tolerancia de corte. Una tolerancia alta (un número muy pequeño) crea una esquina muy afilada con más incrementos, una tolerancia más baja crea una esquina más redonda con menos incrementos.

- **Skip hidden face test for solid bodies**

Determina si se realizarán pruebas a caras escondidas de la parte. Esta opción puede disminuir el tiempo de procesamiento cuando un modelo está compuesto (por miles) de caras.

- **Check for internal sharp corner**

Realiza un chequeo de las superficies del modelo para asegurarse de que este no contiene superficies con esquinas internas afiladas, ya que estas pueden llevar a problemas de cincelado en la herramienta.

1.14.2 Rough project parameters

- **Projection type**

Permite seleccionar si se desean proyectar puntos, curvas u otros archivos NCI sobre la superficie seleccionada como guía. En el caso de puntos ó curvas estas deben existir como parte de la geometría.

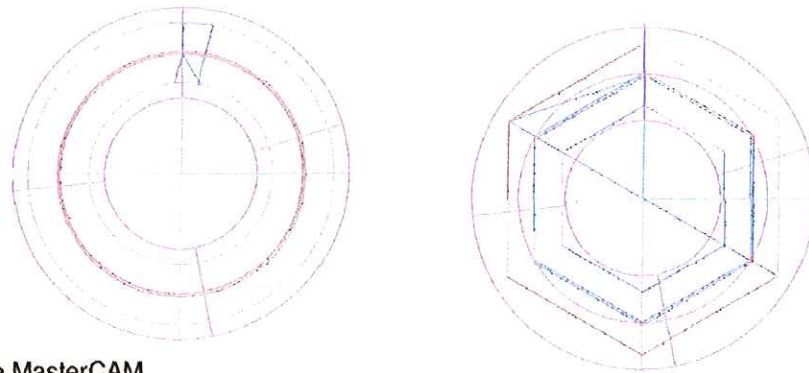
1.14.3 Rough flowline parameters

- **Cut control**

- **Distance**

Establece la tolerancia de control para la trayectoria de la herramienta con relación a la superficie guía.

Figura 90. Cut control (izq = 1, der = 90)



Fuente: Tomado de MasterCAM

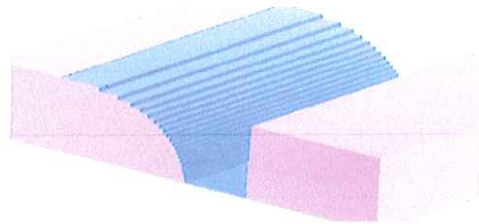
- **Scallop height**

Este valor determina la altura del material no maquinado entre diferentes pasadas de la trayectoria de herramienta. Si se escoge esta opción, el software en base a la herramienta seleccionada automáticamente ajusta el incremento de distancia entre las pasadas de la herramienta para asegurar la altura máxima del material no removido.

1.14.4 Rough contour parameters

Una trayectoria de herramienta tipo contour, permite crear múltiples pasadas de herramienta a un nivel de profundidad constante.

Figura 91. Surface contour



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Direction of closed contours**

Determina la dirección de maquinado para este tipo de contornos. Se permite escoger entre un tipo de maquinado *climb* ó *conventional*. Estos dos tipos de maquinados son descritos en otra parte del documento, y tienen que ver con la dirección de avance y la dirección de rotación de la herramienta con respecto a la pieza de trabajo.

- **Direction of open contours**

Para contornos abiertos se puede especificar si el tipo de trayectoria deseado para la herramienta es *one way* ó *zigzag*.

- **Transitions**

Las transiciones determinan el movimiento de la herramienta cuando es sostenida abajo y se realiza una transición.

- **High speed**

Realiza un movimiento en forma de arco, y que va proyectado sobre la superficie.

- **Broken**

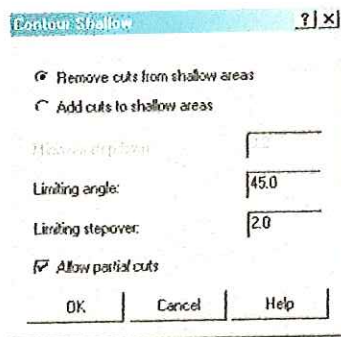
Realiza movimientos en ángulos de 90 grados siguiendo las diferentes alturas de la superficie.

- **Ramp**

Realiza un movimiento en ángulo de 90 grados, calculado en base a una trayectoria recta que sigue la altura de la superficie.

- **Follow surface**
Realiza movimientos rectilíneos, siguiendo las diferentes alturas de la superficie.
- **Loop length**
Longitud del arco para el tipo de transición high speed
- **Ramp length**
Longitud de la rampa para el tipo de transición ramp y high speed
- **Entry / exit arc**
Permite especificar un arco de entrada de la herramienta, para cuando entra en contacto con la superficie.
- **Prompt for starting point**
Especifica si se debe ingresar un punto inicial para la trayectoria de la herramienta
- **Optimize cut order**
Permite al software calcular la trayectoria de herramienta mas optima según los algoritmos internos.
- **Order cuts bottom to top**
Invierte la dirección de corte, para que sea de la parte inferior hacia la parte superior.
- **Helix**
Agrega operaciones de espiral para cada entrada en contacto de la herramienta con la pieza de trabajo.
- **Shallow**
La opción shallow permite especificar áreas consideradas de baja profundidad, para que estas sean o no maquinadas.

Figura 92. Ventana SHALLOW



Fuente: Tomado de MasterCAM

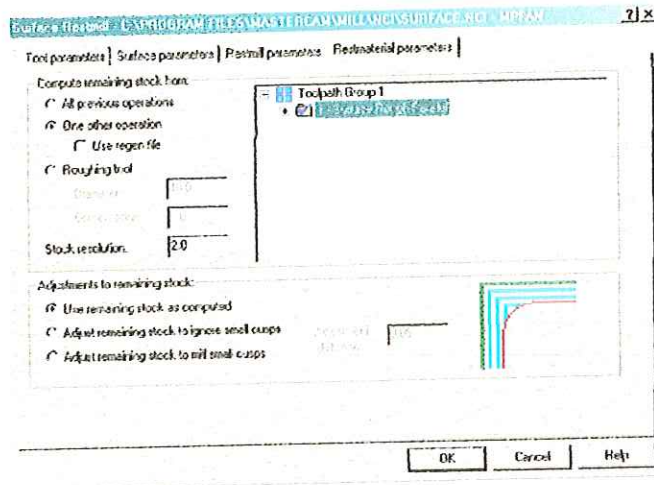
- **Remove / Add cuts to shallow areas**
Se permite especificar si deseamos que se generen o se remuevan trayectorias de herramientas en áreas consideradas de baja profundidad.
- **Minimum stepdown**
Especifica el avance mínimo que se realiza entre profundidades diferentes de corte.
- **Limiting angle / Limiting stepover**
El ángulo limitante nos permite especificar que áreas de la pieza son consideradas de baja profundidad y cuales no. Un ángulo límite cercano a los 90 grados hará que casi toda el área sea considerada de baja profundidad.

1.14.5 Rough restmill parameters

Restmaterial parameters

Las operaciones tipo restmill sirven para remover material que ha quedado de operaciones previas.

Figura 93. Ventana RESTMATERIAL PARAMETERS



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Compute remaining stock from**
- **All previous operations**
Calcula el material sobrante en base a todas las operaciones presentes en el operation manager. Este método determina todas las áreas de material donde la herramienta no pudo llegar.
- **One other operation**
Calcula el material sobrante en base a una sola operación seleccionada.
- **Roughing tool**
Calcula el material sobrante basado en el diámetro y radio de punta de una herramienta. Este método se usa cuando no hay operaciones anteriores de remoción de viruta.
- **Stock resolution**
Este es un valor de tolerancia para la trayectoria de herramienta. Un valor pequeño creará una trayectoria mucho más suave y ajustada.

Adjustment to remaining stock

Esta opción permite realizar ajustes a la trayectoria generada.

- **Use remaining stock as computed**

No realiza operaciones de ajuste a la trayectoria ya calculada.

- **Adjust remaining stock to ignore small cusps**

Este tipo de ajuste permite que pequeñas cúspides de material permanezcan después de la operación para que estas sean removidas en una operación de acabado posterior. Esta opción se usa con el fin de aumentar la velocidad del procesamiento de la trayectoria de herramienta.

- **Adjust remaining stock to mill small cusps**

Este ajuste remueve todas las pequeñas cúspides de material una vez finalizada la operación.

- **Adjustment distance**

Es la distancia de ajuste que permite aumentar o reducir el alcance de la trayectoria de herramienta en esta operación.

1.14.6 Rough pocket parameters

Esta ventana presenta las mismas opciones que una ventana ROUGH PARAMETERS, diríjase a esa sección por referencias.

1.14.7 Rough plunge parameters

- **Plung path**

Crea el patrón que la herramienta tomará en una trayectoria tipo "zambullido"

- **NCI**

Crea una trayectoria de herramienta tipo zambullido en base a un archivo NCI. Como ejemplo se podría seleccionar un archivo que contuviera una trayectoria tipo pocket, para que la herramienta tomara el mismo patrón de movimientos.

- **Zigzag**

Crea un patrón tipo zambullido realizando un movimiento atrás – adelante.

- **Maximum stepover**

Especifica la distancia máxima entre dos taladrados de la herramienta sobre la pieza de trabajo.

Ventana surface – finish

1.14.8 Finish parallel parameters

- **Depth limits**

Especifica la profundidad mínima y máxima de los cortes con respecto a la altura real de la pieza de trabajo.

1.14.9 Finish parallel steep parameters

Este tipo de trayectoria de herramienta es usada principalmente para maquinarse material sobrante en partes con geometrías pronunciadas. Estas geometrías pronunciadas son identificadas por la pendiente de las superficies

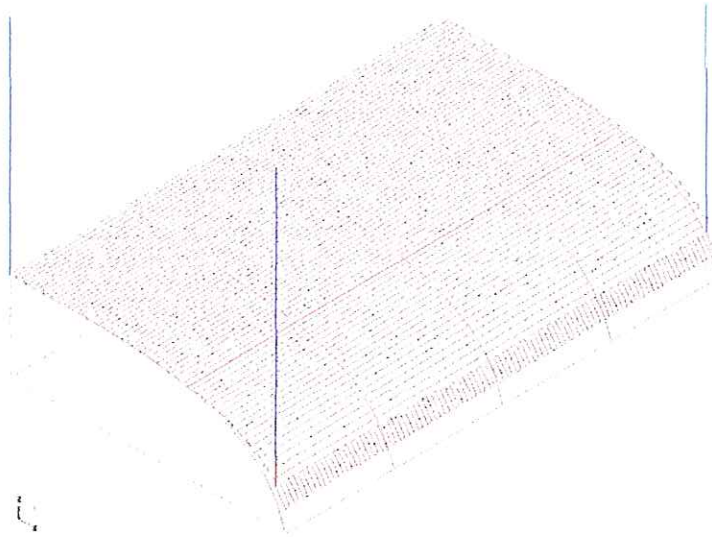
- **Steep range**

Permite especificar el rango de pendientes que son identificadas como “pronunciadas”.

- **Include cuts that fall outside**

Seleccionar esta opción hace que el programa genere una trayectoria de herramienta por todas las áreas de la pieza excepto las partes con pendientes pronunciadas que se encuentran paralelas al ángulo de maquinado. La técnica contemplada a continuación maquina una parte sin que la herramienta pase dos veces por el mismo punto.

Figura 94. Sep range



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Cut extensión**

Esta opción permite establecer una extensión al área de corte, que puede ser útil para remover rebabas de diferentes tamaños.

Finish radial

1.14.10 Finish radial parameters

- **Max angle increment**

Especifica el ángulo máximo de incremento para la trayectoria radial.

- **Start offset distance**

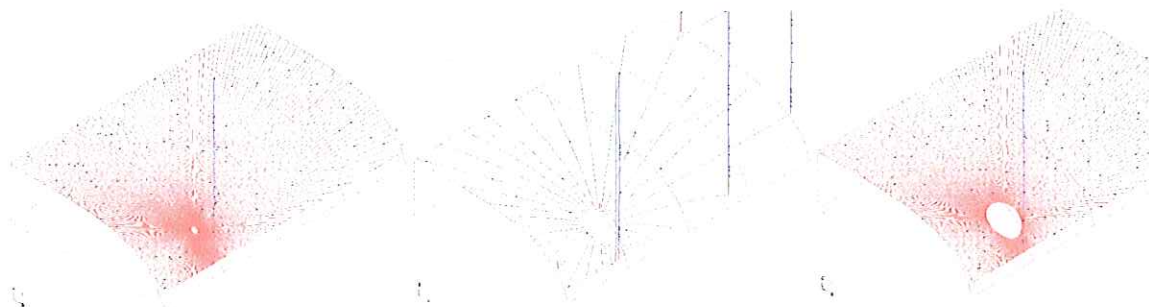
Especifica la distancia desde donde la herramienta inicia la trayectoria de corte con respecto al centro de la operación radial.

- **Start angle**

El ángulo de inicio para la trayectoria radial.

- **Sweep angle**
Especifica el ángulo de barrido que realizara la herramienta de corte.
- **Starting point**
Especifica si la herramienta inicia la trayectoria de corte desde el centro de corte o desde el extremo externo de la trayectoria.

Figura 95. Finish radial (start offset distance 1.0, sweep angle 10º, start offset distance 5.0)



Fuente: Tomado de MasterCAM

1.14.11 Finish flowline parameters

Estos parámetros son los mismos que los requeridos en las operaciones ROUGH FLOWLINE.

1.14.12 Finish contour parameters

Estos Parámetros son los mismos que los requeridos en las operaciones ROUGH CONTOUR

Finish shallow

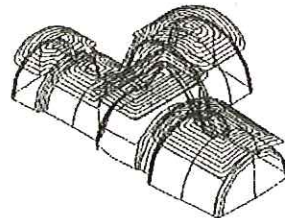
Las trayectorias de herramienta tipo shallow limpian el material restante de áreas de poca profundidad en las partes. Una operación de este tipo es usada comúnmente después de haber realizado una operación de acabado tipo contour. Para información de parámetros busque directamente la frase acerca de la cual requiere información.

1.14.13 Finish shallow parameters

- **Cutting method**

Hay tres métodos de corte disponibles para las operaciones de acabado tipo shallow. Se puede elegir una trayectoria de corte tipo Zigzag, en una sola dirección o tipo 3D collapse. El método de corte 3D collapse crea una zona alrededor del área a desbastarse, corta el borde exterior de esa área y entonces genera diferentes pasos para crear un corte que se va disminuyendo de acuerdo con el paso máximo.

Figura 96. Imagen 3d collapse



Fuente: Tomado de MasterCAM

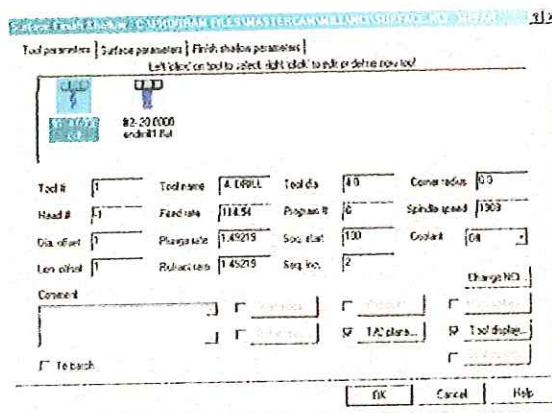
Finish scallop

Este tipo de trayectoria de herramienta crea surcos o pequeñas montañas de material a una altura constante y sobre un conjunto de superficies. Este tipo de trayectoria toca la superficie de la pieza de manera consistente y minimiza los

movimientos de retracción de la herramienta. Para información de parámetros busque directamente la frase acerca de la cual requiere información.

1.15 TOOL PARAMETERS

Figura 97. Ventana TOOL PARAMETERS



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Tool number**

Los números de las herramientas son usadas en el programa NC. EL número de la herramienta puede ser entrado automáticamente o un número definido por el usuario. La maquina CNC toma el numero de la herramienta y lo asocia con un diámetro específico, con una compensación de largo y una compensación en el diámetro. Esta información puede ser entonces usada para calcular la compensación de la herramienta de corte en el control.

No se recomienda usar un mismo número de herramienta para más de una herramienta pues genera conflictos en el programa.

- **Head number**

Permite especificar en que cabezal de la maquina va a ser colocada la herramienta. Esta opción es útil cambiarla cuando la maquina posee mas de un cabezal.

- **Diameter offset**

Permite especificar la distancia entre la superficie exterior de la herramienta y su centro axial; Radio de la herramienta.

- **Length offset**

Permite especificar una compensación para el largo de la herramienta.

- **Tool name**

Nombre de la herramienta

- **Feed rate**

Especifica la velocidad de avance de la herramienta de corte

- **Plunge rate**

Especifica la velocidad de zambullido de la herramienta

- **Retract rate**

Especifica la velocidad de retracción de la herramienta.

- **Tool diameter**

Especifica el diámetro de la herramienta de corte.

- **Program number**

Permite especificar el número del programa.

- **Sequence start**

Numero inicial de los códigos del programa NC.

- **Sequence Increment**

Especifica los incrementos para los códigos del programa NC.

- **Corner Radius**

Muestra o permite especificar el radio de la esquina de la herramienta.

- **Spindle speed**

Velocidad de giro de la herramienta.

- **Coolant**

Especifica si habrá disponibilidad de refrigerante. En caso que si, permite especificar que tipo será el utilizado.

- **Home position**

Permite seleccionar en la geometría cual será la posición de home en la operación de maquinado.

- **Reference point**

El punto de referencia permite especificar un punto hacia donde la herramienta se dirige antes de entrar o cuando termina una trayectoria de herramienta y va a comenzar otra.

- **Misc values**

Mastercam le permite configurar hasta 10 valores de variables tipo real y tipo entero en el post procesador para cada operación especial. Todos los valores que son escritos en esta ventana son escritos en el archive NCI y al principio de cada operación.

- **Change NCI**

Un archivo tipo NCI contiene todos la información de parámetros necesaria para crear una trayectoria de herramienta. Este representa información acerca de trayectorias de herramienta en un formato genérico o intermedio. Este archivo intermedio simplifica el post procesado de operaciones en varios formatos NC requeridos por los controles y los centros de mecanizado. Con esta opción conseguimos cambiar la ruta y/o el nombre del archivo NCI que el programa genera.

- **Tool display**

Esta ventana nos brinda la posibilidad de configurar como el software muestra las trayectorias de maquinado a medida que estas se generan. Es útil configurar en esta ventana como queremos que se generen las trayectorias de herramienta, porque al controlar esto obtenemos un tipo de simulación pero a medida que se genera la trayectoria.

- **Run o Step**

Al seleccionar la opción run la herramienta se muestra durante toda la trayectoria de la herramienta mientras que la opción step muestra la herramienta a intervalos. La opción run delay permite controlar por cuanto tiempo la herramienta se muestra en la pantalla.

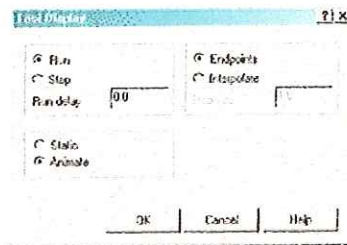
- **Endpoints o Interpolate**

La opción endpoints muestra la herramienta solo en los puntos finales mientras que la opción interpolate muestra la herramienta a intervalos determinados por el usuario.

- **Static o Dinamic**

La opción static muestra la herramienta en cada punto final de la trayectoria de maquinado mientras que la opción animate oculta la herramienta y solo la aparece y desaparece en cada punto final.

Figura 98. Ventana TOOL DISPLAY



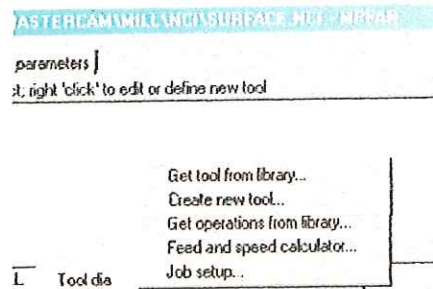
Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Canned text**

Un texto de este tipo inserta variables en el post procesador para que puedan ser asociadas con comando especiales, como por ejemplo una parada automática para revisar una parte durante el maquinado. Una vez se post procesa un archivo NCI con un canned text se debe editar el archivo NC para especificar las operaciones que se desean realizar en esas paradas.

1.15.1 Opciones para selección de herramientas

Figura 99. Ventana TOOL PARAMETERS – botón derecho



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Get tool from library**

Escogiendo la opción "obtener herramienta de la librería" se muestra una ventana donde se listan herramientas de diferente tipo cada una con sus características específicas. Estas características son el tipo de herramienta, diámetro, nombre, radio de esquina y tipo de radio. MasterCAM trae predefinidas ciertas herramientas comunes en la industria.

Figura 100. Ventana TOOLS MANAGER

Tool Number	Tool Type	Diameter	Tool Name	Corner Radius	Radius Type
2	Center Drill	10.0000 mm	10. CENTER DRILL	0.000000 mm	None
3	Center Drill	15.0000 mm	15. CENTER DRILL	0.000000 mm	None
4	Center Drill	20.0000 mm	20. CENTER DRILL	0.000000 mm	None
5	Center Drill	25.0000 mm	25. CENTER DRILL	0.000000 mm	None
11	Drill	1.0000 mm	1. DRILL	0.000000 mm	None
12	Drill	2.0000 mm	2. DRILL	0.000000 mm	None
13	Drill	3.0000 mm	3. DRILL	0.000000 mm	None
14	Drill	4.0000 mm	4. DRILL	0.000000 mm	None
15	Drill	5.0000 mm	5. DRILL	0.000000 mm	None
16	Drill	6.0000 mm	6. DRILL	0.000000 mm	None
17	Drill	7.0000 mm	7. DRILL	0.000000 mm	None
18	Drill	8.0000 mm	8. DRILL	0.000000 mm	None
19	Drill	9.0000 mm	9. DRILL	0.000000 mm	None
20	Drill	10.0000 mm	10. DRILL	0.000000 mm	None

Fuente: Tomado de MasterCAM

Opciones dentro de la librería

- **Change library**

Esta opción nos permite seleccionar otra librería ya guardada que contenga otra lista de herramientas.

- **Convert/create a library to/from text**

Permite crear una librería de herramientas en base a un archivo de texto o permite convertir los datos de una librería a un archivo de texto.

- **Detail doc/doc file**

Permite crear un archivo tipo DOC con las características básicas o detalladas de una librería de herramientas.

Figura 101. Ventana TOOL MANAGER – botón derecho

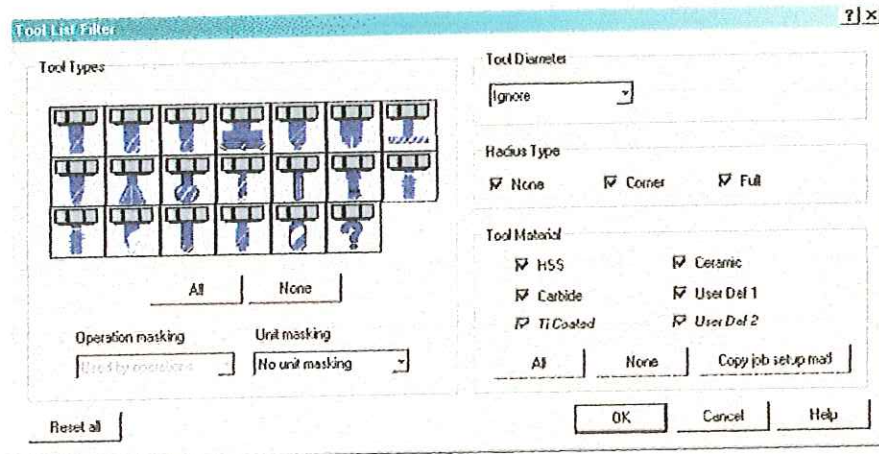
ToolName	Corner Radius	Radius Type
5. CENTER DRILL	0.000000 mm	None
10. CENTER DRILL	0.000000 mm	None
15. CENTER DRILL	0.000000 mm	None
20. CENTER DRILL	0.000000 mm	None
25. CENTER DRILL	0.000000 mm	None
1. DRILL		
2. DRILL		Change library...
3. DRILL		Convert a library to test...
4. DRILL		Create a library from test...
5. DRILL		Doc file...
6. DRILL		Detail doc file...
7. DRILL	0.000000 mm	None

Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Filter**
La opción filter permite filtrar la información de una librería de herramientas de acuerdo a diferentes parámetros. Estos son:
- **Tool types**
De acuerdo al tipo de la herramienta.
- **Unit masking**
Filtra las herramientas de acuerdo a las unidades de medida en las que están estandarizadas. Métricas o inglesas.
- **Operation masking**
Filtrar las herramientas de acuerdo al tipo de operación para la cual están construidas.
- **Tool diameter**
Permite filtrar herramientas de acuerdo a su diámetro usando los operadores igual a, menor que, mayor que, entre.
- **Radius type**
Filtra herramientas de acuerdo al tipo de radio. Sin radio, radio en las esquinas o radio total.
- **Tool material**

De acuerdo al tipo de material de la herramienta. Los materiales predeterminados son HSS, Carbide, Ti coated, Ceramic mas otros dos materiales definidos por el usuario.

Figura 102 Ventana TOOL LIST FILTER

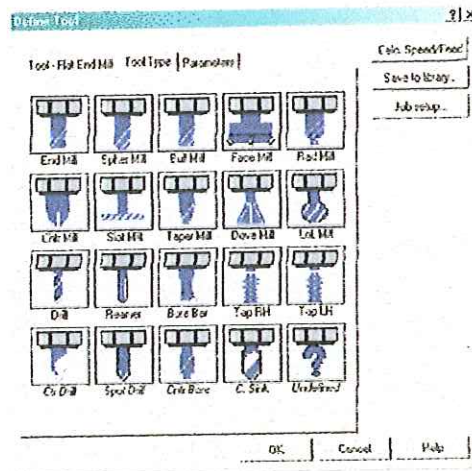


Fuente: Tomado de MasterCAM

1.15.2 Create new tool

Al escoger la opción de crear una nueva herramienta, se muestra la ventana "define tool" en donde se nos permite escoger entre 20 herramientas generales. De acuerdo a la herramienta que se seleccione, la pestaña de tool y la pestaña de parámetros cambian para estar acorde con el tipo de herramienta seleccionada.

Figura 103. Ventana DEFINE TOOL

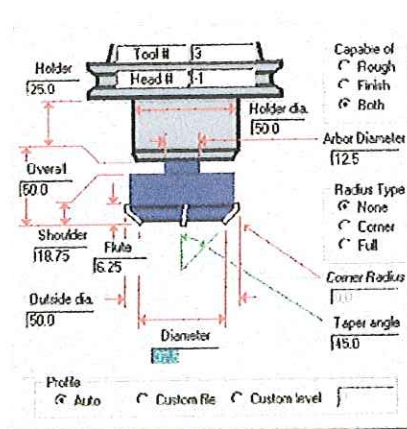


Fuente: Tomado de MasterCAM

Con el objetivo de ilustrar las demás pestañas de esta ventana se selecciono una herramienta tipo escariador.

En la ventana tool se pueden especificar las medidas de la herramienta. Para el caso específico se puede especificar altura del porta herramienta, diámetro del porta herramienta, longitud global de la herramienta, diámetro del árbol, longitud del brazo, altura de la parte con insertos, diámetro interior y exterior, radio en las esquinas, ángulo de corte, tipo de radio, capacidades de acabados sea desbaste o acabado final.

Figura 104. Ventana DEFINE TOOL - TOOL



Fuente: Tomado de MasterCAM

En la ventana parameters se pueden especificar los parámetros de operación de la herramienta. Los parámetros específicos para esta herramienta son porcentaje de paso y profundidad para operaciones de desbaste y acabado, diámetro piloto requerido, tipo de material de la herramienta, velocidad de avance, penetración y de retracción, velocidad del husillo, numero de insertos, numero de registro para la compensación de diámetro y largo, avance de superficie por minuto, avance por diente (cantidad de viruta removida), nombre de la herramienta, código de la herramienta, porta herramienta, dirección de rotación del husillo y selección de refrigerante.

Ventana define tool – parameters

Figura 105. Ventana DEFINE TOOL - PARAMETERS

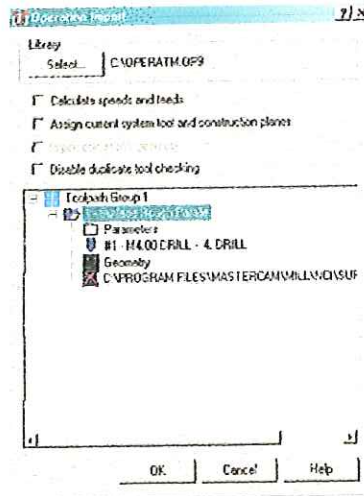
Rough XY step (%)	0.1	Finish XY step	0.0
Rough Z step	0.0	Finish Z step	0.0
Required pilot dia	0.0	Material	HSS
Dia. offset number	3	Spindle rotation	<input checked="" type="radio"/> CW <input type="radio"/> CCW
Length offset number	3	Coolant	Flood
Feed rate	0.0	<input type="checkbox"/> Inch Values	
Plunge rate	0.0	Tool file name	Select...
Retract rate	0.0	Comment	
Spindle speed	0	Manufacturer's tool code	
Number of flutes	4	Chuck	
% of max. cutting speed	0.0		
% of max. feed per tooth	0.0		

Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Get operations from library**

El software permite grabar operaciones que puedan ser usadas comúnmente por el usuario. Una vez se han almacenado se pueden llamar desde otro archivo para ser usadas y minimizar el tiempo de creación de trayectorias de herramienta. Una vez se ha seleccionado un archivo que contenga operaciones estas se visualizan en la ventana.

Figura 106. Ventana OPERATION IMPORT



Fuente: Tomado de MasterCAM

Ventana operation import

- **Library select**

Permite especificar la localización de las operaciones que se desean importar.

- **Calculate speeds and feeds**

Si en las operaciones almacenadas se habían calculado las velocidades de corte y de avance, al seleccionar esta opción el software calculará de nuevo esto velocidades para el trabajo actual. Esto con el fin de adaptarse al nuevo material de trabajo.

- **Assign current system tool and construction plane**

Permite localizar las operaciones importadas en caras diferentes a las usadas en archivos anteriores o también permite reimportar la operación para que esta sea aplicada a otra cara de una parte del mismo trabajo.

- **Import operations geometry**

Permite seleccionar si se desea o no importar la geometría relacionada con la operación a importar.

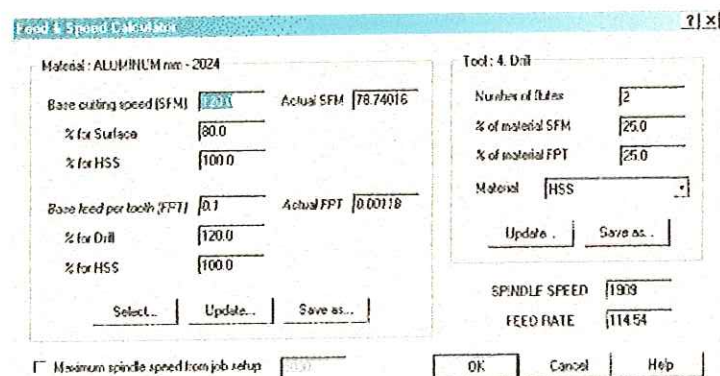
- **Disable duplicate tool checking**

Al seleccionar esta opción se le especifica al software que no verifique que las herramientas asociadas a la operación que se va a importar estén duplicadas.

- **Feed and speed calculador**

La herramienta para cálculo de velocidades y avances toma las características del material de la pieza y la herramienta para calcular los porcentajes necesarios para la operación.

Figura 107. Ventana FEED AND SPEED CALCULATOR



Fuente: Tomado de MasterCAM

Ventana Feed and Speed Calculator

- **Feed and speed calculator**

La herramienta para cálculo de velocidades y avances toma las características del material de la pieza y la herramienta para calcular los porcentajes necesarios para la operación.

Figura 108. Ventana FEED AND SPEED CALCULATOR

Material: ALUMINUM mm - 2024		Tool: 4 Drill	
Base cutting speed (SFM)	78.74016	Actual SFM	78.74016
% for Surface	80.0	Number of Flutes	2
% for HSS	100.0	% of material SFM	25.0
Base feed per tooth (FPT)	0.1	% of material FPT	25.0
Actual FPT	0.091119	Material	HSS
% for Drill	120.0	Update...	Save as...
% for HSS	100.0	SPINDLE SPEED	1309
Select...	Update...	FEED RATE	114.64
Save as...			
<input checked="" type="checkbox"/> Maximum spindle speed from job setup		OK	Cancel
		Help	

Fuente: Tomado de MasterCAM

En la sección de material se permite realizar cambios a los valores definidos en la ventana de definición de materiales. Las funciones que brinda la ventana de definición de materiales están especificadas en otro apartado de este manual.

Básicamente, los cambios que se pueden realizar desde esta sección se pueden acceder de una manera más directa desde la ventana "definición de materiales"

La sección de herramienta permite realizar cambios a las propiedades de corte de la herramienta en relación con el material de trabajo. Al igual que en el caso anterior estos parámetros pueden ser modificados de una manera mas directa a través de la ventana "define tool".

Adicionalmente se puede seleccionar la opción de **Maximum spindle speed from job setup** para limitar la velocidad máxima del cabezal de la maquina.

En la esquina inferior derecha el programa muestra las velocidades de avance y corte calculadas de acuerdo a los parámetros especificados.

- **Select**

Permite seleccionar el tipo de material que usaremos para la operación de mecanizado. Muestra la ventana Material List

- **Update**

Permite actualizar los parámetros de corte del material. Muestra la ventana de *definición de materiales con los parámetros actualizados* y permite grabar el material en una ubicación específica.

- **Save as**

Permite grabar los cambios realizados a un material con otro nombre.

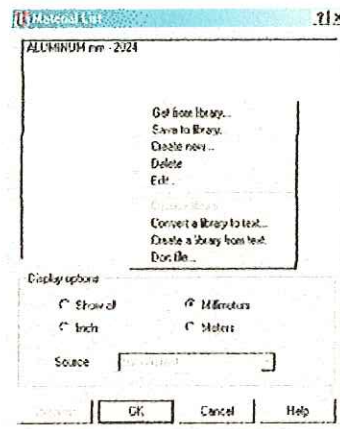
1.16 MATERIAL LIST

Esta ventana permite seleccionar el tipo de material que usaremos en nuestra pieza de trabajo. El software trae predeterminados varios materiales con todas las características de corte.

En la parte inferior de la ventana se puede hacer un filtrado por tipo de unidades de los materiales que se desean mostrar en la lista.

Get from library

Figura 109. Get from library



Fuente: Tomado de MasterCAM

Esta opción muestra todos los materiales que tiene actualmente el software en su librería interna.

- **Save to library**

Permite agregar un material creado o modificado a la lista interna de materiales.

- **Create new**

Muestra la ventana de definición de materiales para que se ingrese el nombre y las características de un material nuevo.

- **Delete**

Borra un material de la librería interna.

- **Edit**

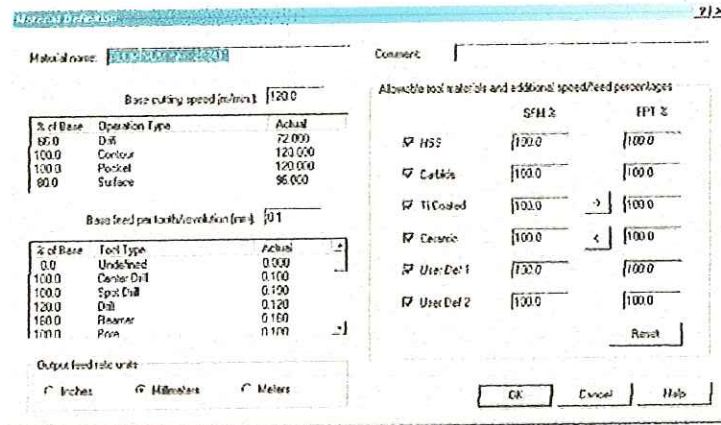
Muestra la ventana de definición de materiales y permite hacerle cambios a los parámetros del material actual.

- **Convert/create a library to/from text**

Permite crear un texto o construir una librería en base a un texto.

1.17 MATERIAL DEFINITION

Figura 110. Ventana MATERIAL DEFINITION



Fuente: Tomado de MasterCAM

La ventana de definición de material permite especificar de una manera directa las propiedades de corte para un material específico. La definición de estas propiedades abarca toda una teoría de materiales que se sale del contexto de este manual, por tanto se asumen correctos estos valores predefinidos del software. Los valores predefinidos han sido extraídos del libro “machinist's handbook” según la bibliografía del software.

Las formulas usadas para relacionar estos parámetros y obtener las velocidades de corte y avance serán descritas en la parte técnica de este manual.

1.18 OPERATIONS MANAGER

El administrador de operaciones es una ventana desde la cual se pueden administrar todas las trayectorias de mecanizado y sus parámetros.

Cada una de las operaciones que hacen parte del trabajo actual se listan como se muestra en la ventana siguiente. Las trayectorias de herramientas se pueden organizar en diferentes grupos.

Figura 111. Ventana OPERATIONS MANAGER



Fuente: Tomado de MasteCAM

- **Select all**
Selecciona todas las trayectorias de herramienta actuales.
- **Regen Path**
Después de realizar cambios a los parámetros de determinada trayectoria, es necesario regenerar la misma para que los cambios tomen efecto y esto se hace mediante esta opción.
- **Backplot**
Es una herramienta del software que permite visualizar el camino que una herramienta toma para cortar una pieza de trabajo.
- **Verify**

La opción de verificación con que cuenta el software simula el proceso de remoción de material. La forma de la pieza de trabajo es actualizada para cada movimiento de la herramienta a lo largo de la trayectoria programada simulando así la parte final. Esta herramienta es muy útil pues permite inspeccionar virtualmente la pieza para evitar errores reales en la programación de la maquina y así eliminarlos antes de que lleguen al taller de trabajo.

- **Post**

Esta opción crea el archivo .nc que es compatible con el controlador de la maquina y poder así trasmitirle todo el programa. El archivo debe ser generado después de seleccionar el post procesador compatible con la maquina.

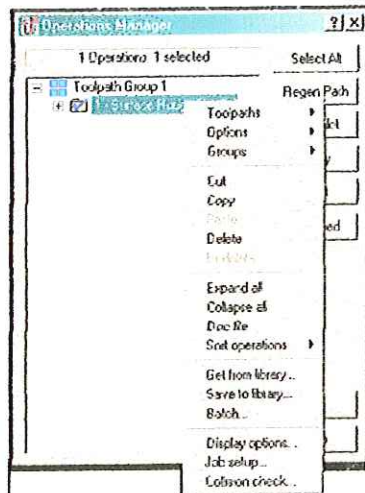
- **Highfeed**

La opción de alimentación alta optimiza las tasas de avance para trayectorias de herramientas de 2.5 y 3 ejes. Esta opción computa las velocidades de avance reduciendo el tiempo de maquinado sin sacrificar la exactitud. En vez de usar la misma velocidad de avance para toda la parte, una tasa de avance diferente es calculada para cada posición de la herramienta basado en el volumen del material que esta siendo removido combinándolo con la carga de viruta (avance por diente), produciendo un ciclo de maquinado mas rápido y un control optimo sobre las fuerzas en la operación de maquinado.

La opción de alimentación alta optimiza tanto las trayectorias de herramienta para operaciones de desbaste como las operaciones de acabado. Las operaciones de desbaste son optimizadas manteniendo un ancho de viruta constante – usando altas velocidades de avance en áreas donde el volumen de material removido es bajo y usando bajas velocidades de avance en áreas donde un alto volumen de material es removido. En las operaciones de acabado la optimización se lleva a cabo calculando el volumen y controlando las velocidades de avance en arcos y curvas agudas, reduciendo así el error de atraso de servo (demasiado desplazamiento sobre el eje).

Opciones Disponibles

Figura 112. Opciones Disponibles



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Toolpaths**

Esta opción brinda un acceso directo a las opciones para creación de trayectorias de herramienta normalmente disponibles en el menú principal del programa.

- **Options**

Esta opción permite cambiar parámetros comunes para todas las trayectorias de herramienta utilizadas, filtrar trayectorias, reenumerar operaciones y herramientas, seleccionar trayectorias de acuerdo a la vista o geometría a la cual pertenecen, recalcular avances y velocidades entre otras.

- **Groups**

Permite crear grupos para clasificar las trayectorias de maquinado de acuerdo a ciertas características en común.

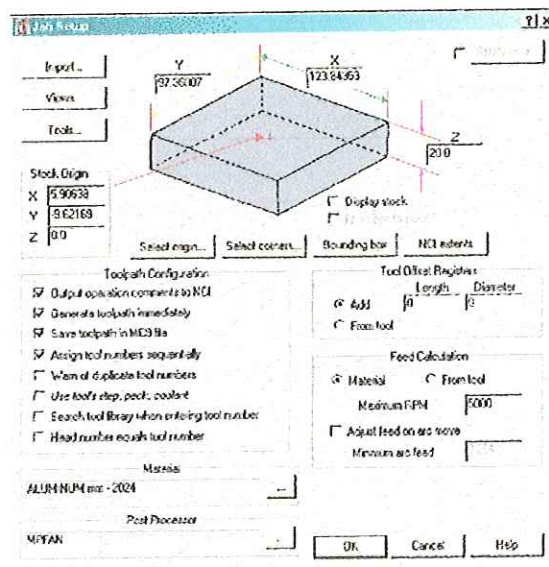
Adicionalmente presenta una serie de accesos directos para copiar, cortar, pegar, obtener operaciones de librerías, acceder al job setup y verificación de colisiones entre otras cosas.

1.19 JOB SETUP

Esta ventana nos permite definir el modelo de la pieza de trabajo y permite así visualizar el tamaño de la placa necesaria para la parte a maquinar. Adicionalmente permite realizar configuraciones que afectaran el trabajo en general.

La parte superior de la ventana brinda varias opciones para seleccionar y configurar la placa de trabajo.

Figura 113. Ventana JOB SETUP



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Import**
Permite importar al archivo actual definiciones de Job setup generadas previamente para otros trabajos.
- **Views**
Permite administrar las operaciones del trabajo actual de acuerdo al Cplane, Tplane o sistemas de coordenadas que usa.
- **Tools**
Permite observar y realizar modificaciones a todas las herramientas usadas en el trabajo actual.
- **Select**
Estos botones permiten seleccionar la placa de trabajo especificando su origen y digitando los límites de este, o seleccionando las esquinas opuestas que definen el area.
- **Toolpath configuration**
Permite seleccionar una serie de parámetros básicos para el trabajo, entre estos están: Exportar los comentarios realizados a los archivos NCI, generación inmediata de trayectorias de mecanizado, salvar las trayectorias directamente dentro de los archivos .MC9, asignar los números a las herramientas de una manera consecutiva, generar advertencia cuando se duplican números de herramientas, igualar el numero del portaherramientas con el de la herramienta.
- **Material**
Permite seleccionar el material de la pieza de trabajo.
- **Post processor**
Permite seleccionar el tipo de post procesador específico para la maquina utilizada.
- **Tool offsets registers**
Permite seleccionar un registro de compensación para todas las herramientas en general o permitir seleccionar estos valores diferentes para cada herramienta.

- **Feed calculation**

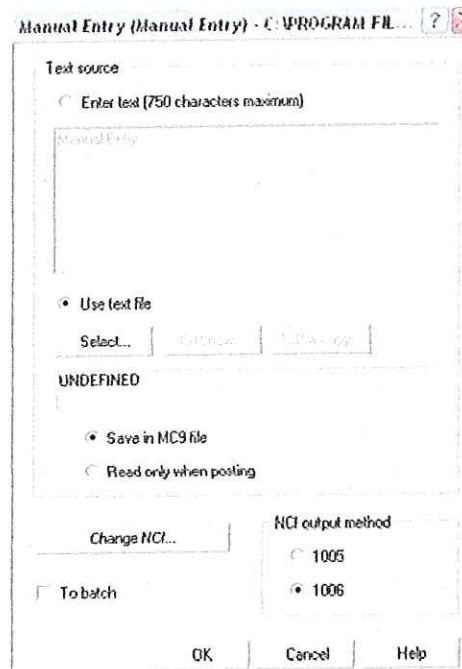
Selecciona el origen de datos para el cálculo de avances, así como las RPM máximas del cabezal.

Next menu

Manual entry

Esta opción permite insertar comentarios o códigos especiales en los archivos NCI. Esta opción depende del pos procesador.

Figura 114. Ventana MANUAL ENTRY



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Enter text**

Cuando esta opción esta seleccionada permite insertar texto de una manera manual. Solo son permitidos un máximo de 750 caracteres.

- **Use text file**

Usando un procesador de texto externo (TXT), para insertar manualmente.

- **Select**

Selecciona el archivo de texto que usted desea.

- **Edit now**

Permite realizar cambios al archivo de texto que usted selecciono, usando el editor de texto.

- **Edit a copy**

Crea una copia del archivo de texto que usted selecciono.

- **Save in MC9 file**

Esta opción graba el archivo de texto junto con el archivo MC9, pero incrementa en tamaño del archivo MC9.

- **Read only when posting**

Esta opción permite leer los comentarios solo cuando este seleccionado el manual entry del toolpath.

- **Change NCI**

Selecciona un nombre o ubicación diferente para el archivo NCI.

- **To Batch**

Adiciona la operación actual a un archivo para ser procesado después. Si usted selecciona esta opción, el toolpath es adicionado al cuadro de operation manager pero el archivo NCI no es generado hasta que el archivo batch se corra. Cuando usted selecciona un archivo MC9 para ser procesado como un archivo batch.

1.20 CIRCLE TOOLPATH

El toolpath de círculos es usado para crear eficientemente operaciones de maquinado circular y geometrías relacionadas. Usted puede crear mucho de estos toolpaths por la selección de puntos (Slot milling (ranurado) requiere que usted seleccione una cadena). Además de maquinado del círculo seleccionando un solo punto, otros toolpath para círculos, le permite crear mas operaciones complejas, como taladrado helicoidal, roscado, y ranurados. Para crear un toolpath de círculo se debe elegir, **Next Menu** del **toolpath** y luego elegir **Circ tlpths**.

1.20.1 Circle mill toolpath

Maquina automáticamente un círculo completo basado en un punto seleccionado.

Para crear un toolpath de un maquinado de un círculo.

Se escoge Toolpaths, Next menu, Circ tlpths, Circle mill de el menú principal.

Selecciona los puntos y/o círculos usando el menú de administrador de puntos y posteriormente Done.

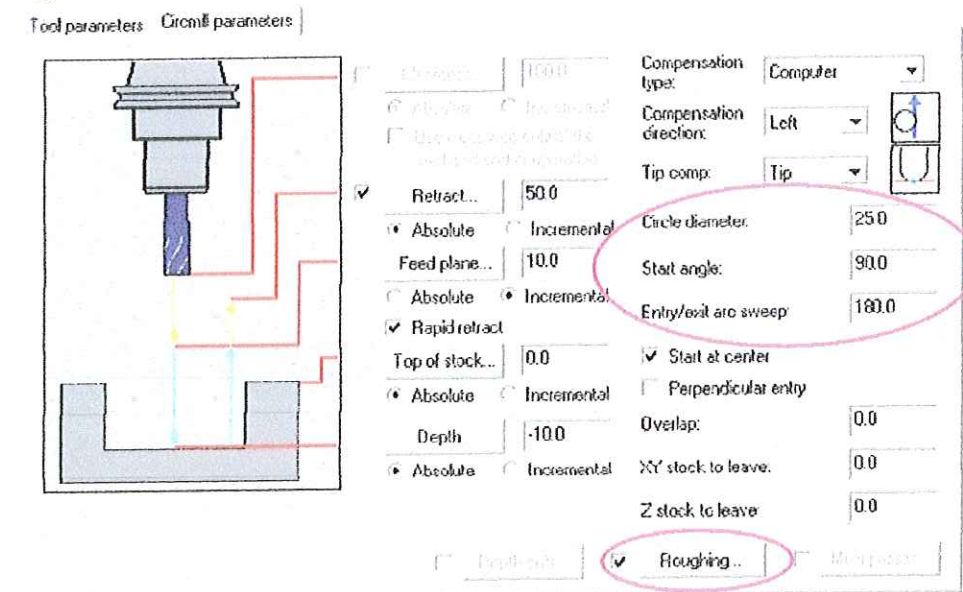
Ingrese los parámetros de Circle Mill.

Seleccione OK. El toolpath es mostrado en el administrador de operaciones.

Nota: Usted puede crear un toolpath para maquinar un círculo simplemente seleccionando Toolpaths, Circle paths, Circle mill con un click derecho menú del administrador de operaciones.

Circle mill parameters

Figura 115. Circ mill parameters



Fuente: Tomado de MasterCAM

Circle mill roughing proporciona un vaciado de alta velocidad a un estilo de pocket, para una geometría con un movimiento similar a de la estrategia de mecanizado **true spiral**. Este estilo crea una fase de desbastado usando arcos tangentes. Como resultado proporciona un movimiento suave de la herramienta, un programa corto NC, y un buen vaciado.

Si usted selecciona la opción entrada **Helical entry**, Mastercam crea un movimiento de desbastado tangente a la entrada helicoidal. Si también activa el botón de **depth cuts**, Este movimiento tangencial es repetido en cada nivel.

Ambas direcciones para la entrada helicoidal y la dirección de maquinado para el movimiento de desbastado es determinado por los parámetros fijados en el toolpath.

Notas: Si usted usa esta opción de desbastado, usted puede no necesitar usar la opción de fases de desbastado (*Roughing passes*), la cual proporciona mas de un movimiento de desbastado con un estilo de contorno.

Para movimientos entre el desbastado y acabado las secciones deben ser tangentes, usted debe fijar el barrido del arco de entrada/salida a 180 grados.

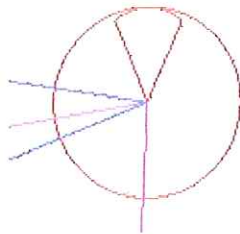
- **Circle diameter**

Con esta opción podemos definir en el diámetro del agujero que se creara.

- **Start angle**

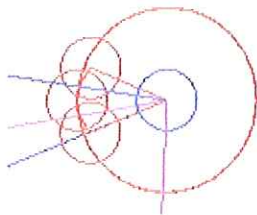
Se fija el ángulo con que se desea comenzar el maquinado.

Figura 116. Start angle 90 grados



Fuente: Tomado de MasterCAM

Figura 117. Start angle 180 grados

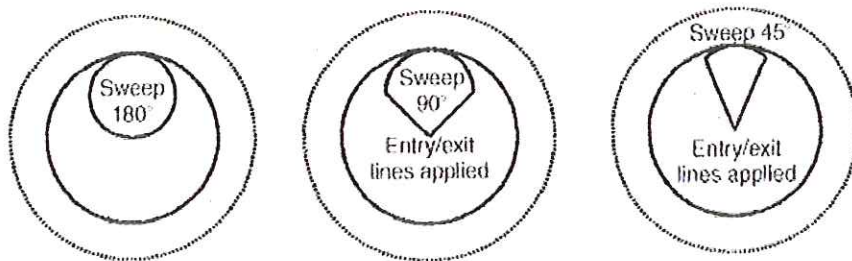


Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Entry/exit arc sweep**

Usted puede definir el barrido del arco de entrada y salida del maquinado del círculo, el ángulo de barrido debe ser menor a 180 grados, la siguientes gráficas muestran diferentes ángulos de entrada y salida.

Figura 118. Entry/exit arc sweep

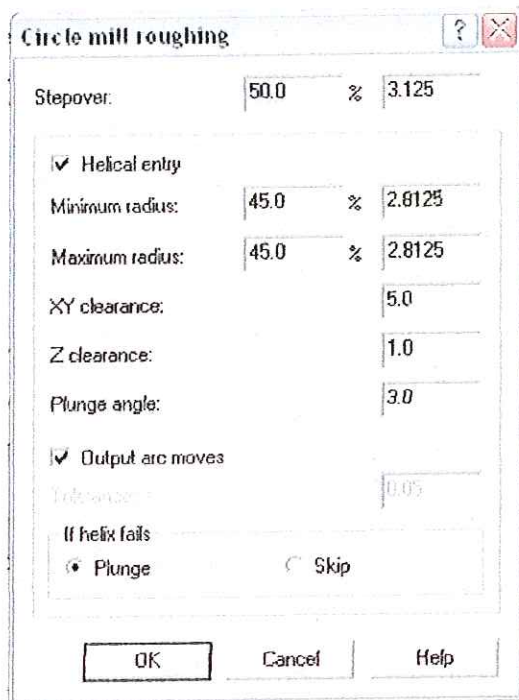


Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Circle Mill Roughing**

Este cuadro tiene las mismas características de cuadro de dialogo **Ventana HELIX** que se explico anteriormente.

Figura 119. Ventana HELIX



Fuente: Tomado de MasterCAM

1.21 THREAD MILL (roscado)

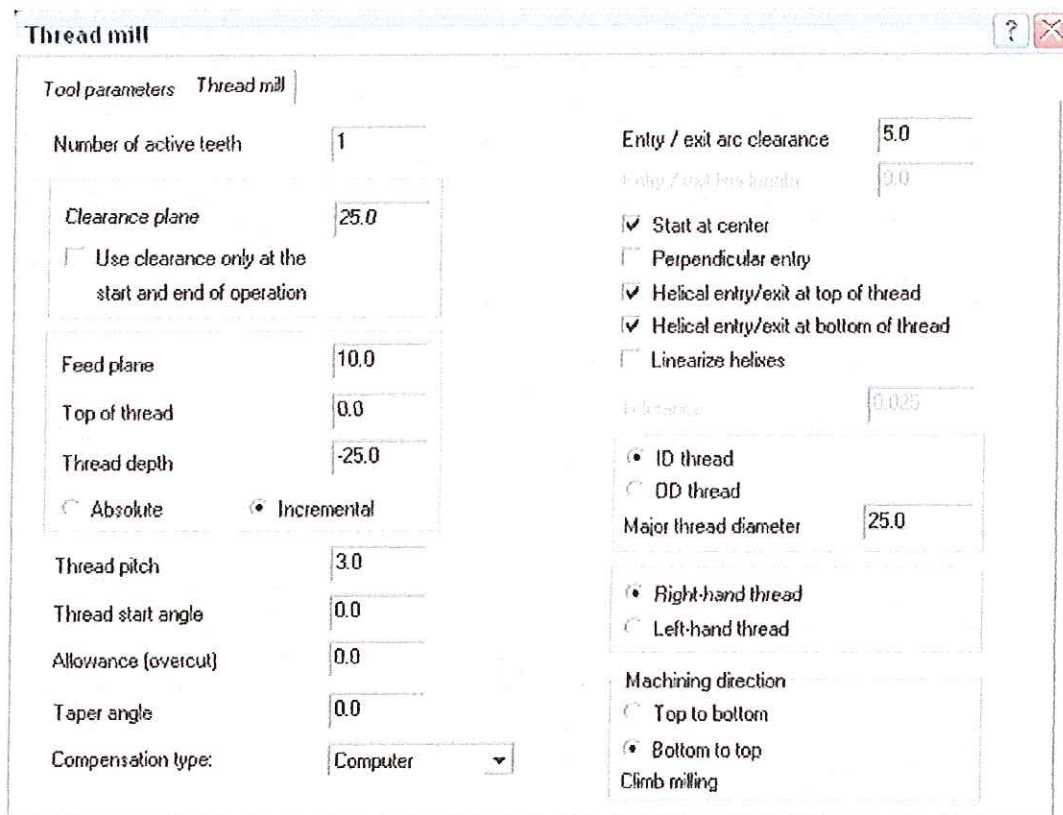
Thread mill toolpaths crea una serie de hélices para maquinar un roscado. Para crear un roscado interior (ID), usted debe crear un agujero primero. Para crear un roscado exterior (OD), usted debe crear un macho primero.

Cuadro de diálogo thread mill

En el cuadro de dialogo se deben fijar ciertos parámetros para el uso de **thread mill**. El número de dientes activos (Number of active teeth), en la parte superior de el roscado (top of thread), la profundidad de el roscado (thread depth) y thread pitch (pitch es la distancia de un punto en un roscado medida paralelamente al eje

de el próximo roscado). Todos estos parámetros determinan indirectamente el número de revoluciones que la herramienta hace, mientras maquina el roscado. Si el numero de revoluciones es menos de una, la opción de **top of thread** ajusta el resultado en menos de una revolución.

Figura 120 THREAD MILL



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Number of active teeth**

Determina el número de insertos que la herramienta utilice para realizar el roscado.

- **Clearance plane**

Determina la distancia que la herramienta se retrae para cambiar de posición.

- **Feed plane**

Altura a la que la herramienta se mueve, antes de cambiar de rapid rate (alta velocidad) a plunge rate (velocidad penetración) para entrar al material.

- **Top of the thread**

La altura a la que inicia el taladrado en el material.

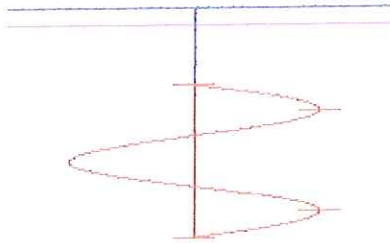
- **Thread depth**

Profundidad máxima del taladrado.

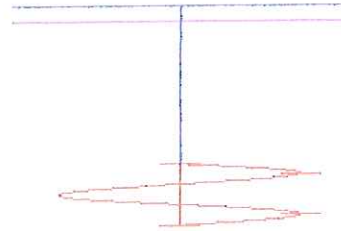
- **Thread pitch (Espaciado del taladrado)**

Es el grado de inclinación que tiene el roscado. Entre mayor sea el valor tiene mas inclinación, entre menor sea el valor es menor la distancia entre las espirales.

Figura 121. Thread pitch bajo **Figura 122. Thread pitch alto**



Fuente: Tomado de MasterCAM

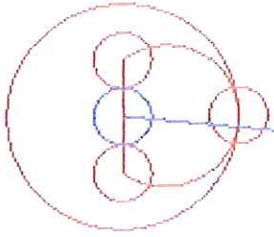


Fuente: Tomado de MasterCAM

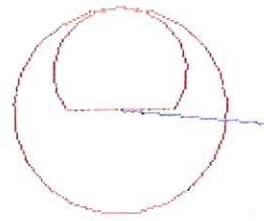
- **Thread start angle (Angulo de inicio del taladrado)**

Determina el ángulo donde inicia el maquinado.

Figura 123. Thread start angle 0 **Figura 124. Thread start angle 90**



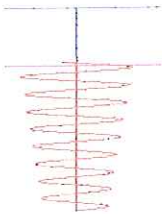
Fuente: Tomado de MasterCAM



Fuente: Tomado de MasterCAM

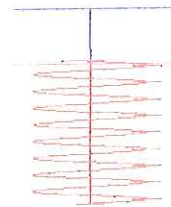
- **Allowance (overcut)**
Permite realizar un ajuste superior al diámetro dejando cierta cantidad de material.
- **Taper angle**
Permite realizar mecanizados con un ángulo que usted puede predeterminedir.

Figura 125. Taper angle 3.0



Fuente: Tomado de MasterCAM

Figura 126. Taper angle 0

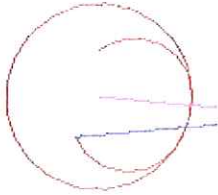


Fuente: Tomado de MasterCAM

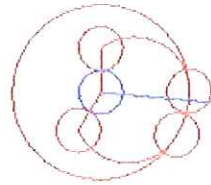
- **Start at Center (Inicio en el centro)**

Activando la casilla de **start at center** permite iniciar el mecanizado en la parte *central del mecanizado*.

Figura 127. Start at Center Desactivada **Figura 128. Start at Center Activada**



Fuente: Tomado de MasterCAM

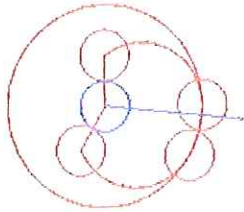


Fuente: Tomado de MasterCAM

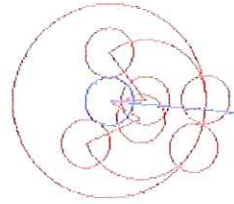
- **Perpendicular Entry (Entrada perpendicular)**

Realiza una *entrada inicial de taladrado en forma perpendicular*.

Figura 129. Perpendicular entry Desactivada **Figura 130. Perpendicular entry activada**



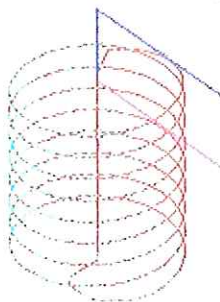
Fuente: Tomado de MasterCAM



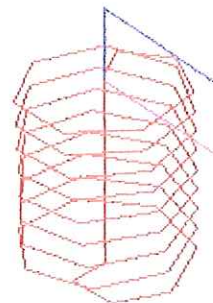
Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Helical entry/exit at top of thread**
Configura una entrada y salida helicoidal en la parte superior del taladrado.
- **Helical entry/exit at bottom of thread**
Configura una entrada y salida helicoidal en la parte inferior del taladrado.
- **Linearize helixes**
Permite configurar una tolerancia para el mecanizado de el espiral, entre mayor sea la tolerancia será menor su maquinado, entre menor sea su tolerancia será mejor su acabado.

Figura 131. Linearize helixes Desactivada **Figura 132. Linearize helixes activada**



Fuente: Tomado de MasterCAM



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Maquinado Climb o Convencional**

Con el propósito de mejorar la operación de climb y conventional cuando hacemos una operación de thread (roscado) debemos tener en cuenta los siguientes parámetros de ID (diámetro interior) y OD (diámetro exterior).

Tabla 1. Parámetros id y od

Roscado ID o OD	Right-hand or left-hand thread	Start at bottom or top	Milling direction
ID interno	Rigth hand thread	Top to bottom	Conventional
ID interno	Rigth hand thread	Bottom to top	Climb
ID interno	Left hand thread	Top to bottom	Climb
ID interno	Left hand thread	Bottom to top	Conventional
OD externo	Rigth hand thread	Top to bottom	Climb
OD externo	Rigth hand thread	Bottom to top	Conventional
OD externo	Left hand thread	Top to bottom	Conventional
OD externo	Left hand thread	Bottom to top	Climb

Fuente: Tomado de MasterCAM

1.22 AUTO DRILL

Crea una serie de operaciones de perforado para ser fijados en puntos o arcos. Por ejemplo después de seleccionar unos barrenos, Mastercam puede automáticamente crear una secuencia de operaciones de taladrados, pre-taladrados, barrenados y biselados. Mastercam escoge automáticamente la herramienta apropiada de la librería de herramientas.

La función de **Auto Drill**, El cual usted puede crear escogiendo Toolpaths, Next menú, Circ toolpaths, Auto drill. Usando esta función para geometrías wireframe, donde el taladrado es definido por entidades como puntos o arcos.

Auto drill tool parameter

Figura 133. Automatic arc drilling

Tool Parameters | Depths, Group and Library | Custom Drill Parameters | Pre-drilling

<p>Parameters</p> <p>Finish tool type: <input type="text" value="Drill"/></p> <p>Create arcs on selected points: <input type="text" value="0.0"/></p> <p><input type="checkbox"/> Suppress 'Accept closest matching tool' prompts</p>	<p>Chamfering with the spot drill</p> <p><input checked="" type="radio"/> None</p> <p><input type="radio"/> Add depth to spot drilling operation</p> <p><input type="radio"/> Make separate operation</p> <p>Chamfer size: <input type="text" value="0.8"/></p>
<p>Spot drilling operation</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Generate spot drilling operation</p> <p>Maximum tool depth: <input type="text" value="-6.0"/></p> <p>Default spot drill diameter: <input type="text" value="10.0"/></p> <p><input type="button" value="Select default spot drill..."/></p>	<p>Comment <input type="button" value="Job setup..."/></p> <p><input type="checkbox"/> Home pos... <input type="checkbox"/> Ret point... <input type="checkbox"/> Misc values...</p> <p><input type="checkbox"/> Bot up org... <input type="checkbox"/> T/Z plane... <input type="button" value="Change NCI..."/></p>

Fuente: Tomada de MasterCAM

- **Parameters**

En esta parte del cuadro de **Ventana Automatic Arc Drilling** tenemos que definir los siguientes parámetros de **finish tool type**, **Create arcs on selected point** y **Suppress (Accept closest matching tool) prompts** que determinan los parámetros del taladrado.

- **Finish tool type**

Define el tipo de herramienta que se le quiere hacer el taladrado que se encuentra en la base de datos que Mastercam posee. En esta opción encontramos una serie de herramientas que podemos utilizar, dependiendo la operación que se requiera. Las operaciones que encontramos son Drill (taladrado), Tap RH coarse (Barrenado a la derecha rustico), Tap RH fine

(Barrenado a la derecha fino), Tap LH coarse (Barrenado a la izquierda rústico), Tap LH fine (Barrenado a la izquierda fino), Reamer (avellanado), Boring Bar (Barra de taladrado) y End mill flan (acabado plano).

- **Create arcs on selected point**

Crea una geometría de arco del diámetro que usted quiera en los puntos seleccionados, también le ayuda a seleccionar el diámetro máximo del agujero que realiza.

- **Suppress (Accept closest machining tool) prompts**

Esta opción activa la búsqueda automática en la base de datos de la herramienta que más se ajusta al diámetro del agujero y a la operación que se realiza. Si esta ventana se encuentra desactivada y el diámetro del agujero no tiene una herramienta que cumpla con las especificaciones del agujero, se tendrá que hacer una búsqueda manual.

- **Spot drilling operation**

En esta parte de la ventana definimos las opciones de **generate a spot drilling operation, maximum tool depth** y **default spot drill diameter** que nos ayudan a realizar un pre-taladrado.

- **Generate a spot drilling operation**

Crea un pre-taladrado con una herramienta de menor diámetro o del diámetro que usted elija para posteriormente hacer el taladrado del diámetro que usted necesita.

- **Maximum Tool Depth**

Determina la profundidad a la que se realizara el pre-taladrado.

- **Default Spot Drill Diameter**

Esta opción determina el diámetro o la herramienta que se utiliza para el pre-taladrado.

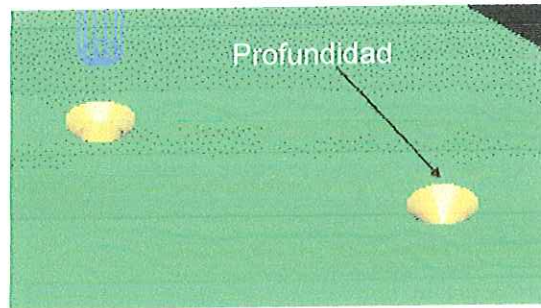
- **Chamfering with the spot drill**

En esta parte los parámetros que deben fijar son **None, Add depth to stop drilling operation, make separate operation** y **chamfer size**.

- **Add Depth to Stop Drilling Operation**

Fija la profundidad máxima de pre-taladrado se puede usar para hacer un bisel.

Figura 134. Add dpth stop drilling operation



Fuente: Tomada de MasterCAM

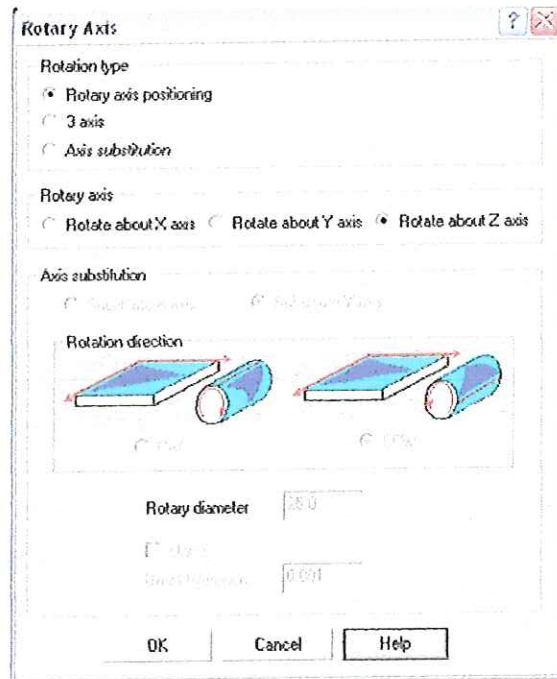
- **Make a separate operation**

Crea una operación que realiza pre-maquinado, maquinado y biselado. El tamaño del biselado se define con el tamaño del biselado que es fijado en la cinta **Chamfer size**.

- **Rotary Axis**

Se utiliza normalmente para tornos, pero también sirve para piezas que rotan en un eje. La pieza puede rotar en un plano, mientras la herramienta esta paralela al eje de rotación o la pieza rota en un plano, mientras la herramienta esta perpendicular al eje de rotación.

Figura 135. Rotary axis



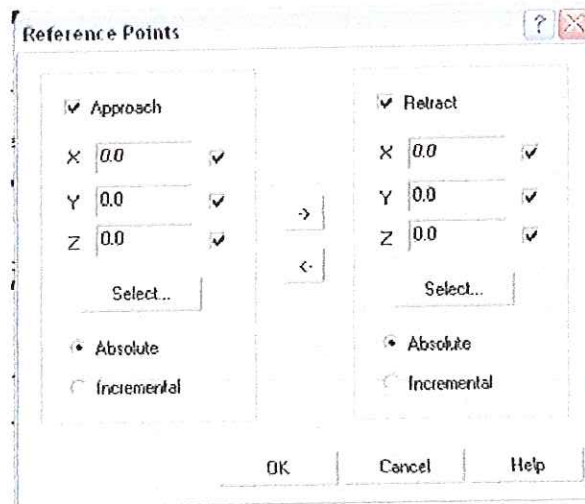
Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Rotary axis positioning**
Posiciona la pieza en el eje de rotación seleccionado y lo fija en un plano de la herramienta, y permanece en este plano. Los movimientos de las herramientas son en los tres ejes en el toolpath.
- **Axis**
Reemplaza el movimiento del eje X, Y y Z como movimiento rotacional. También es llamada conversión polar. Las piezas se mueven alrededor de un eje de rotación y la herramienta se mantiene paralela al eje de rotación.
- **Axis Substitution**
Reemplaza el eje X o Y por tres ejes de rotación en toolpath. La pieza se mueve alrededor de un eje de rotación, mientras la herramienta se mantiene perpendicular al eje de rotación. Usados para cilindros.

- **Rotary Axis**
Se puede escoger entre los ejes X, Y y Z en el cual la pieza rotara.
- **Rotation direction**
La dirección en que la pieza rotara CW con las manecillas del reloj, CCW en contra de las manecillas del reloj.
- **Rotatory diameter**
Determina el diámetro de rotación con respecto al eje.
- **Unroll**
Desenrolla una geometría que esta en un cilindro. La compensación de corte y la retracción de movimientos, son calculadas relativos a la geometría plana.
- **Unrolles tolerance**
Determinar como suavemente romperá la geometría el eje de rotación durante el desenrollado.
- **Reference Points**
Un punto de referencia, es una posición del movimiento de la herramienta entre el **home position** y el comienzo o el final del toolpath.

Se debe escoger el movimientos que se quieren hacer Approach (aproximación) o retract (retraerse), también se deben elegir las posiciones en XYZ y definir si es absoluta si la referencia es relativa al origen (0,0) o incremental si es relativa al primer movimiento en el toolpath o al ultimo si es para retract.

Figura 136. References points



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **T/C PLANE (Tool plane / Construction plane)**

Usted puede fijar el plano de construcción y de maquinado, y trabajar en las coordenadas de origen del sistema. La sección del plano (tool plane) de la herramienta incluye una opción adicional, para fijar el offset del toolpath. No importa si usted esta trabajando con WCS (Working Coordinate System), usted puede el Work offset en conjunción con WCS.

- **Tool Plane**

Tplane es el plano en que la herramienta se aproxima y mecaniza la pieza. El tool plane representa las coordenadas del sistema en la maquina CNC (XY eje y el origen).

Las coordenadas del sistema usadas para fijar la posición base. Mastercam llama a estos puntos origen del sistema. Este es el punto principal de referencia de toda la geometría y la creación del toolpath. El origen del sistema es fijado, pero usted puede determinar dos puntos de referencia secundaria. Un punto es para la creación de la geometría (origen de construcción), y el otro

es para la creación del toolpath (origen de la herramienta). Usted fija y opera ambos orígenes de una manera similar.

El origen de la herramienta define el punto de referencia del Tplane (X0 Y0 Z0).

El origen de la herramienta siempre es igual al origen del sistema, a menos que usted reasigne el origen.

Nota: Usted debe definir el Tplane antes de definir el origen de la herramienta.

- **Tplane es paralelo al plano Cplane**

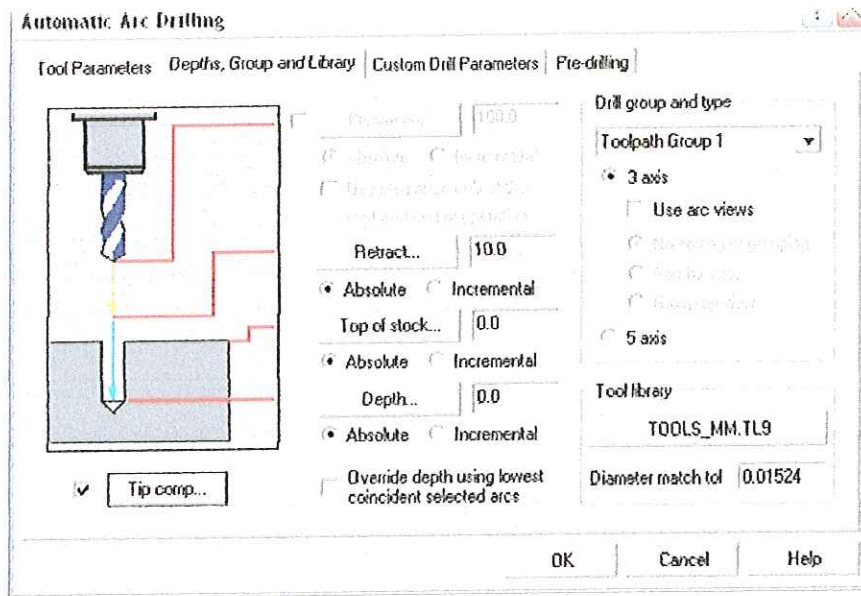
Fijando un Tplane paralelo al plano de construcción, permite que usted redefina cualquier plano 2D como el plano de maquinado XY. Este parámetro para el es recomendado para programar la lapida y el eje rotatorio.

Nota: El post procesador que soporta el Tplano, automáticamente indexa el código cuando el Tplane cambia entre las operaciones. Use TPlane, Rotate para definir múltiples Tplanes para aplicaciones ejes rotatorios.

- **Depths, Group and Library**

En esta pestaña se pueden fijar varios parámetros alturas, profundidades para la operación de taladrado, tal como la distancia de la altura, la altura de retracción, la parte superior de la pieza y la profundidad de taladrado.

Figura 137. Depths, group and library

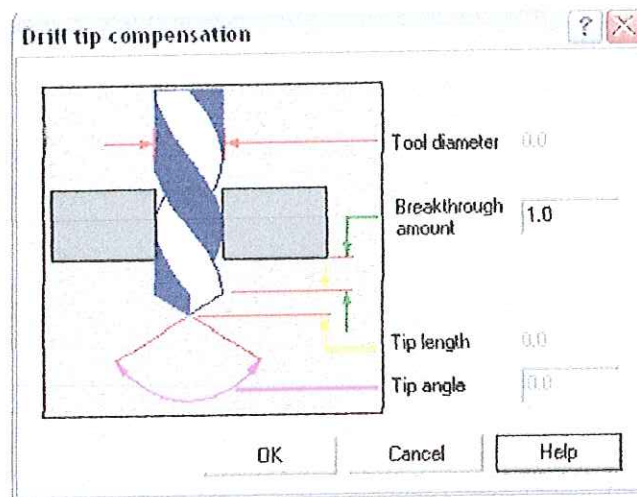


Fuente: Tomado de MasterCAM

Tip Compensation (Drill Tip Compensation)

En este cuadro podemos configurar las opciones de **Breakthrough amount** y **Tip angle**.

Figura 138. Drill tip compensation



Fuente: Tomada de MasterCAM

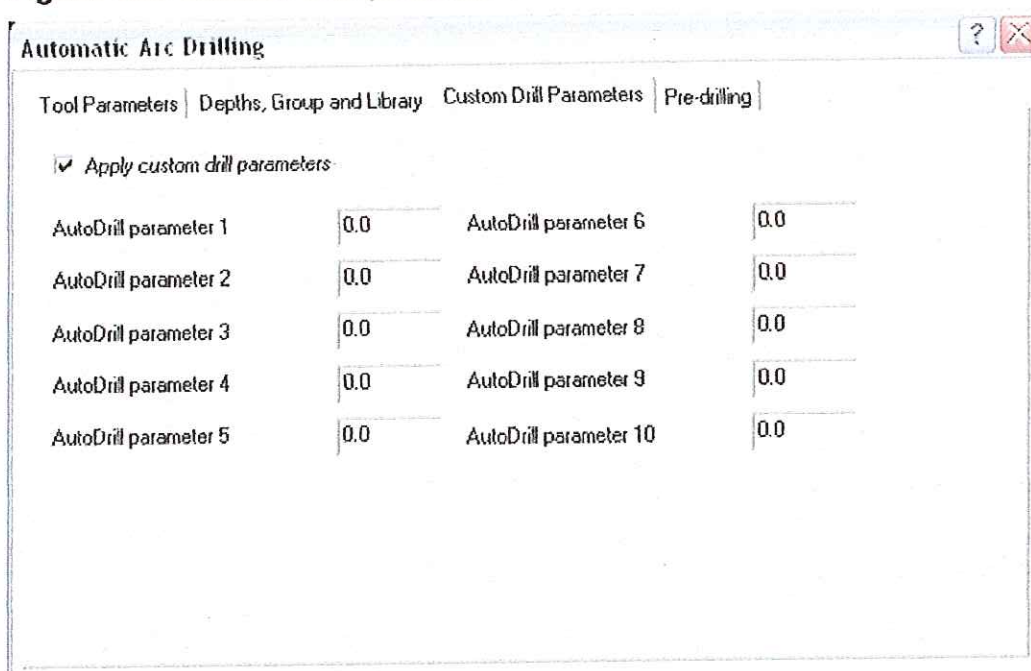
- **Breakthrough Amount (cantidad de penetración)**
Esta opción, determina que tan lejos la herramienta perfora después de la profundidad máxima de la pieza. Esto asegura que el diámetro total de la herramienta perfora hasta fondo de la pieza.
- **Tip Angle (ángulo de la punta)**
Se fija el ángulo de la punta de taladrado en grados. Las puntas de los taladrados son afilados usualmente a 118 grados. Este ángulo es usado para calcular la profundidad adicional basada en el diámetro de la herramienta.
- **Override depth using lowest coincidents selected arcs**
Esta opción se utiliza para conducir la profundidad, usando las coincidencias mas bajas de los arcos seleccionados.
- **Drill group and type**
Tenemos la opción de seleccionar 3 o 5 ejes. En nuestro caso se realizara la de 3 ejes, en esta opción tenemos tres opciones de definir si habilitamos la opción de **Use arc view**, que activa las opciones de **No sorting or grouping**

(sin clasificación o agrupación), **Sort by view** (clasificación por vista) y **Group by view** (agrupación por vista).

- **Diameter match tol (diámetro de tolerancia)**
Se determina la tolerancia del diámetro de la herramienta.

Custom Drill parameters

Figura 139. Custom drill parameters



Fuente: Tomada de MasterCAM

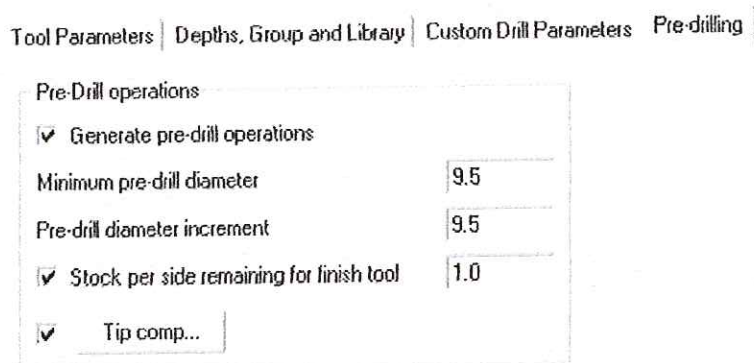
- **Imagen Custom Drill parameters**
Este parámetro es utilizado en industrias especializadas, que necesitan obtener una serie de parámetros únicos para obtener ciertos resultados, Mastercam provee de 10 parámetros para que usted los pueda usar según sus necesidades. Hay dos pasos para fijar los parámetros de taladrado. El primer

paso implica dar un nombre a cada uno parámetros de taladrado, el cual activa el parámetro. Si usted borra un campo de descripción, usted no puede volver a llamarlo ese parámetro. Si usted cambia la descripción para un campo, el valor para el campo todavía esta escrito en la misma variable del pos procesador.

- **Pre-drilling**

El pretaladrado nos proporciona un desbastado antes de crear el taladrado.

Figura 140. Pre-drilling



Fuente: Tomada de MasterCAM

Se debe tener en cuenta que para realizar este pretaladrado, que la casilla de **generate pre-drill operations** este activada y configurar las siguientes opciones.

- **Minimun pre-drill operations**

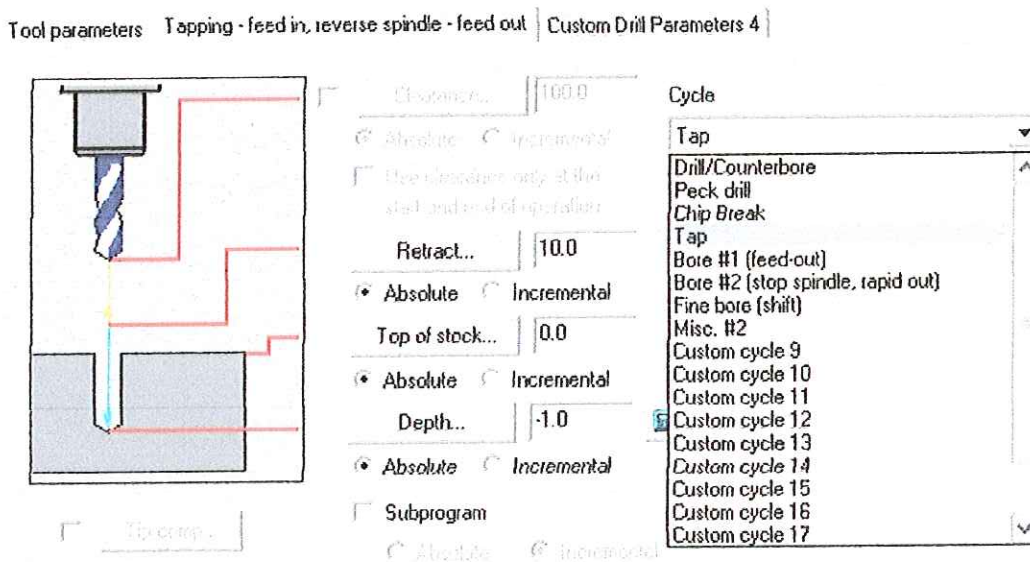
Fija el menor diámetro de la herramienta que puede ser usado de la librería de herramientas de la operación de pretaladrado.

- **Pre-drill diameter increment**

Fija el incremento entre el tamaño del taladrado, para la operación de pre taladrado.

- **Stock per side remaining for finish tool**
Cuanta cantidad de material es dejado en cada pared del taladrado, para la posterior operación de acabado (finish).
- **Tip Comp**
Para fijar el avance en el taladrado.
- **Simple Drill**

Figura 141. Tapping- feed in, reverse spindle-feed out



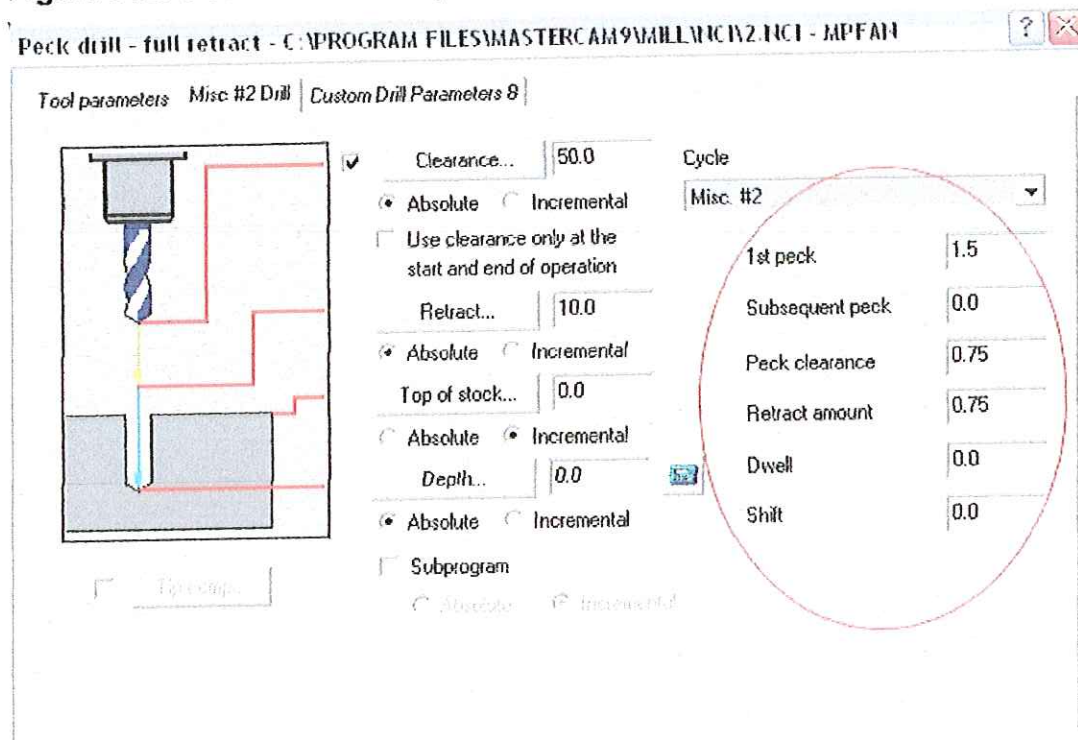
Fuente: Tomada de MasterCAM

- **Chip Break**
Es usado para el taladrado de agujeros profundos. Con profundidad de más de tres veces el diámetro de la herramienta. Se retracta parcialmente afuera el taladrado del agujero para que las virutas caigan libremente.

- **Tap**
Barrenado interno derecho o izquierdo para roscado de agujeros.
- **Bore #1**
Taladrado de agujeros con alimentación de material entrando y alimentación de material saliendo (*feed in o feed out*). Esto crea un agujero derecho y con una superficie suave.
- **Bore #2**
Taladrado de agujeros con feed in (alimentación de material entrando), parada del husillo y salida rápida.
- **Fine bore (shift)**
Para el husillo, al terminar cada punto de taladrado, entonces el husillo orienta la herramienta para predeterminedar el ángulo, cambiando la pared del taladrado y replegarse.
- **Custom cycle #8 to 20**
Este sirve para predeterminedar los ciclos de taladrado, prediseñados por la empresa.

1.23 OTROS PARÁMETROS

Figura 142. Peck drill – otros parámetros



Fuente: Tomada de MasterCAM

- **1st Peck**

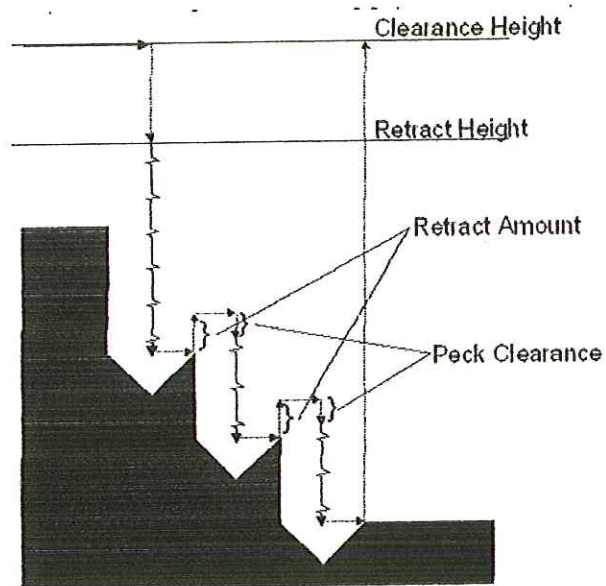
La herramienta realizara una operación de picara la primera vez en la pieza antes de realizar la penetración total, pero no picara en los siguientes barrenos. Si se deshabilita esta opción la herramienta picara todas las veces en la pieza para realizar el taladrado. Este movimiento de picar sirve para limpiar el material de la herramienta. Para que la herramienta realice el picado en los posteriores agujeros, debe insertar el parámetro de **subsequent peck** e insertar el valor de su profundidad.

- **Peck clearance**

Un *peck* (picar) es un movimiento que la herramienta hace para hacer un picado, la herramienta entra y sale de la pieza. El **peck clearance** fija la altura de retracción que la herramienta, que rápidamente toma entre movimiento de picar. Esta opción se indica cuando usted escoge las opciones de operación de **Peck Clearance, Chip Break, Misc, and Custom cycles**. La siguiente grafica muestra como es usado este valor.

Retract amount la distancia que se retracta la herramienta cada ves que realiza una perforación.

Figura 143. Peck Clearance



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Chip Break**

Usado para el taladrado de agujeros profundos. Se retrae las herramientas después de cada perforación. En taladrado de agujeros con profundidad de mas de tres veces el diámetro de la herramienta. Se retracta parcialmente afuera el taladrado del agujero para que las virutas caigan libremente.

- **Dwell**

Selecciona que la herramienta se detiene al menos $1 \frac{1}{4}$ de la revolución del eje antes de perforar otra vez.

- **Shift**

Detiene el husillo al terminar cada punto de taladrado, entonces el husillo orienta la herramienta para predeterminar el ángulo, cambiando la pared del taladrado y replegándose.

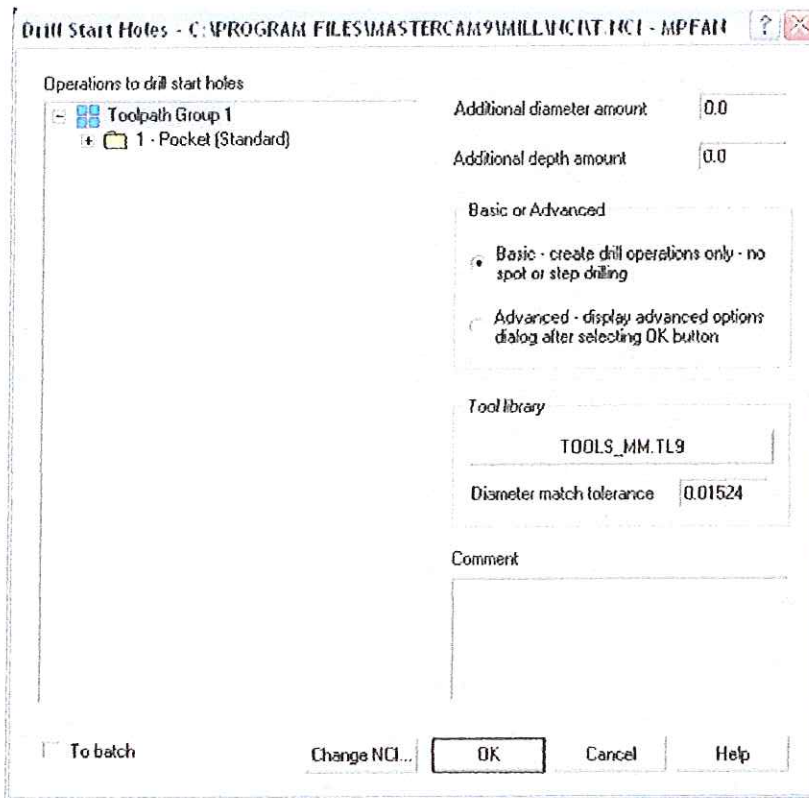
- **Start hole**

El Start hole drilling toolpath, crea un toolpath de taladrado en el punto de penetración de la herramienta. Usted puede crear un toolpath de taladrado con cualquier opción básica o avanzada. Esta operación se utiliza en operaciones de mecanizado.

Para crear una operación Start hole es necesario desarrollar los siguientes pasos:

Crear una operación de Start hole. Seleccionar la operación deseada para incluir esta operación.

Figura 144. Drill start hole

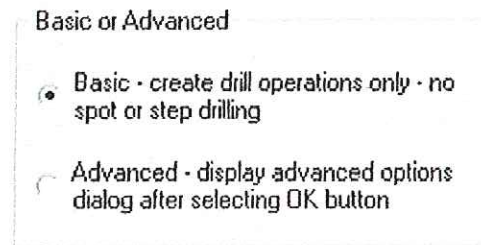


Fuente: Tomado de MasterCAM

Cuando desarrollamos una operación de Start hole, debemos fijar los parámetros de **Additional diameter amount** y **Additional depth amount**, lo cual determina el diámetro y la profundidad que se desea adicionar.

Basic o Advance (Básico o Avanzado)

Figura 145. Drill start hole basic or advance



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Imagen**

Quando determinamos un taladrado **basic** (básico), simplemente hay que adaptar parámetros del tamaño de la herramienta, pero si determinamos un parámetro **Advance** (avanzado), debemos fijar los mismos parámetros que se utilizaron para hacer una operación de taladrado automático.

- **Batch**

El post procesador del toolpath en modo de batch, permite separar el post procesador de otros diseños de Mastercam y la generación de toolpath. Maximiza el uso de Mastercam y las herramientas de maquinado. Esta opción le permite hacer:

Generar el toolpath con o sin generar el programa NC.

Seleccionar una operación de cualquier archivo de Mastercam.

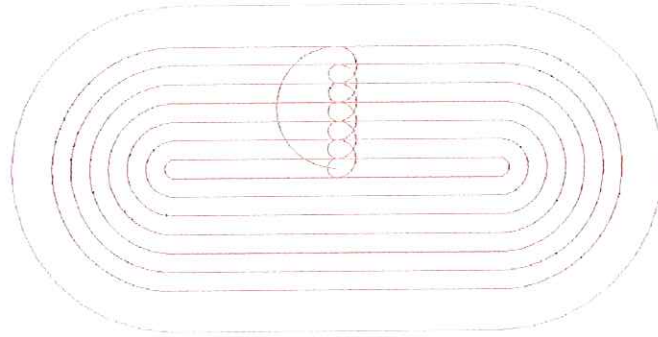
Se pueden hacer batch automáticamente seleccionando la casilla "to batch".

Regeneración automática de toolpath y salva archivos Batch.

- **Slot mill**

Un ranurado es diseñado para maquinar ranuras tipo obround. Esto consiste en dos líneas rectas y dos arcos al final de estas dos líneas.

Figura 146. Obround



Fuente: Tomado de MasterCAM

Slot mill parameters

Esta opción contiene varios parámetros conocidos anteriormente. Pero adicionalmente tenemos un parámetro de **Desbastado** y **Terminado** que nos ayudan para realizar el acabado que necesitamos.

Rough / Finish parameters

Figura 147. Rough / finish parameters

Slotmill parameters

Tool parameters | Slot parameters | **Rough / finish parameters**

Ramp entry

Stepover: 25.0 % 1.25

Plunge angle: 3.0

Output helixes as arcs

Helix radius: 0.001

Roughing passes

Number: 1

Spacing: 2.0

Finishing passes

Number: 0

Spacing: 0.05

Keep tool down

Fuente: Tomado de MasterCAM

En esta pestaña, determinamos el **Stepover** que sirve para determinar el espacio entre cada toolpath. También determinamos el **Plunge angle**, que nos ayuda a la penetración de la herramienta en el material. Y nos ayuda a determinar el numero de pasos para el **desbastado** y **finalizado**.

- **Helix Bore**

El toolpath de una operación de helix bore es diseñado sobre un inserto específico llamado helix. Esta herramienta de High speed (alta velocidad) corta descendientemente en un movimiento helicoidal para un desbastado, y una operación de acabado helicoidal ascendente. Los datos que se presentan en la pestaña **Helix bore parameters** se puede consultar en otras aplicaciones.

Figura 148. Helix bore parameter

Helix bore parameters

Tool parameters	Helix bore parameters	Rough / finish parameters
	Rough pitch:	0.08
	Number of rough passes:	1
	Rough pass stepover:	0.0
	Feedrate at final depth:	30.0 % 600.0
Finish		
	Finish pitch:	2.0
	Finish stepover:	1.0
	Feedrate:	125.0 % 2500.0
	Spindle speed (RPM):	300.0 % 10000
	<input checked="" type="checkbox"/> Output arc moves for helices	
	Tolerance:	0.025

Fuente: Tomada de MasterCAM

La pestaña **Rough/finish parameters** presenta los siguientes parámetros:

- **Rouge pitch**
Indica el grado de desgaste de la operación, antes de realizar la operación de acabado.
- **Number of rouge passes**
Fija el número de recorridos o barridos de la herramienta hasta llegar a la profundidad fijada.
- **Rouge pass stepover**
Fija la distancia entre cada recorrido o barrido de la herramienta.
- **Feedrate at final depth**

Este parámetro fija el porcentaje de la velocidad a la que se quiere realizar el maquinado *feed rate*. Por ejemplo si el *feedrate* esta fijado en 100mm/m, y ponemos un porcentaje de 40%. La velocidad de *feed rate* será de 40mm/m.

- **Finish pitch**

Indica el grado de finalizado de la operación, antes de realizar la operación de acabado.

- **Finish stepover**

Fija la distancia entre cada recorrido o barrido de la herramienta.

- **Feedrate**

Este parámetro fija el porcentaje de la velocidad a la que se quiere realizar el maquinado *feed rate*. Por ejemplo si el *feedrate* esta fijado en 100mm/m, y ponemos un porcentaje de 40%. La velocidad de *feed rate* será de 40mm/m.

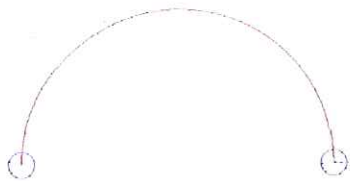
- **Spindle speed**

Este parámetro fija el porcentaje de la velocidad del husillo en RPM, según el porcentaje y el parámetro de velocidad fijado en **Tool parameters**.

- **Output arcs moves for helixes**

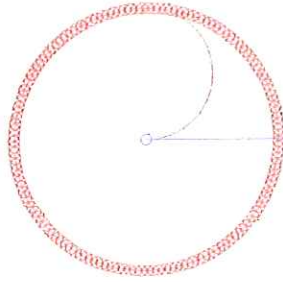
Crea dos recorridos diferentes cuando se activa o se desactiva.

Figura 149. Output arcs moves for helixes activado



Fuente: Tomado de MasterCAM

Figura 150. Output arcs moves for helixes desactivado



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Add Point**

Sirve para crear toolpath manualmente de acuerdo a las necesidades del operario, utilizando las opciones de posicionamiento y las velocidades de avance entre cada punto. También se pueden editar toolpath con las mismas opciones. Y otras opciones que se explicaran a continuación.

- **Goto XY**

Permite seleccionar un punto usando las coordenadas X y Y. El nuevo punto es ubicado a la altura de Z del último punto seleccionado.

- **Goto XYZ**

Permite seleccionar un punto usando las coordenadas X , Y y Z.

Figura 151. Add point menú



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Tool up**
Crea un movimiento de la herramienta de la posición actual, a un punto más alto.
- **Tool down**
Crea un movimiento de la herramienta de la posición actual, a un punto en una profundidad.
- **Backup**
Borra el último punto del toolpath y lo retrocede al punto anterior.
- **Feedrate**
Fija la velocidad de desplazamiento entre los puntos.
- **Jump ht**
El operador puede fijar la altura en Z, cuando usted selecciona la opción **Tool up**.
- **Depth**
El operador puede fijar la profundidad en Z, cuando usted selecciona la opción **Tool down**.

Moviendo un punto en un toolpath

1. Abra el Operations Manager.
2. Seleccione el icono de la geometría de un punto en el toolpath.
3. Seleccione Move pt del menú de Edit Point.
4. Escoja el movimiento que desea realizar.
5. Tome alguna de las siguientes acciones:
 - Introduzca la posición del nuevo punto. El punto se moverá a la nueva posición.
 - Seleccione Tool up, para mover el punto una altura definida.
 - Seleccione Tool down, para mover el punto una profundidad definida.

Nota: para cambiar la altura escoja jump ht, para cambiar la profundidad escoja Depth.
6. Seleccione Done.

Adicionando un punto en el toolpath

1. Abra el Operations Manager.
2. Seleccione el icono de la geometría de un punto en el toolpath. El menú editor de puntos aparecerá.
3. Seleccione Add pt del menú Edit Point.
4. Seleccione un punto en el toolpath. Mastercam insertará el punto nuevo después del punto que usted selecciono.
5. Seleccione el movimiento que desee hacer.
6. Seleccione Done.

Borrando un punto del toolpath

1. Abra el Operations Manager
2. Seleccione el icono de la geometría de un punto en el toolpath. El menú editor de puntos aparecerá.
3. Seleccione delete pt del menú Edit Point.

4. Seleccione el punto que desea eliminar.
5. Seleccione Esc para salir de esta opción.
6. Seleccione Done.

Cambiando la velocidad de avance entre dos puntos

1. Abra el *Operations Manager*
2. Seleccione el icono de la geometría de un punto en el toolpath. El menú editor de puntos aparecerá.
3. Seleccione Edit Feed del menu Edit Point. Nota los segmentos en amarillo se mueven con la velocidad de rapid rate. Los segmentos en azul se mueven con la velocidad feed rate.
4. Seleccione un punto en el toolpath. Mastercam cambia velocidad de avance (feed rate) en el segmento del toolpath que precede el punto seleccionado de rapid rate a feed rate o de feed rate a rapid rate.
5. Esc para salir de esta opción.
6. Seleccione Done.

1.29 PROJECT

Project toolpaths acepta cualquier archivo NCI (excepto drill (taladrados), 5-axis (toolpath de 5 ejes), o archivos que contengan arcos XZ o YZ para ser proyectados en el plano, cilindro, cono horizontal, cono vertical, esfera o un corte transversal. Todas las operaciones del archivo pueden ser proyectadas. Esto solo afecta la profundidad del archivo NCI. Las coordenadas XY no son cambiadas. Todas las proyecciones deben ser realizadas con una herramienta ball endmill.

- **Proyectando un toolpath en un Plano**

1. Del menú seleccionamos Project, Plane.
2. Se fija el plano de construcción (Cplane) para el plano de proyección deseado y seleccione continuar.
3. Entre los parámetros de proyección.
4. OK.

- **Proyectando un Toolpath en un Cilindro**

Usted puede proyectar un archivo NCI (creando un entrada con la función de proyectar un toolpath) en cualquier cilindro cuyos ejes sean paralelos al plano de la herramienta (se lo definió) o paralelo al plano XY (si usted no definió el plano de la herramienta). EL arco que usted seleccione para definir la sección transversal del cilindro determina el eje del cilindro (arco central), las coordenadas del eje Z (coordenadas de arco central en Z), radio del cilindro (radio del arco) y la forma cóncava o convexa de la superficie de proyección. El arco debe ser perpendicular al plano de la herramienta. Para realizar esto siga los siguientes pasos:

1. Escoja Project, Cylinder del menú.
2. Seleccione un arco que defina una sección transversal del cilindro. Si el punto medio y centro del arco seleccionado son iguales en su altura, el sistema lo indicara.
3. Fije los parámetros de proyección.
4. Seleccione OK. El toolpath es copiado en el Operations Manager.

Notas:

Los ejes del cilindro que no son paralelos, podrían ser creados usando la opción de edit NCI C-hook después de proyectado el toolpath.

Usted también puede proyectar un toolpath en un cilindro, escogiendo toolpath, Project, Cylinder con un click derecho en el menú del Operation Manager.

- **Proyectando un Toolpath en una Esfera**

Usted puede proyectar un archivo NCI (creando un entrada con la función de proyectar un toolpath) en una esfera cuyo radio no exceda ciertos límites.

El arco que usted seleccione define la sección transversal de la esfera determina el centro de la esfera (arco central), la coordenadas del eje Z (cooredenadas del arco central en el eje Z), Radio de la esfera (radio del arco) y la forma cóncava o convexa de la superficie de proyección.

1. Escoja Project, Sphere del menú.
2. Seleccione un arco que defina una sección transversal de la esfera. Si el punto medio y centro del arco seleccionado son iguales en su altura, el sistema lo indicara.
3. Fije los parámetros de proyección.
4. Seleccione OK. El toolpath es copiado en el Operations Manager.

Nota:

Usted también puede proyectar un toolpath en una esfera, escogiendo toolpath, Project, Sphere con un click derecho en el menú del Operation Manager.

- **Proyectando un Toolpath en una Cono**

Usted puede definir un cono por su eje y una sección transversal. Como un cilindro, el eje de un cono horizontal debe ser paralelo a plano de la herramienta actual (si usted definió el plano de la herramienta) o paralelo al plano XY (si usted no definió el plano de la herramienta), la sección transversal del cono puede estar en cualquier plano paralelo al eje del cono. Esta sección transversal es llamada la arista del cono.

1. Escoja Project, Cone del menú.
2. Seleccione la línea del eje (central) del cono. Esta línea define el cono incluyendo el eje de las coordenadas Z.

3. Seleccione la línea que defina la arista del cono (una sección transversal del cono).
4. Escoja la parte superior (Upper) para una proyección convexa (superior al eje) o Inferior (lower) para una proyección cóncava (inferior al eje).
5. Fije los parámetros de proyección.
6. Seleccione OK. El toolpath es copiado en el Operations Manager.

Notas:

Conos cuyos ejes no son paralelos o perpendiculares pueden ser creados usando el Edit NCI C-Hook después de proyectar el toolpath.

Usted también puede proyectar un toolpath en un cilindro escogiendo Toolpaths, Project, Cone del menú de Operations Manager.

- **Proyectando un Toolpath en una Sección cruzada**

Especificando el archivo NCI (Creado anteriormente a la entrada de la función del toolpath de proyección), puede ser proyectada en cualquier sección transversal perpendicular al plano de construcción (si usted definió un plano de la herramienta) o perpendicular a le plano XY (si usted no definió un plano de construcción para la herramienta).

1. Escoja Project, Project, X-section del menú.
2. Seleccione el plano de construcción (Cplane) de la proyección que desee usando el menú secundario.
3. Defina el XZ o YZ de la sección transversal usando el Menú de Métodos de Encadenado. Invalido para secciones transversales que incluyen:
 - Sección transversal encerrada por puntos.
 - Sección transversal contenga splines (líneas en tres dimensiones).
 - Sección transversal que no este situada en un plano 2D.
 - Sección transversal que no este en posición del plano de construcción.

4. Escoja parte superior para una proyección convexa (arriba del eje) o abajo para una proyección cóncava (debajo del eje).
5. Fije los parámetros de proyección Project X-section parameters.
6. Seleccione OK. El toolpath es copiado en el Operations Manager. Notes:

La sección transversal debe superponerse a las fronteras exteriores de archivo NCI.

La sección transversal que no sea perpendicular puede ser creada usando Edit NCI C-hook después de proyectado el toolpath.

Usted también puede proyectar un toolpath en un cilindro escogiendo Toolpath, Project, X-section de un *click derecho* menú de Operations Manager.

1.24 TRIM

Trimmed toolpath, ajusta operaciones existentes dentro de las fronteras de encadenado, relativas al plano de construcción seleccionado.

Consejos para trim toolpath:

Arcos perpendiculares al plano cortado (Cplane) no son cortados. Para ajustar las condiciones, el plano cortado debería ser rotado 90 grados al plano paralelo al arco del plano.

Usted deberá realizar una prueba de Backplot, para el archivo NCI a ser cortado, para verificar la posición de las fronteras de cortado. Definiendo las fronteras de corte en la pantalla, antes de realizar backploting para ver una imagen.

Cortando en un Cplane 3D, calculado solo en una intersección 3D de los límites de corte y el archivo NCI.

A máximo de 50 fronteras de corte pueden ser definidas.

El uso de splines como límites para corte deben ser evitadas. Si el spline debe ser usado para límite de cortado, ellas serán divididas en un número de pequeñas splines, preferiblemente líneas o arcos usando la herramienta Break.

Si el corte no incorpora ninguna compensación. Entidades de corte deben ser creadas para reflejar el centro de la línea del cortador.

Para crear un toolpath, se deben realizar los siguientes pasos y considerar ciertos parámetros:

1. Crear un toolpath
2. Escoger *Toolpaths*, *Next menu*, *Trim*.
3. Cambiar la posición de la *Gview* y *Cplane*, cortando el plano deseado. Esto es requerido para la creación algunas geometrías para definir una vista apropiada.
4. Seleccione los límites de corte, usando el menú de métodos de encadenado (*Chaining Methods*).
5. Seleccione un punto en el lado que desea mantener, usando el menú *Point Entry*. El sistema conserva el toolpath en el mismo lado de las *fronteras de corte*, en el punto que usted selecciono.
6. Fije un parámetro adicional de corte en el cuadro de parámetros de *trimmed* y *ok*. Este es adicionado al toolpath del *Operation Manager*.

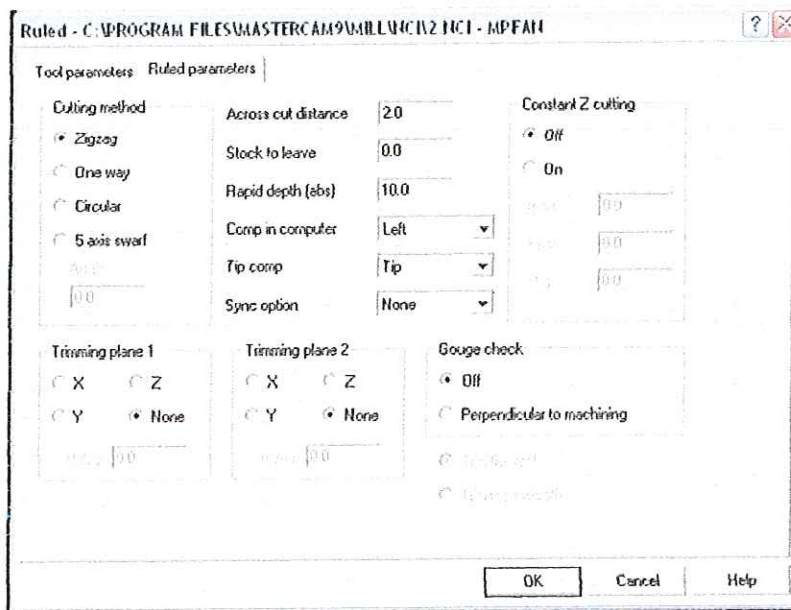
1.25 WIREFRAME

Esta herramienta le permite encadenar geometrías wireframe, en lugar de crear un barrido, *coons*, etc.

- **Ruled toolpaths**

Combina dos cadenas en una cadena creando una superficie 3D usando los métodos de corte.

Figura 152. Ruled parameters

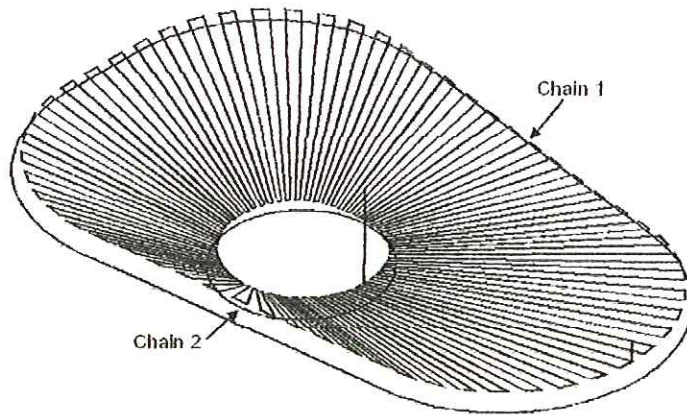


Fuente: Tomado de MasterCAM

1.30 CUTTING METHOD

1.30.1 METODO DE CORTE ZIGZAG

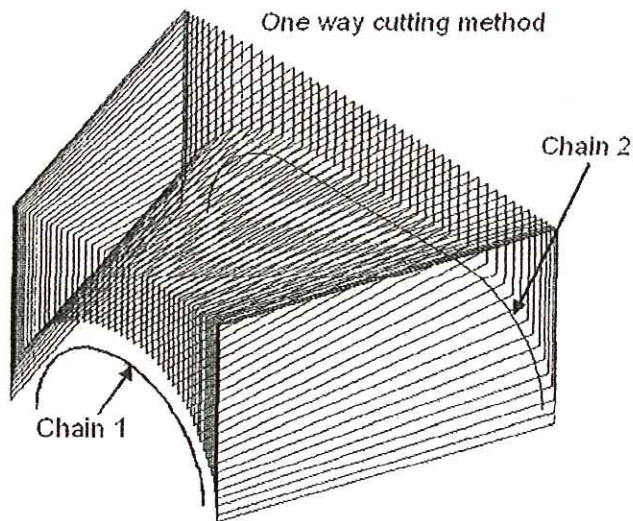
Figura 153. Método de corte Zigzag



Fuente: Tomado de MasterCAM

Metodo de corte one way

Figura 154. Método de corte One Way

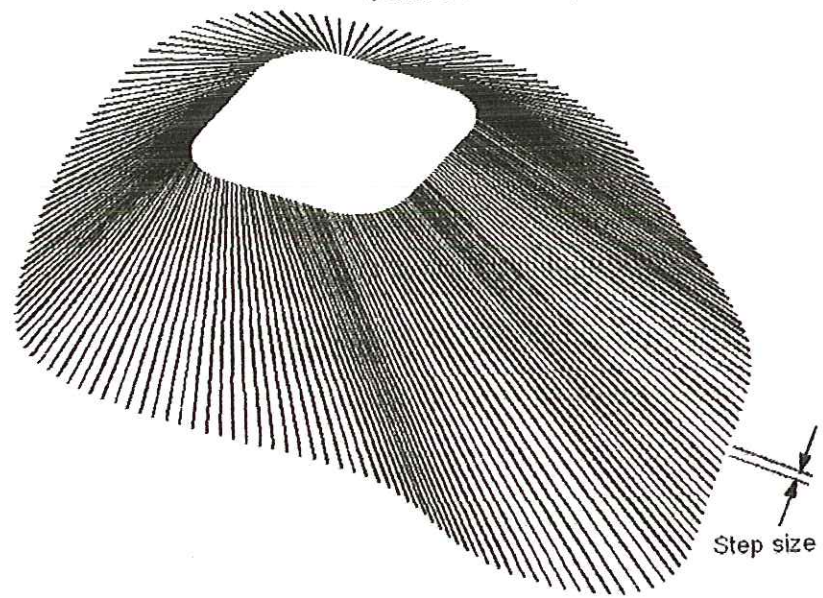


Fuente: Tomado de MasterCAM

Metodo de corte 5 axis swarf

Figura 155. Método de corte 5 axis swarf

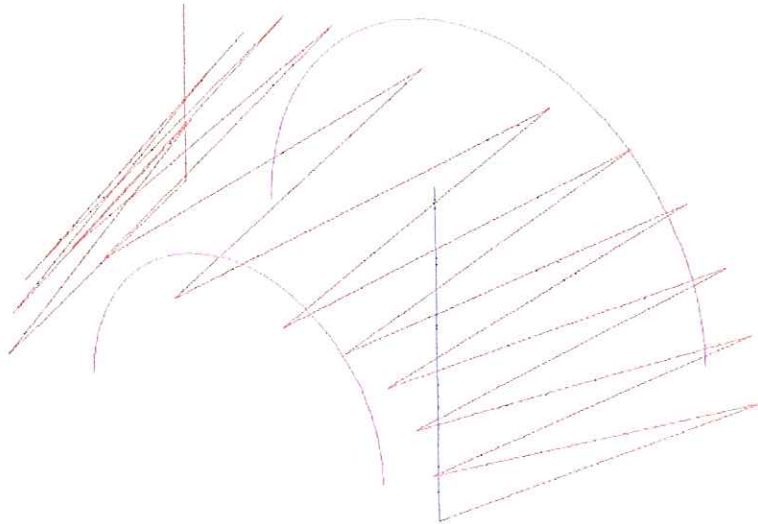
5-axis swarf cutting method



Fuente: Tomado de MasterCAM

METODO DE CORTE CIRCLE

Figura 156. Método de corte Circle



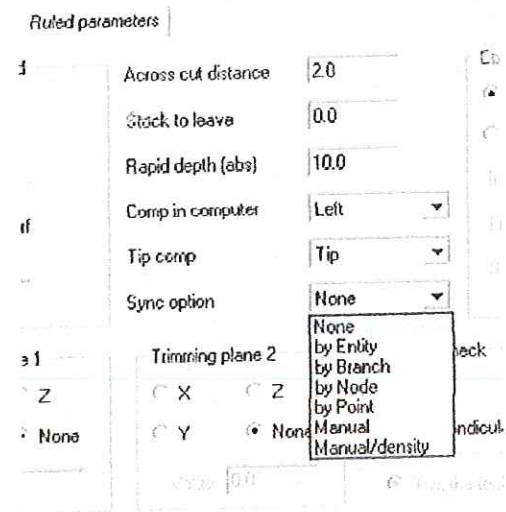
Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Across Cut Distance**

Se define el valor del tamaño del paso entre cada paso del toolpath.

Sync Options

Figura 157. Sync options



Fuente: Tomado de MasterCAM

None Sincroniza las cadenas dividiendo las en un numero de segmentos usando la opción Step Size en los parámetros de 4 ejes del cuadro de dialogo.

Pro **Branch**, por **Entity**, por **Node** y por **point** es usada el tolerancia de linealización para calcular el wirepath de la sync option.

La opción **Branco**, requiere líneas de bifurcaciones para ser adicionadas a la geometría creada.

La tolerancia de linealización es un error de la tolerancia de Mastercam se usa cuando se convierten arcos en líneas. La linealización de tolerancias provee un factor que Mastercam wire usa para ubicar puntos de sincronización a lo largo de las cadenas cuando se usa Branch, entity, node, y points de sync option.

La opción **entity** corresponde a los puntos finales de cada entidad, que requiere ambas cadenas, tengan un igual número de entidades.

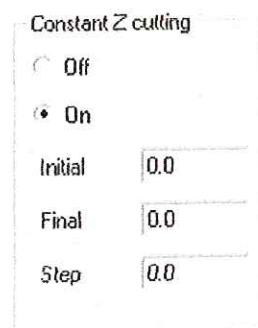
Cuando escogemos la opción entity, node o point, todos requieren que las cadenas tengan un igual número de entidades, nodos o puntos que tengan una correspondencia de uno a uno entre las cadenas.

La opción **node**, solo aplica a splines paramétricos y sincronizados de las dos cadenas de nodos en las splines.

La opción de **Manual y manual/density** permite una ubicación manual de los puntos de sincronización.

Constant Z cutting

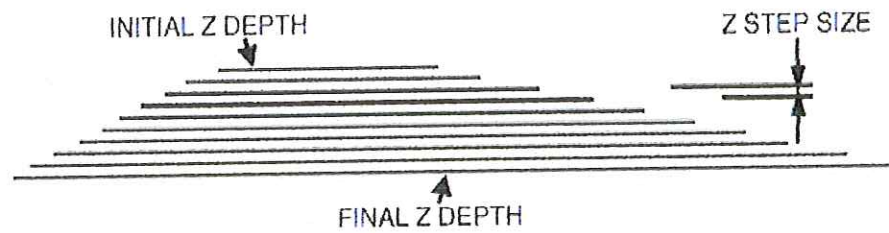
Figura 158. Cuadro de dialogo constant Z cutting



Fuente: Tomado de MasterCAM

Mantiene la herramienta a una profundidad coordenada constante Z por cada barrido de toolpath de Ruled. Usted puede fijar la profundidad del corte inicial, el corte final y el tamaño de los pasos entre el corte inicial y el corte final. Los cortes son relativos a la posición con respecto al plano de la herramienta (si usted definió un plano de la herramienta) o el plano XY (si usted no definió un plano de la herramienta). El parámetro Rouge Check es ignorado si usted deshabilita Constant Z Cutting.

Figura 159. Posiciones inicial, final y tamaño del paso



Fuente: Tomado de MasterCAM

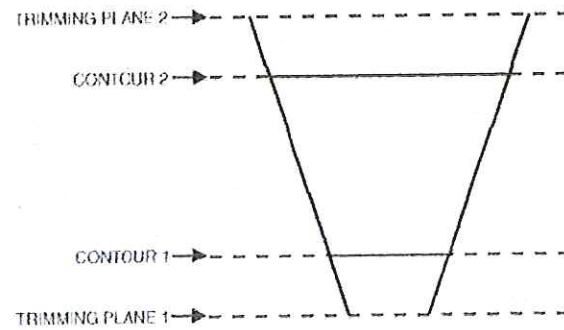
Nota:

Deshabilite el parámetro de *Constant Z Cutting* si usted fija Método de corte de 5 ejes (5 axis swarf).

- **Trimming Plane**

Esta función extiende o evita que cada distancia de corte sobrepase las coordenadas especificadas. El toolpath extiende o corta para cada plano cortado (trimming plane) pero las superficies permanecen iguales. La grafica presenta un ejemplo mas claro.

Figura 160. Trimming plane



Fuente: Tomado de MasterCAM

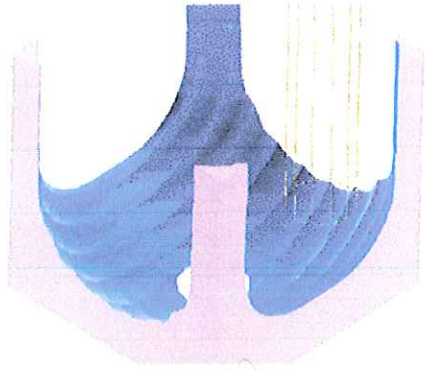
Nota:

Deshabilite el parámetro de Constant Z Cutting. Si usted fija Método de corte de 5 ejes (5 axis swarf).

- **Revolution Toolpath**

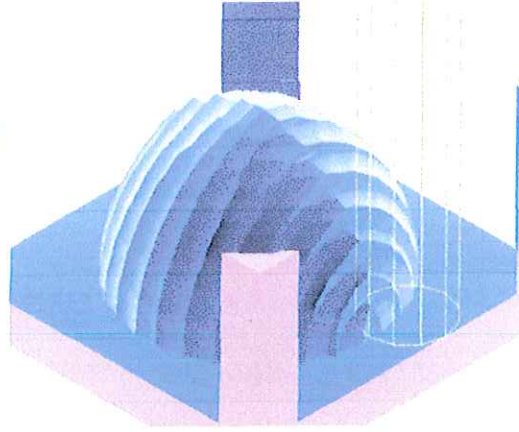
Los toolpath crean una superficie de revolución de una sección transversal dada. El toolpath calculado en el plano de construcción, se convierte en el plano de la herramienta. El toolpath puede ser cortado a una altura y ancho específico (relativo al plano de construcción) y puede generar una forma convexa o cóncava. Se debe seleccionar una herramienta Ball endmill para este tipo de toolpath.

Figura 161. Toolpath concavo



Fuente: Tomado de MasterCAM

Figura 162. Toolpath convexo

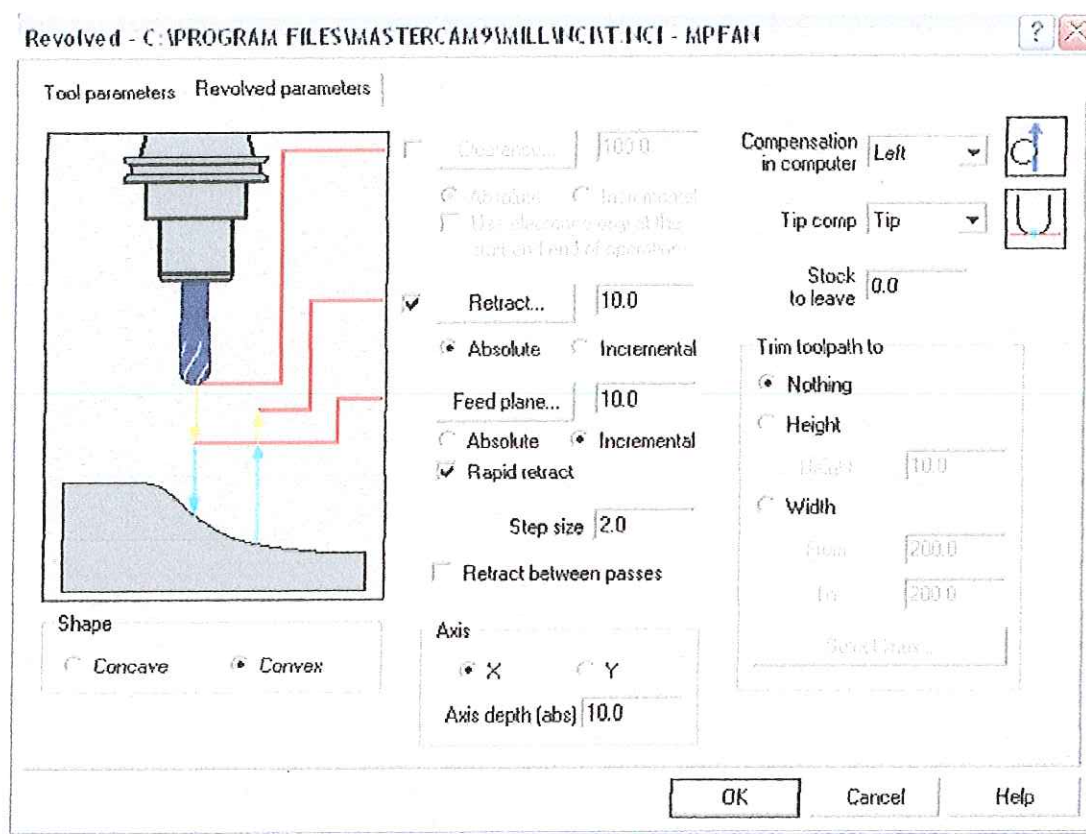


Fuente: Tomado de MasterCAM

Nota:

Cuando se hace girar la sección transversal, la línea del eje de rotación debe ubicarse en el plano construcción (Cplane). Si la línea no es ubicada en el plano de construcción actual (Cplane), El sistema proyecta la línea en la posición del plano de construcción. La superficie de la revolución rota sobre la línea proyectada.

Figura 163. Revolved parameters



Fuente: Tomado de MasterCAM

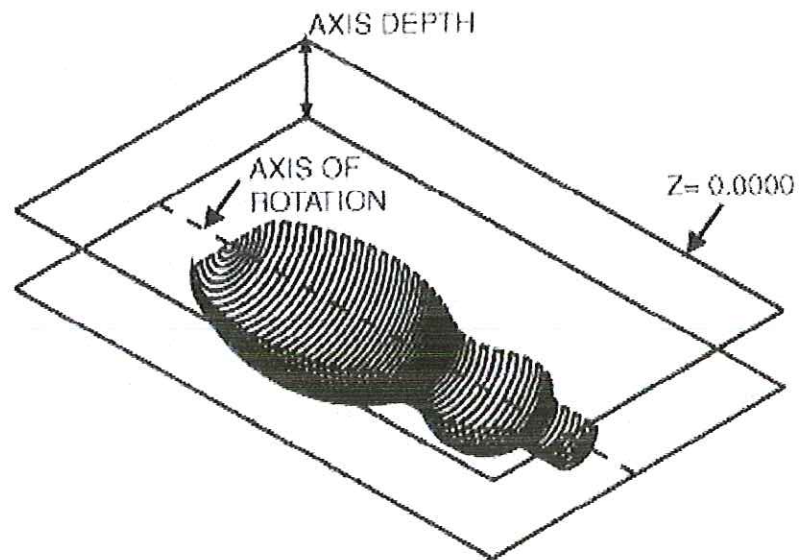
- **Retract between passes**

Esta función permite retraer la herramienta entre cada recorrido de la herramienta.

- **Axis Depth**

Para un **Rule toolpath**, El eje de la profundidad, se fija en una coordenada absoluta para el eje de rotación en el eje Z del plano de construcción. El sistema fija estos valores automáticamente en la profundidad de la sección transversal.

Figura 164. Axis depth

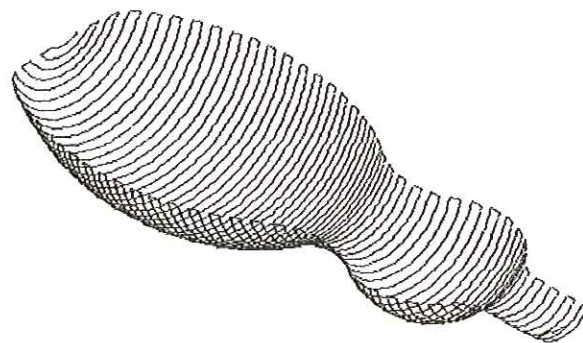


Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Trim toolpath**

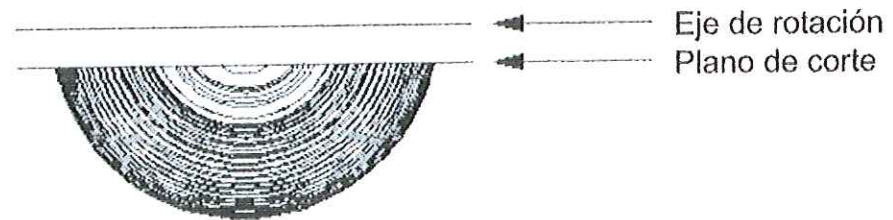
Usted puede cortar un toolpath de revolución especificado la altura y el ancho. Las siguientes graficas muestran unos ejemplos.

Figura 165. Trimming height (Corte debajo del eje de revolución)



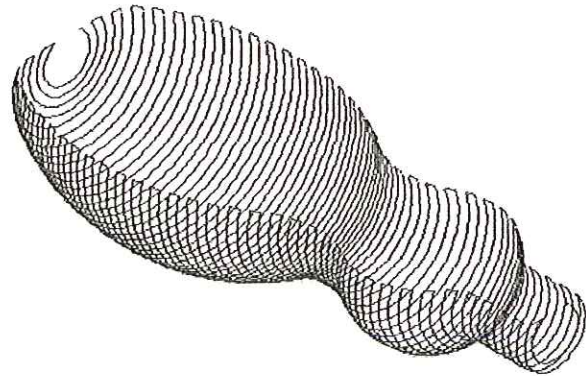
Fuente: Tomado de MasterCAM

Figura 166. Trimming height (Corte debajo del eje de revolución)



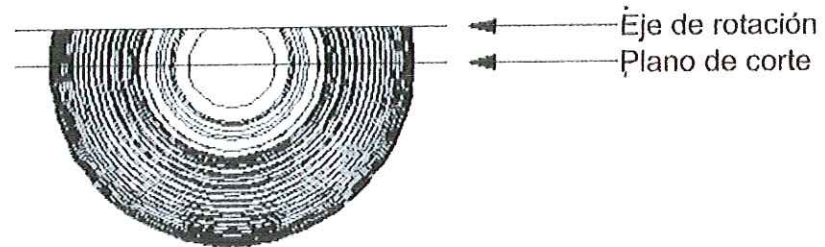
Fuente: Tomado de MasterCAM

Figura 167. Trimming height (Corte arriba del eje de revolución)



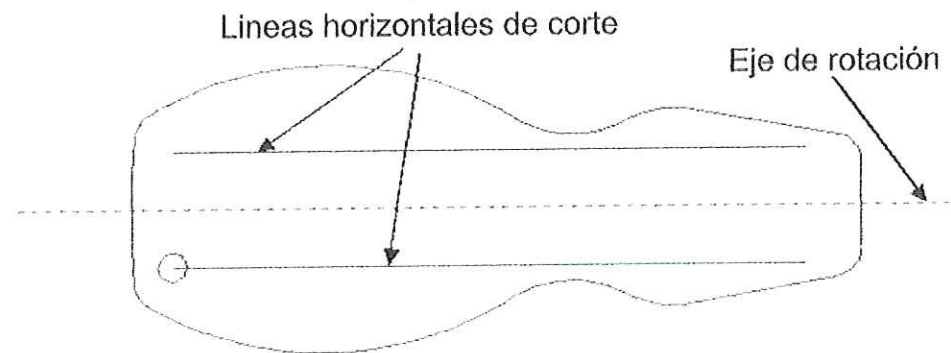
Fuente: Tomado de MasterCAM

168. Trimming height (Corte arriba del eje de revolución)



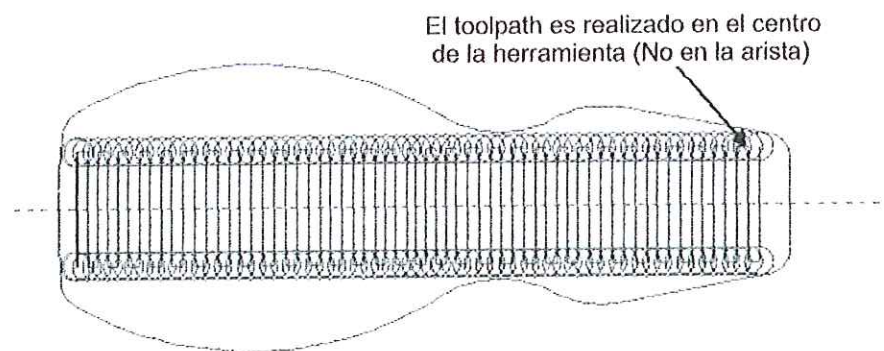
Fuente: Tomado de MasterCAM

Figura 169. Trimming width



Fuente: Tomado de MasterCAM

Figura 170. Trimming width



Fuente: Tomado de MasterCAM

1. Escoger Toolpaths, Next menu, Wireframe, Revolution.
2. Definir la arista de la superficie de revolución.
3. Seleccionar un punto en el eje de revolución, Done.
4. Configure los parámetros de revolución.

5. Escoja OK.

1.26 SWEPT

- **Swept 2D toolpath**

La opción de Swept 2D crea un *toolpath* en un frontera a lo largo (*along boundary*) y en una frontera cruzada (*across boundary*). Un barrido 2D de un *toolpath* puede tener solo una frontera a lo largo. Las fronteras cruzada y a lo largo son combinadas para crear un *toolpath* 2½D.

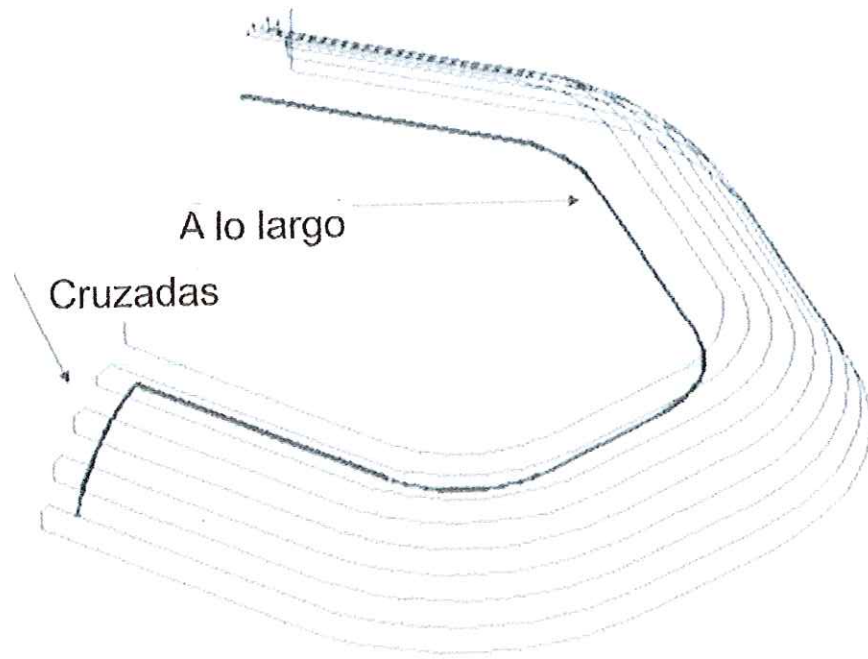
Esta opción tiene la ventaja sobre un barrido 3D en que sus arcos de salida crean NCI muy pequeños.

Nota:

Las geometrías usadas para definir el *toolpath* de barrido 2D no pueden contener splines (entidades en 3D).

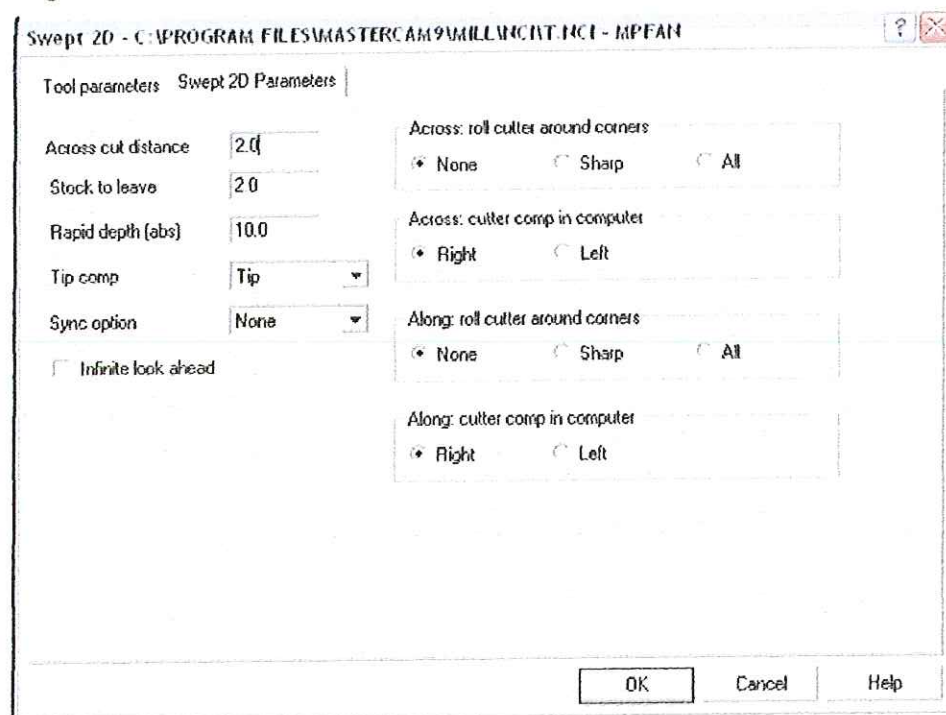
La geometría usada a lo largo en un *toolpath* de barrido 2D debe estar paralela o perpendicular al plano de la herramienta (*tool plane*).

Figura 171. Swept boundary



Fuente: Tomado de MasterCAM

Figura 172. Swept 2D parametres



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Across cut distance**

Define la distancia entre cada barrido de la herramienta.

- **Rapid Depth (abs)**

Define la distancia en que la herramienta toma la velocidad de penetración definida.

- **Infinite look ahead**

Busca la frontera para encontrar su auto intercepción, basado en la posición de la distancia de offset y la compensación de corte.

- **Tip Compensation**

Ubica la compensación de la herramienta en la punta o en el centro de la herramienta.

- **Along or Across: roll cutter around corners**

Esta opción permite manipular las esquinas de las geometrías para redondearlas o para mantenerlas como en la forma definida, cambiando el toolpath y no la geometría. La opción None mantiene las esquinas como en la geometría propuesta, Sharp redondea las esquinas de 135 o menos grados y ALL redondea todas las esquinas en el toolpath.

- **Along or Across: cutter comp in computer**

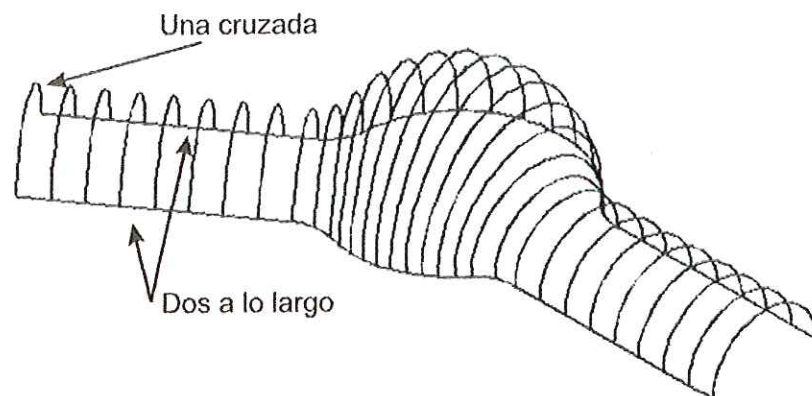
Presenta dos opciones de compensación con el computador Right and left que permite definir si la compensación de la herramienta es a la izquierda (left) o derecha (right).

- **Swept 3D toolpath**

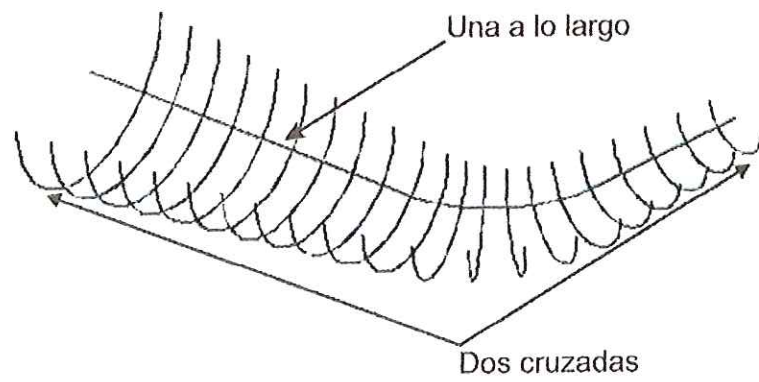
Mastercam define un toolpath de barrido 3D por cada uno de las siguientes aristas:

Una arista cruzada y una arista a lo largo.

Figura 173. Swept 3D toolpath



Dos aristas cruzadas u una arista a lo largo.



Fuente: Tomada de MasterCAM

Estas aristas pueden consistir en una combinación de líneas, arcos u splines y pueden estar en 3D. El largo de dos aristas de maquinado (a lo largo y cruzada) es roto en un número de segmentos basados en los usados en la opción cortado por distancia (cut distance). El sistema aplica este número de segmentos para las otras aristas de maquinado.

Figura 174. Swetp 3D parameters

Tool parameters | Swept 3D Parameters

Along cut distance: 2.0
Across cut distance: 2.0
Cutting method: Zigzag
Stock to leave: 2.0
Rapid depth (abs): 10.0
Comp in computer: Left
Tip comp: Tip
Sync option: None

Cutting direction:
 Along
 Across

Rotate/Translate:
 Rotate the across contour
 Translate the across contour

OK Cancel Help

Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Along or Across: cut distance**

La distancia a los largo (along) determina el incremento entre cada paso del cortador en la dirección corte en la arista a lo largo. El corte cruzado fija el incremento de la distancia entre cada paso del cortador en la dirección de la arista cruzada. Este parámetro determina la suavidad de la superficie de la pieza.

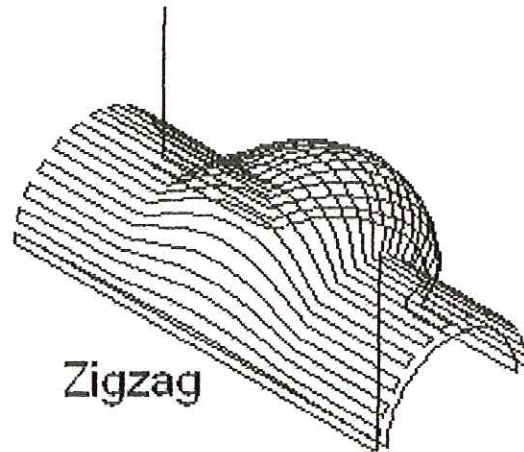
- **Cutting method**

Usted puede seleccionar varios métodos de corte.

- **Zigzag**

Fuerza a la herramienta de corte para estar abajo en la superficie todo el tiempo moviéndose de atrás para adelante a través de la pieza.

Figura 175. Cutting method Zigzag

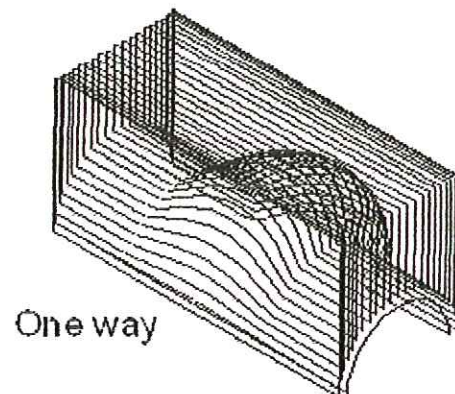


Fuente: Tomada de MasterCAM

- **One Way**

Realiza todos los cortes en la misma dirección, moviéndose hacia atrás al principio del corte y realizado otro corte en la misma dirección.

Figura 176. Cutting method one way

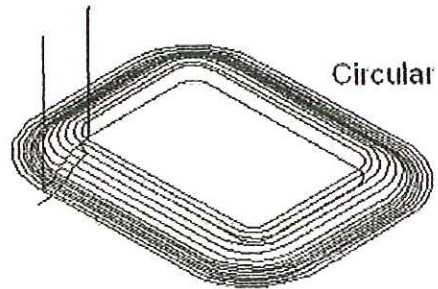


Fuente: Tomada de MasterCAM

1.27 CIRCULAR

El cortado circular produce un toolpath en forma de espiral. Este método es normalmente usado solo en conjunción con la constante de corte Z. El método puede ser usado cuando la primera y última arista es idéntica y la arista a lo largo es cerrada.

Figura 177. Cutting method Circular

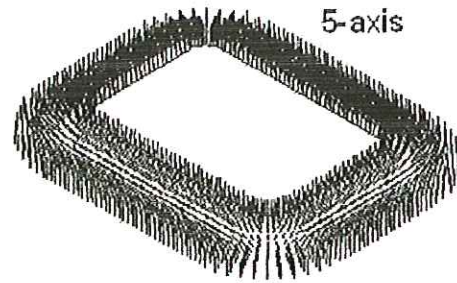


Fuente: Tomada de MasterCAM

- **5 Axis**

En este método contiene los anteriores métodos con la ampliación que se usan 5 ejes para realizar el toolpath. No todos los pos procesadores soportan esta opción.

Figura 178. Cutting method 5 axis



Fuente: Tomada de MasterCAM

1.28 COONS TOOLPATH

Esta opción construye dos lados, tres lados, o cuatro lados de un programa usando puntos, líneas, arcos o splines. Este puede ser maquinado separadamente o maquinado como un programa adicional.

Figura 179. Coons parameters

Tool parameters Coons parameters

Along cut distance 2.0

Across cut distance 2.0

Cutting method Zigzag

Blending Linear

Stock to leave 2.0

Rapid depth (abs) 10.0

Comp in computer Left

Tip comp Tip

Sync option None

Cutting direction
 Along
 Across

OK Cancel Help

Fuente: Tomada de MasterCAM

- **Along or Across: cut distance**

La distancia a los largo (along), determina el incremento entre cada paso del cortador en la dirección corte en la arista a lo largo. El corte cruzado fija el incremento de la distancia entre cada paso del cortador en la dirección de la arista cruzada. Este parámetro determina la suavidad de la superficie.

- **Blending**

Puede ser usado para mezclar diferentes métodos entre programas. Mezcla lineal, que puede ser usada para superficies simples. Parabólicas, cúbicas o cúbicas con inclinación son usadas comúnmente para superficies múltiples.

Figura 180. Mezclas

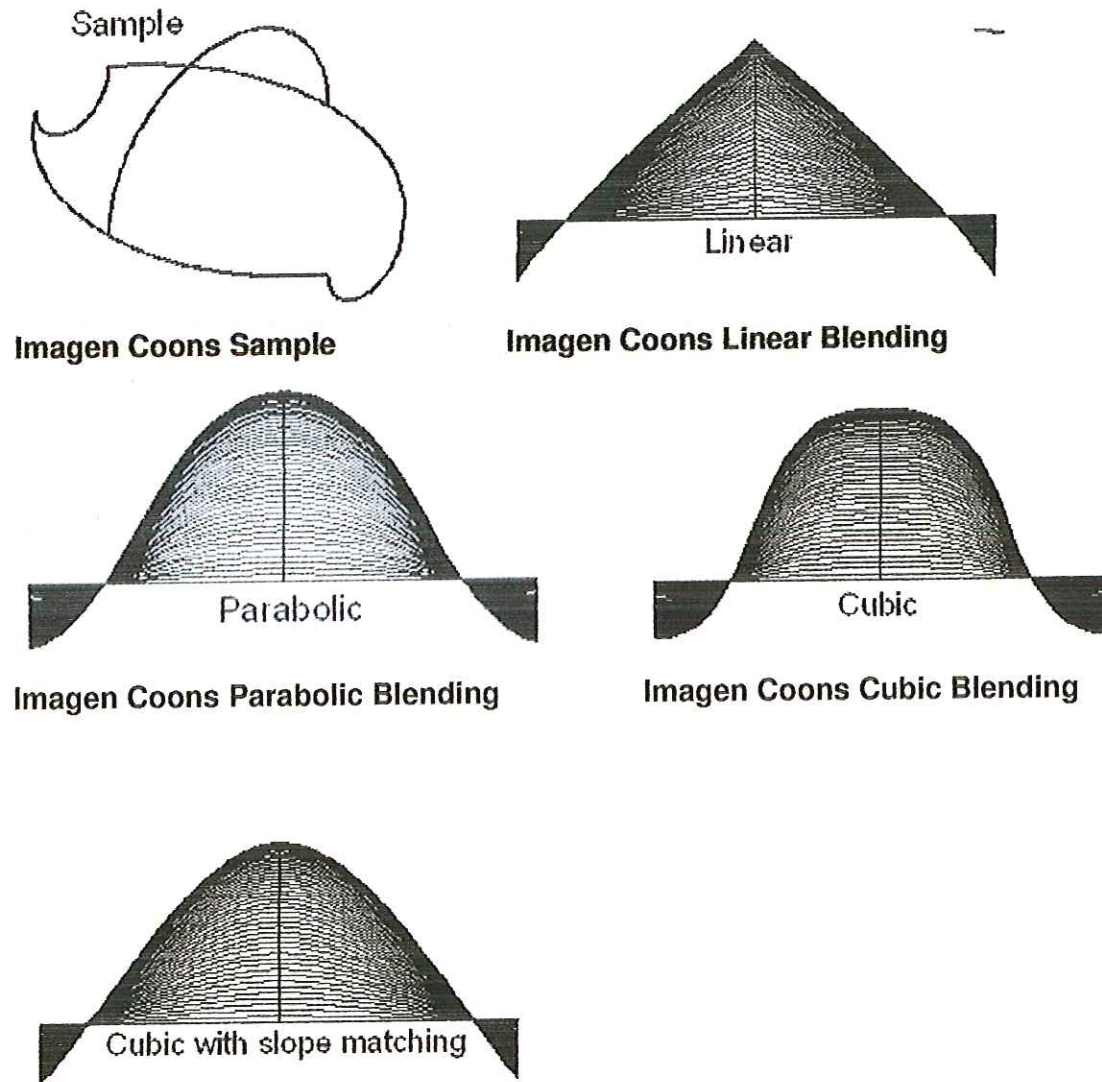


Imagen Coons Sample

Imagen Coons Linear Blending

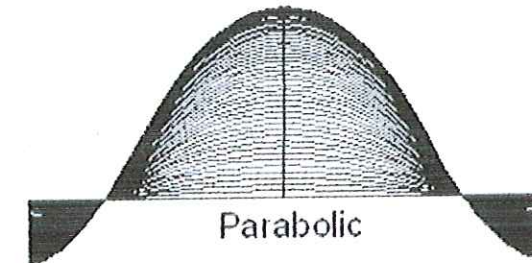


Imagen Coons Parabolic Blending

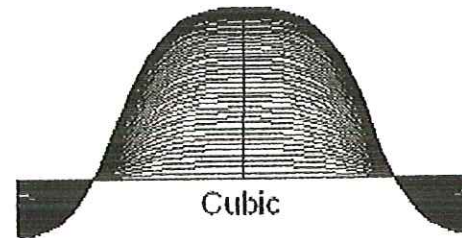


Imagen Coons Cubic Blending

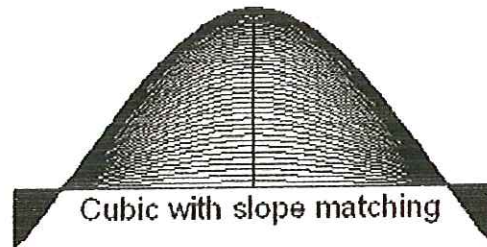


Imagen Coons Cubic slope matching Blending

Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Comp in the computer**

El sistema ajusta el toolpath para el tamaño de la herramienta que se selecciono. Esta opción, no permite que la máquina ajuste el uso del control.

Esta opción permite ver la compensación cuando se realiza la simulación de `blackplot`.

- **Tip Compensation**

Ubica la compensación de la herramienta en la punta o en el centro de la herramienta.

- **Sync options**

None sincroniza las cadenas dividiéndolas en un número de segmentos usando la opción `Step Size`, en los parámetros de 4 ejes del cuadro de diálogo. **Branch, Entity, Node y point** es usada la tolerancia de linealización para calcular el `wirepath` de la `sync option`.

La opción **Branco**, requiere líneas de bifurcaciones para ser adicionadas a la geometría creada.

La tolerancia de linealización, es un error de la tolerancia de Mastercam. Se usa cuando se convierten arcos en líneas. La linealización de tolerancias provee un factor que Mastercam wire usa para ubicar puntos de sincronización a lo largo de las cadenas cuando se usa `Branch, entity, node, y points` de `sync option`.

La opción **entity** corresponde a los puntos finales de cada entidad, y requiere ambas cadenas que tengan un igual número de entidades.

Cuando escogemos la opción `entity, node o point`, todos requieren que las cadenas tengan un igual número de entidades, nodos o puntos que tengan una correspondencia de uno a uno entre las cadenas.

Las opción **node** solo aplica a splines paramétricos y sincronizados de las dos cadenas de nodos en las splines.

La opción de **Manual y manual/density** permite una ubicación manual de los puntos de sincronización.

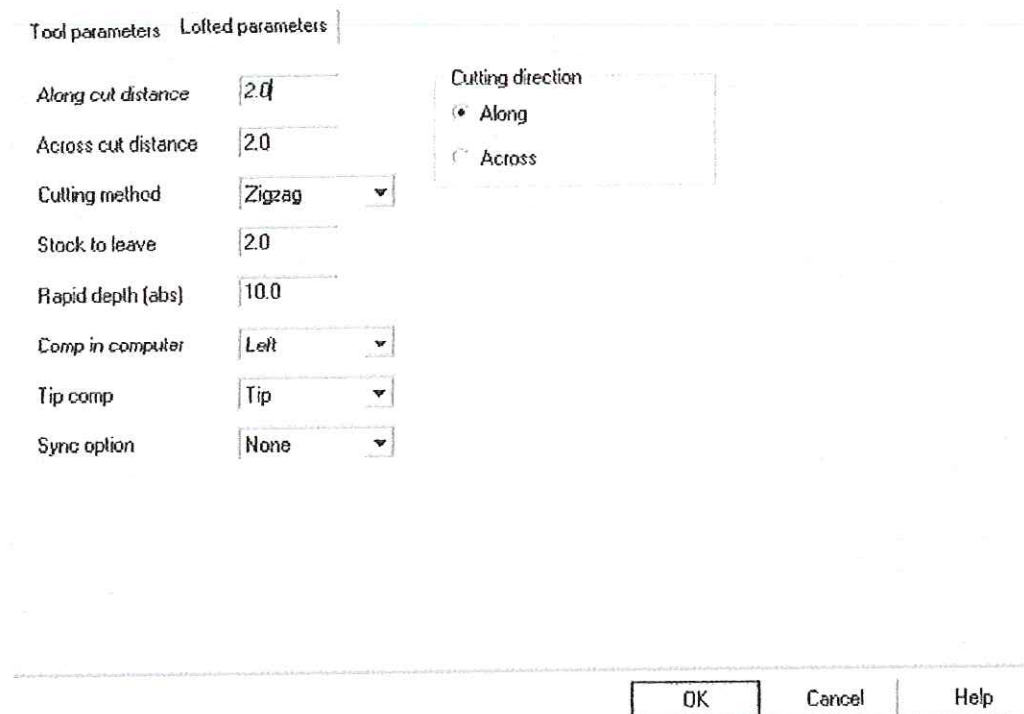
- **Cutting direction**

Selecciona a dirección de corte que se empleara relacionado con las geometrías a lo largo y cruzada.

- **Loft toolpath**

Combina entidades o secciones cruzadas. Esta puede incluir puntos, líneas, arcos y splines. La geometría puede ser localizada en cualquier lugar en el espacio 3D.

Figura 181. Lofted parameters



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Comp in the computer**

El sistema ajusta el toolpath para el tamaño de la herramienta que se selecciono. Esta opción no permite que la máquina ajuste el uso del control. Esta opción permite ver la compensación cuando se realiza la simulación de blackplot.

- **Tip Compensation**

Ubica la compensación de la herramienta en la punta o en el centro de la herramienta.

- **Cutting direction**

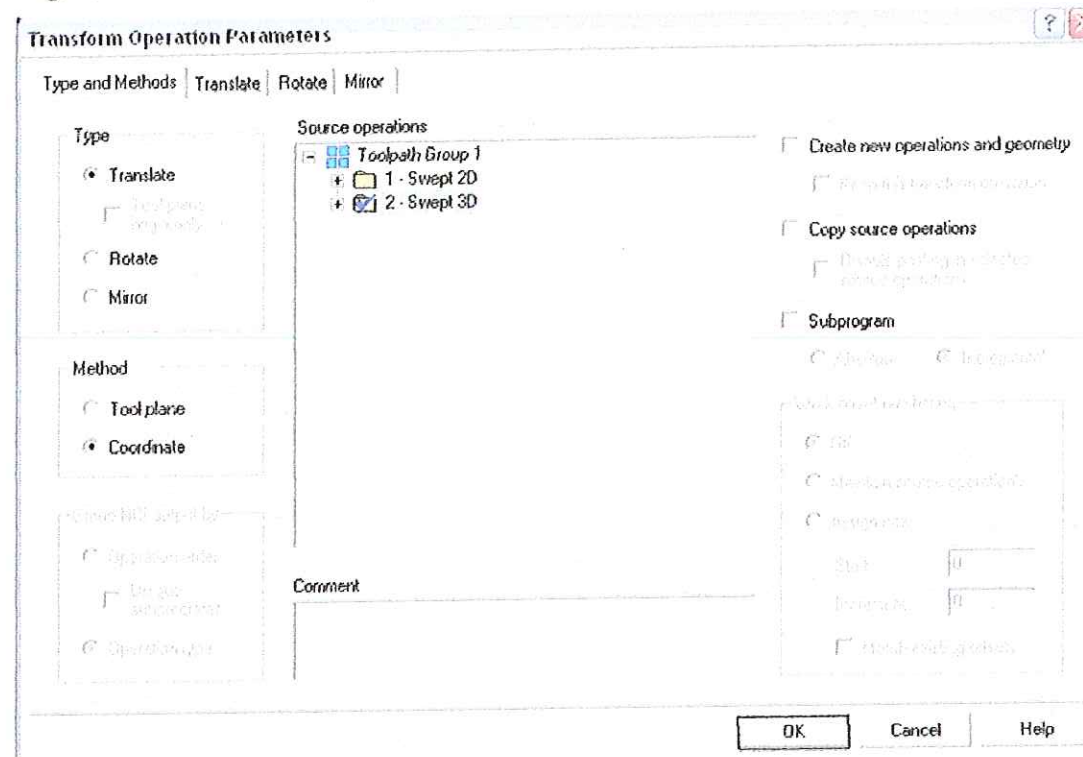
Selecciona a dirección de corte que se empleara relacionado con las geometrías a lo largo y cruzada.

- **Transform (transformar)**

La opción de transform copia o cambia la orientación de operaciones de toolpath creadas. Usted puede usar esta función para trasladar, rotar o operaciones de espejo. Usted debe crear una operación antes usando esta la función transform.

La función Transform es asociativa. Si esta función es usada en alguna operación y la información de la operación cambia, la operación transformada también cambia.

Figura 182. Transform operation parameters type and methods



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Types and Methods (Tipos y Métodos)**

En la ventana tipos y métodos encontramos las siguientes opciones.

- **Type**

En esta opción podemos elegir el método que queremos aplicar al toolpath ya sea trasladar (translate), rotate (rotar) o Mirror (espejo). De esta manera tendremos acceso a las otras ventanas para fijar los parámetros de cada una de estas opciones.

- **Método**

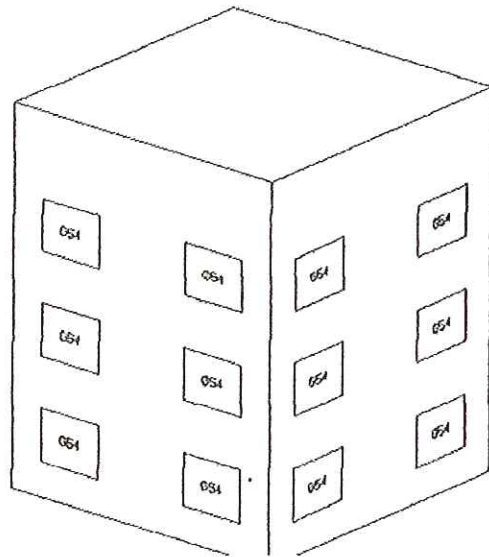
Indica que las opciones a donde puede ser trasladado el toolpath si a una plano (tool plane) o si a una coordenada específica.

- **Work offset numbering**

Es un valor que cambia el origen y las coordenadas del sistema en el plano de la herramienta, creando en el toolpath diferentes localizaciones. Esta opción es muy utilizada en maquinas de tipo horizontal, donde usted puede maquinar múltiples lados de la parte. La opción de work offset es frecuentemente usado para trasladar operaciones de toolpath cuando es usado transform. También puede asignar diferentes offsets de trabajo para las diferentes operaciones que no fueron transformadas usando la opción de Renumber work offset de operation manager. El valor del offset puede ser determinado por su post procesador.

Maintain source operation

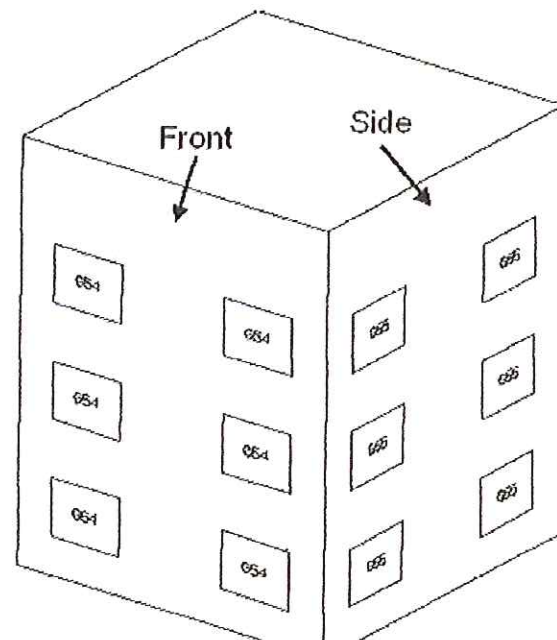
Figura 183. Maintain source operation



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Creando múltiples operaciones con el mismo compensación (offset)**
Creando una operación con G54 como el work offset (fijando en el plano T/C del cuadro de dialogo en los parámetros de la herramienta). Escogiendo el plano de la herramienta, el toolpath, el tipo de operación, el método, el plano de la herramienta, work offset fijado en Maintain source operation. Y todo el trabajo estará en G54.

Figura 184. Creando múltiples operaciones con el mismo compensación (offset)

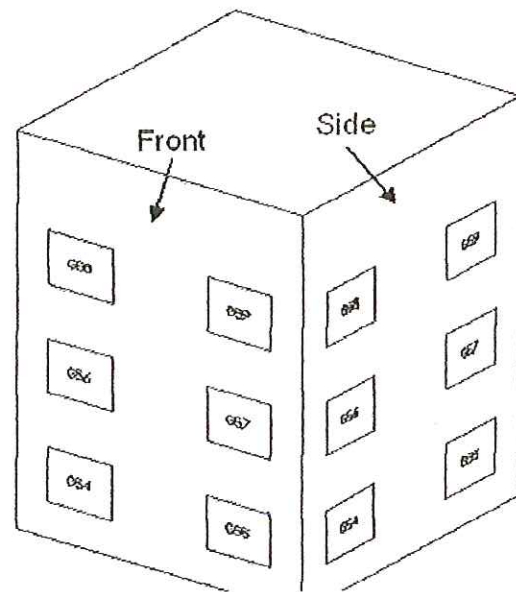


Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Usando una sola compensación (offset) por cada fase**
Creando una operación con G54 como el work offset (fijando en el plano T/C del cuadro de dialogo en los parámetros de la herramienta). Escogiendo el

plano de la herramienta, el toolpath, el tipo de operación, el método, el plano de la herramienta, work offset fijado en *Maintain source operation*. Y todo el trabajo estará en G54 y G55.

Figura 185. Usando una sola compensación (offset) por cada fase



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Creando una compensación (offset) por cada operación y por cada fase**

Creando una operación con G54 como el work offset (fijando en el plano T/C del cuadro de dialogo en los parámetros de la herramienta). Escogiendo el plano de la herramienta, el toolpath, el tipo de operación, el método, el plano de la herramienta, work offset fijado en *Assign new*. Y todo el trabajo estará en G54 y G55. Para esta parte se debe tener en cuenta de escoger *Assign new* y

escoger el comienzo (start) y los valores del incremento (increment). El valor de Start será el offset de la primera operación de origen.

- **Group NCI Output by**

Este comando determina el orden de las operaciones en el archivo NCI para el maquinado, el subprograma ayuda a reducir el tamaño del archivo NCI. En Mastercam existen dos tipos de subprogramas los transform (transformados) y los non-transform (no transformados), ambas categorías soportan el movimiento con posiciones absolutas o incrementales en el subprograma. Tenemos dos opciones ordenarlo en la secuencia que esta en el operación (**operation order**) manager o recuerdo al tipo de operación (**operation type**).

- **Create a new operations and geometry**

Esta opción permite crear una nueva operación por separado por cada copia, cada copia tiene los mismos parámetros que la operación principal y una nueva geometría de la operación de origen. Sin embargo la operación Transform (la cual contiene los parámetros en el cuadro de dialogo de Transform), estos no pueden ser creados a menos usted seleccione la opción que tiene a continuación llamada **Keep this transform operation**.

- **Copy source operation**

Esta opción permite copiar una operación original para crear una operación Transform que contenga copias y copias de la operación original. Para evitar que la operación original sea fijada dos veces, debe seleccionar la opción **Disable posting in selected source operations**.

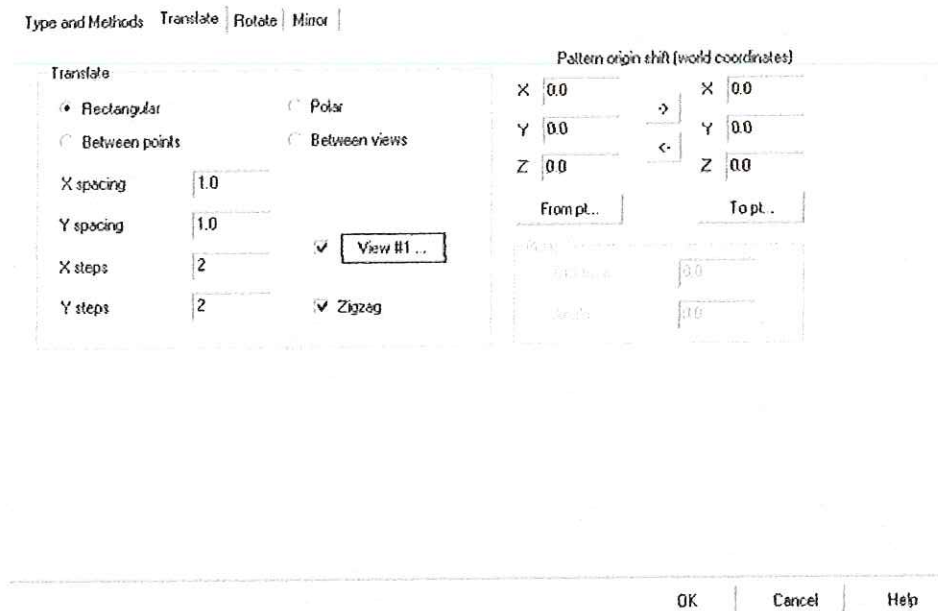
- **Subprogram**

Esta opción permite la capacidad para incluir subprogramas en una operación. Un subprograma es un programa NC que es llamado por el programa principal NC. Usando subprogramas se crean programas NC más cortos. Es usado para repetir código de los movimientos en XY que se repite en una operación. En este menú se encuentran otras opciones que sirven para determinar el comportamiento del programa, si son medidas Absolutas (Absolute) o incrementales (Incremental).

- **Translate**

Crea copias de la operación ordenadas en una matriz, verticalmente o diagonalmente.

Figura 186. Transform operations translate



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Rectangular**

Puede crear copias de las operaciones dando las coordenadas máximas en XY y el número de copias requeridas.

- **Between points**

Puede generar estas copias entre puntos definidos de la geometría, solo se debe determinar el parámetro número de copias del toolpath a lo largo del eje determinado (Step).

- **Polar**

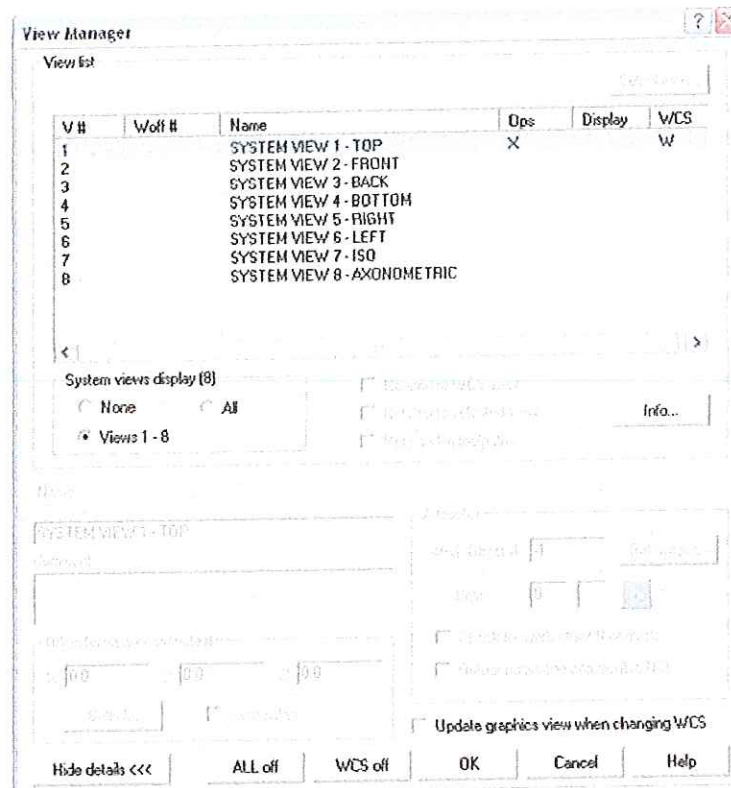
Se realiza la translación de acuerdo a las coordenadas polares que se asignen, la distancia y el ángulo.

- **Between views**

Esta opción deja activado el botón de **View** que despliega el cuadro **View manager**, el cual permite manejar todas las proyecciones usadas por Gviews, Cplane y Tplane, así como también hacer cambios en el sistema de coordenadas de trabajo (work coordinate system (WCS)). También le permite cambiar el origen de cualquier proyección. Esta acción provee un camino fácil para orientar la geometría para trabajar mejor en ella. Por ejemplo si usted recibió una parte que no fue creada en los estándares de WCS (tal como una pieza de un automóvil o aeroespacial que fue orientada para ser instalada en un vehículo o ensamble), usted puede reorientar el WCS para hacer mas fácil maquinar en vez de tener que rotar la geometría.

Además, el View Manager permite asociar, lo cual significa que usted puede relacionar un proyección a una geometría y operación. Usted puede importar archivos de uso común en el cuadro de dialogo de View Manager.

Figura 187 Transform view manager



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **View Manager**

El View Manager contiene varias opciones para elegir según sus necesidades.

- **View List**

Muestra una lista de las proyecciones del sistema, así como las proyecciones creadas por el usuario o las designadas. En esta ventana haciendo clic derecho se pueden desarrollar una serie de opciones como **create**, en la cual se pueden realizar copias de Cplane, Tplane y Gviews, también se pueden determinar relaciones entre las proyecciones. Entre otras opciones se puede desarrollar importaciones (**import**) fijar como WCS (**set WCS**) y crear copias en archivos de texto (**Doc File**).

- **Select Icon**

Esta opción selecciona un WCS en la ventana del gráfico.

- **System View Display**

En esta opción tenemos tres opciones. Fijar **None** la cual nos muestra solo las proyecciones WCS por defecto que tiene origen en (0, 0, 0). **All** nos muestra todas las proyecciones del sistema y las designadas. **Views 1- 8** muestra las proyecciones predeterminadas del sistema.

- **Related to WCS view**

Muestra las proyecciones designadas que fueron creadas relativa a la proyección seleccionada WCS.

- **Related to selected view**

Muestra las proyecciones designadas que fueron creadas relativos a la proyección seleccionada. También muestra la vista seleccionada como WCS.

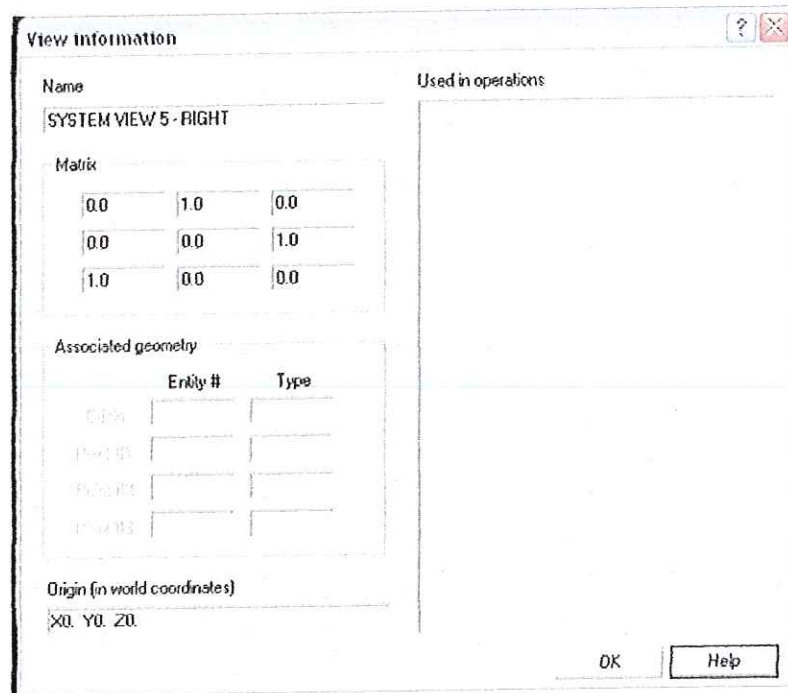
- **Not used in toolpath**

Muestra las proyecciones que no están asociadas con ningún toolpath.

- **Info**

Si usted quiere ver la información asociada con una proyección, usted puede seleccionar usted puede seleccionar una proyección y seleccionar el botón **info**.

Figura 188. View information



Fuente: Tomada de MasterCAM

- **Matrix**
Muestra los valores de X, Y, Z de la proyección del eje de X, Y y Z.
- **Associated geometry**
Las entidades fueron usadas para crear la proyección, muestra el tipo de entidad que esta asociado con la vista.
- **Origin**
Muestra el origen del sistema en coordenadas globales.
- **Used in operations**
Muestra la operación usando la proyección en el operation Manager style view.
- **X & Y spacing**
Determina la distancia que tendrá entre cada toolpath generado (step).
- **X & Y steps**

Determina el número de copias del toolpath a lo largo del eje predeterminado.

- **Zigzag**
Configura el orden de corte de las operaciones transformadas. Seleccione zigzag para el ordenar de corte de las operaciones de transform.
- **Front pt & To pt**
Determina el punto de origen (Front pt) y el punto final (To pt).
- **Named**
Sirve para modificar el nombre de la proyección seleccionada. Si desea dar un nombre con más significado (usted no puede editar el nombre de la proyección del sistema).
- **Comment**
Este sirve para hacer comentarios, si desea que se puedan ver en NC de la proyección seleccionada.
- **Origin in view coordinates**
Se pueden escoger nuevas coordenadas o escoger el botón select para seleccionar un punto de origen en la ventana de la grafica. Usted no puede cambiar los valores de origen de proyecciones asociativas porque estas están basadas en entidades seleccionadas.
- **Attributes**
Fija parámetros para una mejor identificación de la operación.
- **Work off set #**
Asigna un número de compensación (offset) a la proyección. Un valor de -1 significa que la compensación no esta definida. Un valor de 0 es valido para algunos controladores de las máquinas.
- **Get unique**
Revisa *proyecciones designadas existentes* y *proyecciones almacenadas* para determinar la que no ha sido empleada.
- **Color**
Asigna el color que se le dará al icono.

- **Check for work offset # conflicts**

Si esta casilla es seleccionada muestra, una advertencia que contiene las proyecciones en el mismo work offset number.

- **Update graphics view when changing WCS**

Hace que las proyecciones de las graficas estén en el mismo WCS. Por ejemplo si el WCS es seleccionado en front, con esta opción será cambiada Gview a front.

- **All off**

Fija nuevamente todas Cplane, Tplane y Gview a sus parámetros por defecto.

- **WCS off**

Fija el WCS a la proyección TOP con coordenadas (0, 0, 0).

1.29 ROTATE

Esta ventana contiene varias herramientas que sirven para realizar rotaciones de operaciones de acuerdo a las necesidades del usuario.

- **Origin**

Utiliza el origen de construcción del sistema como punto de rotación.

- **Point**

Fija el punto de rotación que usted requiera entrando los valores en X, Y y Z o selecciona el botón select para elegir el punto deseado en la ventana de la grafica.

- **Number of steps**

Determina el número de veces que la operación rotara alrededor del eje Z.

- **Start angle**

Fija el comienzo del ángulo de rotación del toolpath.

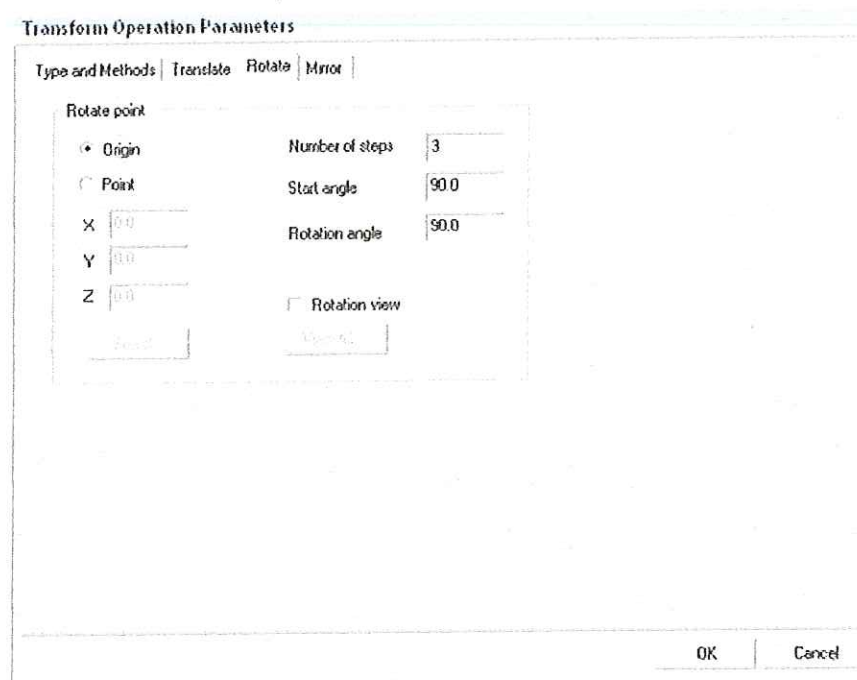
- **Rotation angle**

Fija el ángulo de rotación del toolpath transformado.

- **Rotation view**

Si esta opción esta seleccionada, el toolpath rota en la proyección seleccionada. Si no esta seleccionada el toolpath rota en el mismo plano de la herramienta que el de la operación.

Figura 189. Transform operation rotate

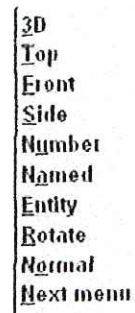


Fuente: Tomada de MasterCAM

- **View #1**

En esta opción definimos otros parámetros de rotación diferentes a los mencionados anteriormente.

Figura 190. View #1



Fuente: Tomado de MasterCAM

Para relacionarlos con algún elemento en tres dimensiones se puede seleccionar **3D**, para seleccionar una proyección puede realizarse con la función **Top**, **Front**, **Side**, **Number** que selecciona una proyección definida del sistema, **Named** selecciona el cuadro **view manager** donde se puede seleccionar una proyección determinada.

La función entidad (**entity**) nos da la posibilidad de seleccionar una entidad de cualquier tipo o seleccionar una superficie definida de un sólido para realizar la operación de transform.

La función **rotate** puede definir en que eje quiere que se rote para realizar la operación.

La función **Normal** elige una línea seleccionada como normal del plano XY.

En la opción de **Next Menu**, tenemos las opciones de escoger los planos en los que se desea realizar la rotación. **Last** sirve para escoger la última proyección utilizada. **Gview** cambia el plano de construcción (Cplane) y lo configura en el plano de Gview. **Tplane** Cambia el plano de construcción (Cplane) y lo configura a mismo plano como en el Tplane. Si el Tplane esta desactivado, el Cplane cambia a 3D.

- **Mirror**

Realiza una operación de translación del toolpath tipo espejo.

- **Mirror Method**

Selecciona los ejes X o Y para realizar la translación tipo espejo, también se puede seleccionar una entidad de la grafica para realizar esta translación. Con el botón select se puede realizar una selección manual del eje de referencia para la translación espejo.

- **View #1**

En esta opción definimos otros parámetros de espejo diferentes a los mencionados anteriormente.

- **Reverse toolpath**

Invierte la dirección del toolpath para que coincida con la operación que se realiza, si es un nivel, sea realizado correctamente el mecanizado.

- **Mirror points**

Sirven para definir los dos puntos para el eje de referencia de la operación de espejo, para seleccionar los manualmente se usa el botón select.

- **Import NCI**

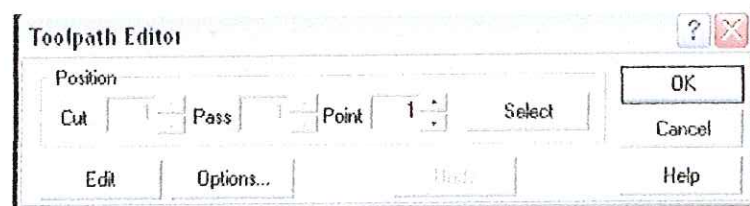
Usted puede importar un archivo NCI creado en las versiones de Mastercam 6 hasta la 9 y hacer un toolpath del archivo importado. Este archivo importado no contiene geometrías, herramientas o información de los parámetros del toolpath. Usted puede editar el toolpath importado usando **Toolpath Editor**.

1.30 TOOLPATH EDITOR

El editor Toolpath tiene un buen nivel de control sobre los movimientos en el toolpath. Usted puede hacer modificaciones al movimiento de la herramienta. Este puede ser utilizado para adicionar puntos, asignando movimientos para que la herramienta suba y movimientos rápidos en estos puntos, los cuales modifican el toolpath para evitar choques.

Los cambios hechos con el Toolpath editor no son asociativos. Mastercam automáticamente bloquea el archivo NCI para evitar que sobrescriba los cambios con la regeneración del toolpath. Con esta opción se debe tener especialmente cuidado de hacer todos los cambios en los parámetros de las herramientas, antes de realizar este procedimiento, ya que se bloquea estas opciones. A este cuadro se puede acceder haciendo clic derecho en el operation manager, option y toolpath editor.

Figura 191. Toolpath Editor



Fuente: Tomada de MasterCAM

- **Edit**

Este botón nos lleva a un menú donde podemos realizar una serie de cambios en el toolpath. Con esta opción se puede mover, adicionar, editar o borrar un punto en el toolpath donde sea requerido. También se pueden borrar secciones, pasos y cortes del toolpath según las necesidades que se requieran.

- **Select**

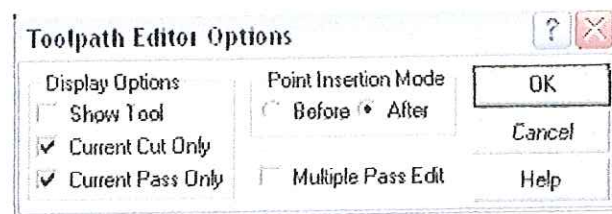
Con este botón usted puede elegir directamente el punto donde desea realizar la edición, en el toolpath.

- **Undo**

Elimina la última edición realizada.

Options

Figura 192. Toolpath Editor Options



Fuente: Tomada de MasterCAM

- **Show Tool**
Esta opción muestra una simulación de una herramienta en cada punto como si se moviera a través del toolpath.
- **Current Cut Only**
Esta opción muestra solo el corte seleccionado del toolpath. Si esta opción esta deshabilitada, el toolpath es completamente mostrado y el corte seleccionado es resaltado.
- **Current Pass Only**
Esta opción muestra solo un paso del toolpath. Si esta opción esta deshabilitada, el toolpath es completamente mostrado y el paso seleccionado del toolpath es resaltado.
- **Before**
Adiciona un punto, ubicándolo antes de la posición actual en el toolpath.
- **After**
Adiciona un punto, ubicándolo después de la posición actual del toolpath.
- **Multiple pass edit**
Permite editar una sección grande del toolpath. Cuando esta deshabilitado debe ser editado paso por paso. Es usado frecuentemente cuando se borra una sección del toolpath.

1.31 SOLID DRILL

Un toolpath con la opción Solid drill detecta automáticamente los agujeros, escoge la herramienta apropiada de una librería específica, y crea una serie de operaciones de barrenado de la operación de taladrado, usando un tipo de ciclo de taladrado almacenado para cada herramienta.

Esta opción también identifica varios tipos de barrenos, los que van a través de una sección, los agujeros ciegos entre otros.

Usted puede crear toolpath con solid drill con opciones básica o avanzada. El toolpath básico, crea una operación de finalizado que incluye detección automática de barrenos.

Mastercam automáticamente, detecta todos los barrenos en un sólido, permitiendo ver una lista de los barrenos y filtrar la lista para mostrar solo ciertos barrenos para el toolpath. Usted puede realizar este filtrado para que masterCAM solo detecte cierto tipo de barrenos.

- **Solid drill Basic**

Crea operaciones de acabado, no crea guías para taladrar barrenos. Esta opción muestra el cuadro de dialogo de solid drilling sin etiquetas. Los parámetros básicos le permiten crear ciclos de operaciones de acabado.

- **Finish Tool Type**

Determina el tipo de herramienta que se utiliza para realizar el toolpath de acabado.

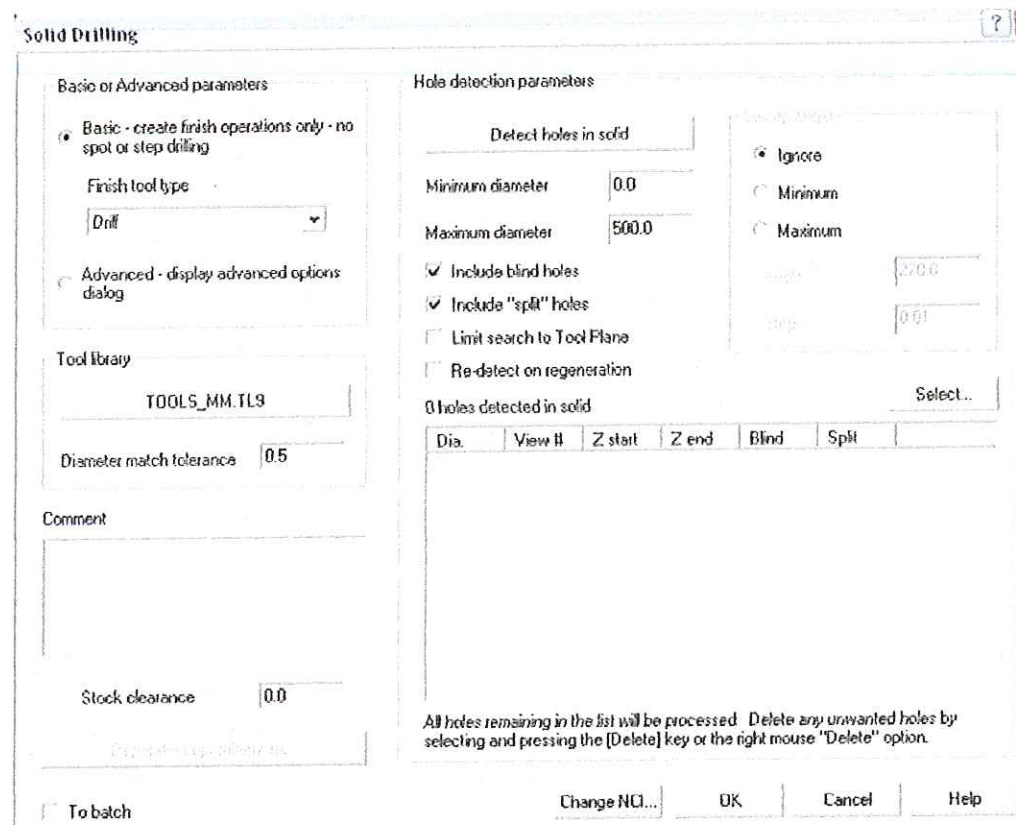
- **Detect holes in solid**

Mastercam analiza la pieza y muestra la información de cada barreno detectado. En este menú se pueden escoger los tipos de herramienta más comunes para este tipo de operaciones. Herramientas de drill (taladrado), Tap RH coarse o fine (roscadote mano derecha grueso o fino), Tap LH Coarse o fine (roscadote mano izquierda grueso o fino), Reamer (escariador), Boeing bar (barras de taladrado) y End mill flan (acabado plano).

- **Tools library**

Muestra el nombre de la librería de herramientas usada. Se puede cambiar la librería. En la casilla de **Diameter match tolerante**, determina la tolerancia del diámetro para la búsqueda de la herramienta en la librería.

Figura 193. Solid drill básico



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Comment**

Se insertan comentarios que serán incluidos en cada operación de taladrado.

- **Stock clearance**

Determina la altura a la que la herramienta se moverá entre las operaciones de taladrado.

- **Dependent operation list**

Seleccionando este botón para ver las operaciones existentes y cuales barrenos han sido procesados.

- **To Batch**

Adiciona la operación actual a un archivo para ser procesado después. Si usted selecciona esta opción el toolpath es adicionado al cuadro de operation manager pero el archivo NCI no es generado hasta que el archivo batch se corra. Cuando usted selecciona un archivo MC9 para ser procesado como un archivo batch.

- **Detected holes in solid**

Este cuadro presenta las características de los barrenos encontrados.

- **Minimum o Maximum diameter**

Crea un rango los diámetros mínimo y máximo que masterCAM encontrara.

- **Include blind holes**

Cuando se selecciona esta casilla, masterCAM detecta todos los barrenos que no atraviesan toda la pieza.

- **Included "split" holes**

Cuando se selecciona esta casilla masterCAM detecta barrenos que están incompletos que se interceptan en las aristas de la pieza.

- **Limit search tool plane**

Limita la lista de los barrenos encontrados que están en el mismo plano de la herramienta.

- **Re-detect on regeneration**

Si se selecciona esta casilla masterCAM reanaliza un sólido y detecta los barrenos cada vez que usted realice la operación de regenerado.

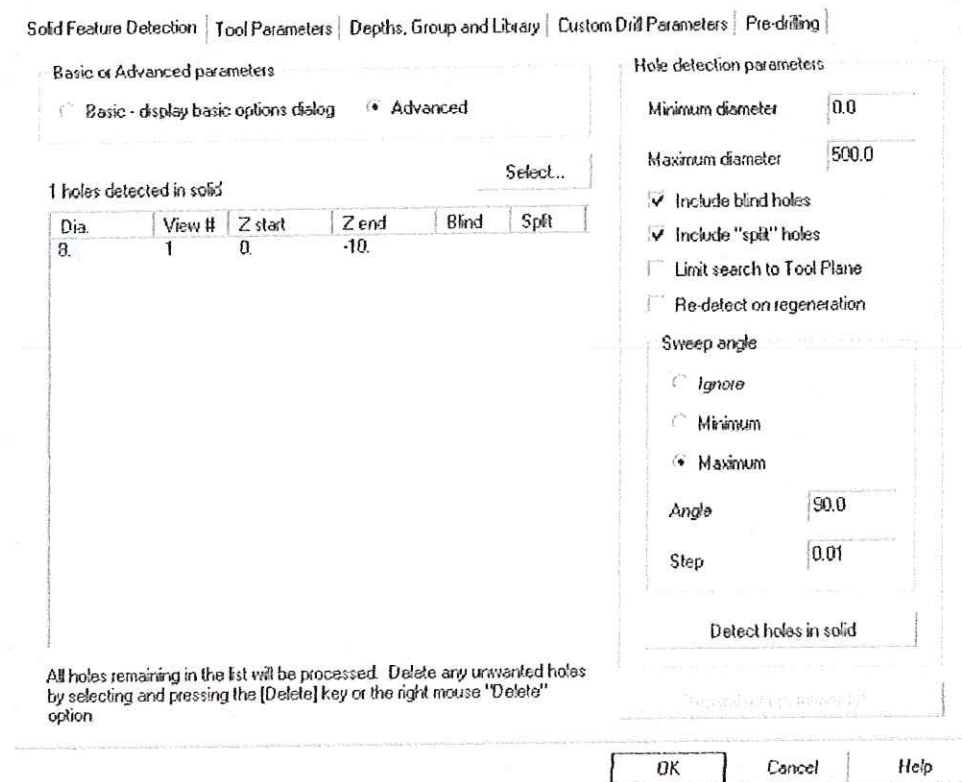
- **Sweep angle**

Con esta casilla contiene varias opciones. **Ignore** con esta opción no se consideran ángulos de barrido en los barrenos detectados. Esto le permite fijar

una tolerancia entre un máximo y un mínimo (maximum and minimum) del ángulo. **Minimum** masterCAM detecta los barrenos si estos tienen un ángulo mayor de barrido al que esta en la casilla **angle**. **Maximum** masterCAM detecta los barrenos cuyos ángulos son menores al ángulo fijado en **angle**.

- **Dia**
Especifica el diámetro del barreno encontrado.
- **View #**
Muestra la proyección de la grafica del plano asociada con el barreno. Cada proyección de las graficas están referenciadas por un numero (Parte superior (Top) es 1, Frente (front) es 2, Parte posterior (back) es 3, Parte inferior (Botton) es 4, Lado derecho (Right side) es 5, Lado izquierdo (left side) es 6, Isométrica (Isometric) es 7 y Axonometrica (axonometric) es 8.
- **Z start**
Identifica la altura de la parte superior del barreno.
- **Z end**
El valor de la profundidad del barreno.
- **Blind**
Un asterisco en esta columna indica el barreno no atraviesa toda la parte.
- **Split**
Un barreno que intercepta una arista de la parte. Entonces el barreno es incompleto.
- **Change NCI**
Selecciona un archivo diferente NCI para el toolpath de taladrado.
- **Solid drill Advance**
Esta opción despliega varias pestañas para fijar más parámetros para realizar la operación de taladrado.
- **Solid feature detection**
En esta primera pestaña encontramos unos parámetros usados en el cuadro de dialogo básico de solid drill anteriormente especificado.

Figura 194. Solid drill advance

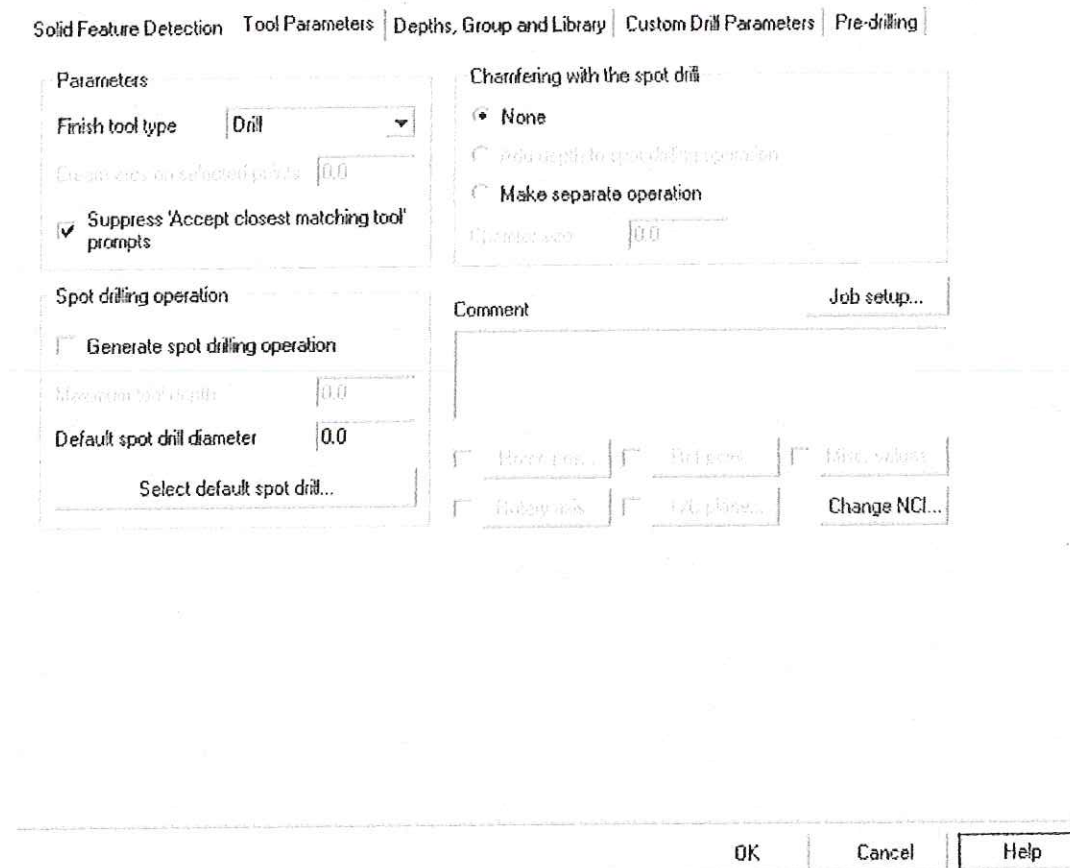


Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Tool parameters**

En esta segunda pestaña podemos encontrar unos parámetros diferentes a los que se encontraban en la ventana básica de Solid drill. Los parámetros similares que encontramos son **Finish tool type**.

Figura 195. Solid drill advance tool parameters



Fuente: Tomado de MasterCAM

Parameters

- **Creates an arc in select point**

Crea un arco con el diámetro que usted dimensiono en cualquier punto del toolpath.

- **Suppress “accept closest machine toolpath” prompts**

Acepta todas las herramientas de la librería para el ciclo de taladrado. Las herramientas deben coincidir con la tolerancia del diámetro de la herramienta.

Spot drilling operation

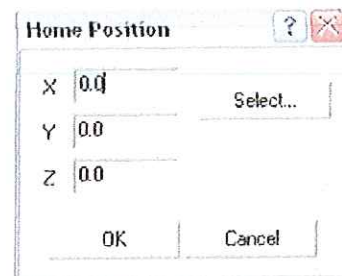
- **Generate a spot drilling operation**
 Seleccionando esta casilla se crea una operación spot para crear puntos, antes de cualquier pretaladrado o cualquier acabado.
- **Maximum tool depth**
 Fija la profundidad máxima para realizar el toolpath para la operación de spot.
- **Default spot drill diameter**
 Usa el tamaño del diámetro de la herramienta que es usado para realizar el toolpath de la operación de spot.
- **Select default spot drill**
 Despliega la ventana de tool manager, donde puede escoger la herramienta para usarla en el toolpath de la operación de spot.
- **Chamfering with the spot drill**
 Con la opción de **None** seleccionada no se crea la operación de biselado (chamfering).
- **Add depth to spot drilling operation**
 Crea un biselado en el barreno como un movimiento final de la operación de spot. Se habilita esta opción, si usted selecciona **generate spot drilling operation**.
- **Make separate operation**
 Crea un biselado en el barreno, en un toolpath diferente al ciclo del taladrado.
- **Chamfer size**
 Fija los parámetros del ancho y de la profundidad del biselado en los barrenos.
- **Job setup**
 Abre la ventana del job setup.
- **Comment**
 Se pueden insertar comentarios que aparecerán en cada operación.
- **Rotary Axis**
 Se utiliza normalmente para tornos, pero también sirve para piezas que rotan en un eje, la pieza puede rotar en un plano mientras la herramienta esta

paralela al eje de rotación o la pieza rota en un plano mientras la herramienta esta perpendicular al eje de rotación.

- **Home position**

Fija los parámetros para la posición inicial de la herramienta.

Figura 196. Home position



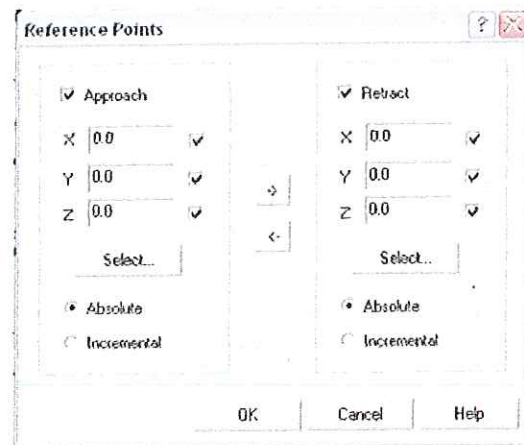
Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Reference Points**

Un punto de referencia es una posición del movimiento de la herramienta entre el **home position** y el comienzo o el final del toolpath.

Se debe escoger el movimientos que se quieren hacer Approach (aproximación) o retract (retraerse), también se deben elegir las posiciones en XYZ y definir si es absoluta si la referencia es relativa al origen (0,0) o incremental, si es relativa al primer movimiento en el toolpath o al ultimo si es para retract.

Figura 197. References Points



Fuente: Tomada de MasterCAM

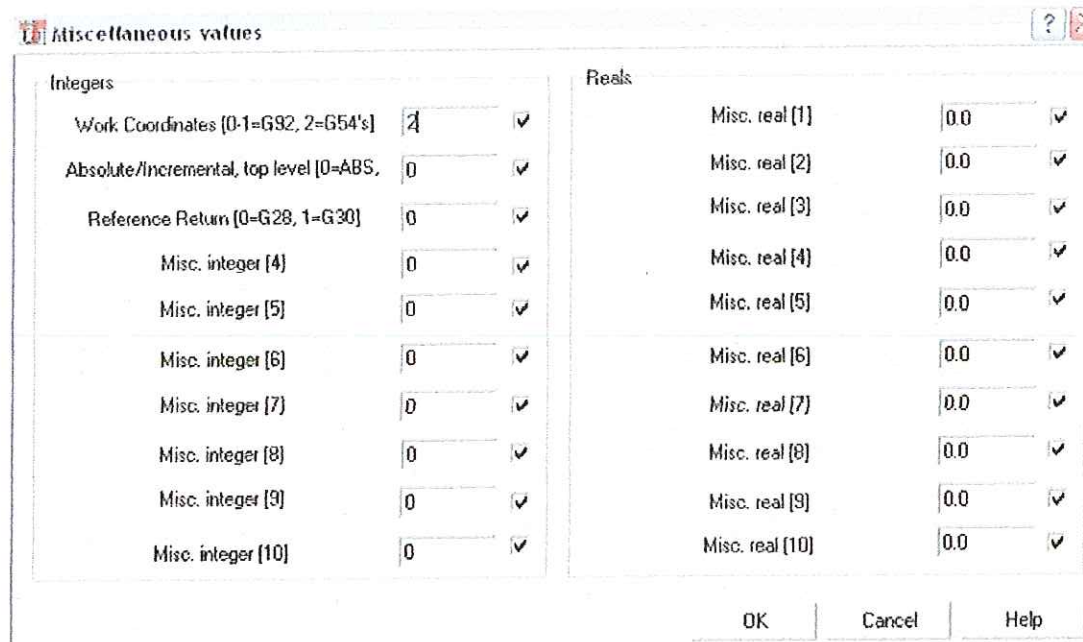
- **T/C PLANE (Tool plane / Construction plane)**

Usted puede fijar el plano de construcción y de maquinado, y trabajar en las coordenadas de origen del sistema. La sección del plano (tool plane) de la herramienta incluye una opción adicional para fijar el offset del toolpath. No importa si usted esta trabajando con WCS (Working Coordinate System) usted puede el Work offset en conjunción con WCS.

- **Miscellaneous values**

Fija valores misceláneos enteros y reales.

Figura 198. Miscellaneous values



Fuente: Tomado de MasterCAM

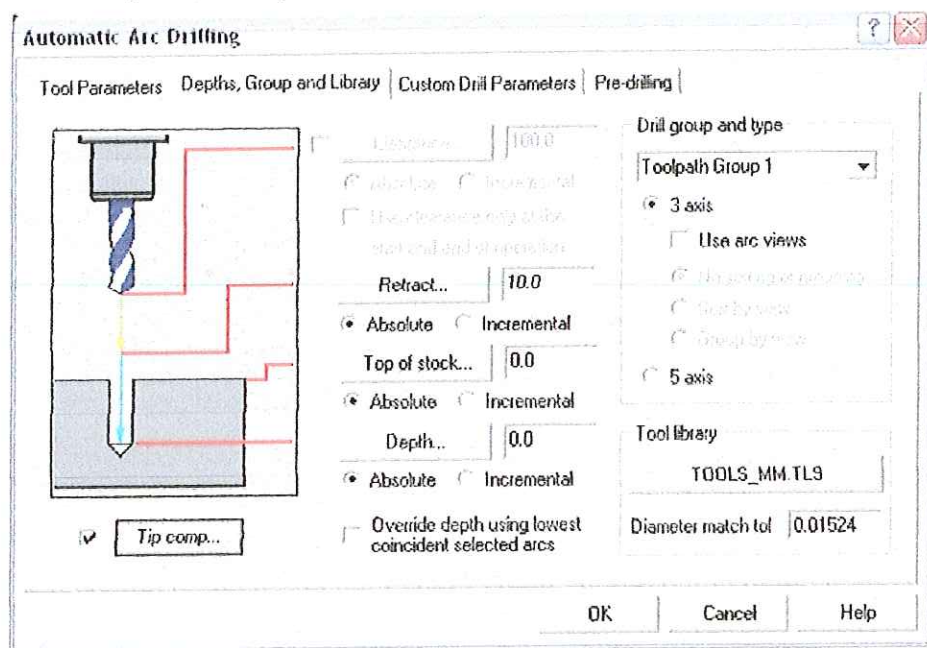
- **Change NCI**

Selecciona un archivo diferente NCI para el toolpath de taladrado.

- **Depths, Group and Library**

En esta pestaña se pueden fijar varios parámetros alturas, profundidades para la operación de taladrado, tal como la distancia de la altura, la altura de retracción, la parte superior de la pieza y la profundidad de taladrado.

Figura 199. Depths, Group and Library

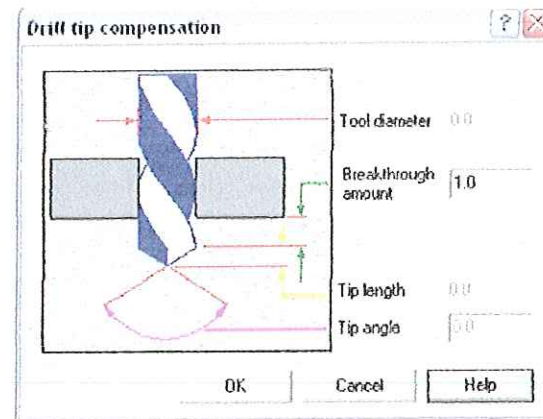


Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Tip Compensation (Drill Tip Compensation)**

En este cuadro podemos configurar las opciones de **Breakthrough amount** y **Tip angle**.

Figura 200. Drill tip compensation



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Breakthrough Amount (cantidad de penetración)**

Esta opción determina que tan lejos la herramienta perfora, después de la profundidad máxima de la pieza. Esto asegura que el diámetro total de la herramienta perfora el fondo de la pieza.

- **Tip Angle (ángulo de la punta)**

Se fija el ángulo de la punta de taladrado en grados. Las puntas de los taladros son afilados usualmente a 118 grados. Este ángulo es usado para calcular la profundidad adicional basada en el diámetro de la herramienta.

- **Override depth using lowest coincident selected arcs**

Esta opción se utiliza para conducir la profundidad usando las coincidencias mas bajas de los arcos seleccionados.

- **Drill group and type**

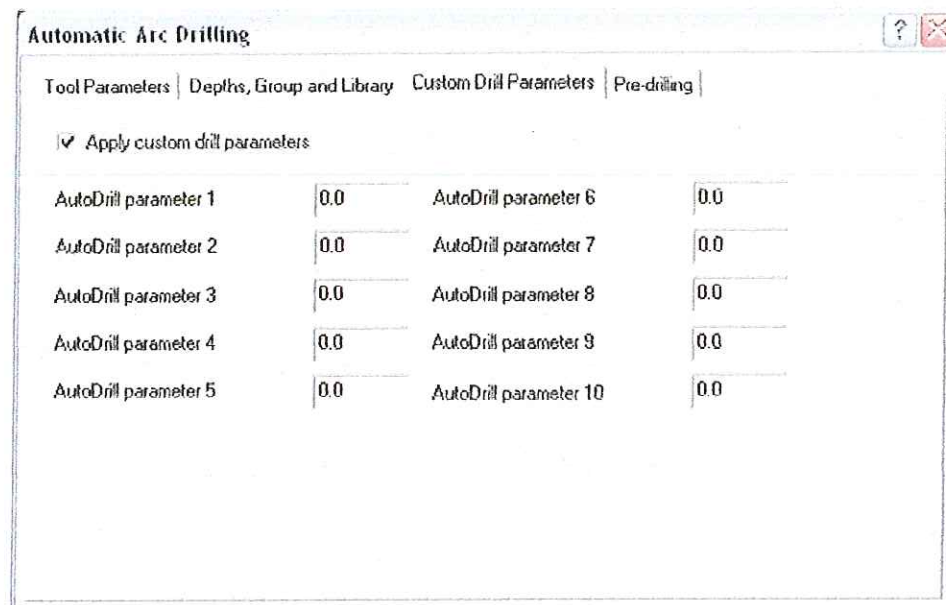
Tenemos la opción de seleccionar 3 o 5 ejes, en nuestro caso se realizara la de 3 ejes en esta opción tenemos tres opciones de definir si habilitamos la opción de **Use arc view** que activa las opciones de **No sorting or grouping** (sin clasificación o agrupación), **Sort by view** (clasificación por vista), **Group by view** (agrupación por vista).

- **Diameter match tol (diámetro de tolerancia)**

Se determina la tolerancia del diámetro de la herramienta.

- **Custom Drill parameters**

Figura 201. Custom drill parameters



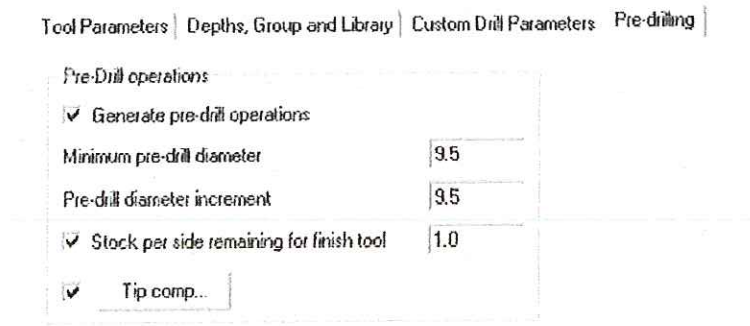
Fuente: Tomado de MasterCAM

Este parámetro es utilizado en industrias especializadas que necesitan obtener una serie de parámetros únicos para obtener ciertos resultados. MasterCAM provee de 10 parámetros para que usted los pueda usar según sus necesidades. Hay dos pasos para fijar los parámetros de taladrado. El primer paso implica dar un nombre a cada uno parámetros de taladrado, el cual activa el parámetro. Si usted borra un campo de descripción, usted no puede volver a llamarlo ese parámetro. Si usted cambia la descripción para un campo, el valor para el campo todavía esta escrito en la misma variable del pos procesador.

- **Pre-drilling**

- El pretaladrado nos proporciona un desbastado antes de crear el taladrado.

Figura 202. Pre-drilling



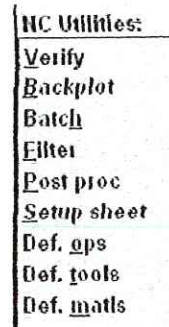
Fuente: Tomado de MasterCAM

Se debe tener en cuenta que para realizar este pretaladrado que la casilla de **generate pre-drill operations** este activada y configurar las siguientes opciones.

- **Minimun pre-drill operations**
Fija el menor diámetro de la herramienta que puede ser usado del la librería de herramientas de la operación de pretaladrado.
- **Pre-drill diameter increment**
Fija el incremento entre el tamaño del taladrado para la operación de pre taladrado.
- **Stock per side remaining for finish tool**
Cuanta cantidad de material es dejado en cada pared del taladrado para la posterior operación de acabado (finish).
- **Tip Comp**
Para fijar el avance en el taladrado.

1.32 MENU NC UTILITIES

Figura 203. Utilities



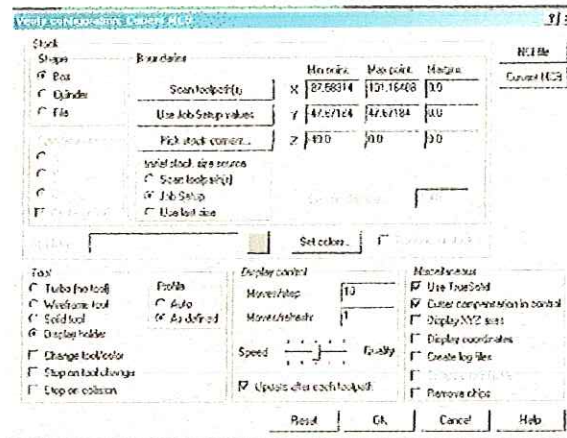
Fuente: Tomado de MasterCAM

Este menú presenta una serie de utilidades para la generación, verificación y configuración de parámetros del trabajo actual.

- **VERIFY**

Como ya ha sido mencionado anteriormente la opción de verificación sirve para visualizar como va a resultar una pieza maquinada y poder así realizar los cambios correspondientes antes de producir la pieza en el taller de trabajo.

Figura 204. Ventana verify configuration



Fuente: Tomado de MasterCAM

- **Stock shape**
Permite seleccionar la geometría de la placa de trabajo, puede ser una caja, un cilindro o una figura grabada en un archivo anteriormente.
- **Limites**
Permite seleccionar los límites de la placa de trabajo y el origen de esos límites. El origen puede ser la definición en la ventana de job setup, o las dimensiones de las trayectorias de herramientas o unos valores seleccionador por el usuario en ese momento.
- **Tool**
Permite seleccionar la forma de visualizar la herramienta mientras se realiza la verificación y permite seleccionar unos puntos de control en caso de que haya un cambio de herramienta o que se presente una colisión con el material.
- **Display control**
Permite configurar la visualización de la verificación, como cuantas veces se actualiza el modelo que esta siendo maquinado, o cada cuanto se visualiza un avance de la herramienta, así como la calidad o rapidez de la simulación.
- **Valores varios**

Especifica el tipo de sólido a simular, el tipo de compensación utilizado en la simulación y la opción de mostrar las coordenadas donde se encuentra la herramienta en cada momento de la simulación.

1.33 BACKPLOT

Figura 205. Backplot

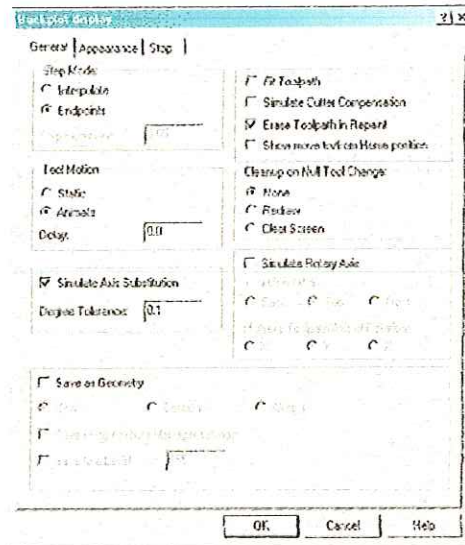
Backplot:	
Step	
Run	
Display	
Show path	Y
Show tool	N
MC9 name	
Verify	N
MC9 file	Y

Fuente: Tomado de MasterCAM

Esta herramienta brinda opciones para simular la trayectoria que la herramienta toma durante el corte de una pieza. Para generar esta visualización el menú Backplot permite generar esta trayectoria por pasos (step), total (run), seleccionar opciones para visualizar la trayectoria y opciones para visualizar el camino, la herramienta y verificación.

1.33.1 Menu Backplot

Figura 206. Ventana backplot display



Fuente: Tomado de MasterCAM

Esta ventana permite seleccionar los parámetros principales para la visualización de la trayectoria a seguir por la herramienta.

- **General**

En esta sección se puede especificar el aumento por paso para que sea por finales de operación o interpolar entre finales de operación, el movimiento de la herramienta y opciones básicas para la visualización

- **Appearance**

Permite seleccionar la apariencia y colores de la herramienta, del portaherramientas y de la trayectoria de la herramienta.

- **Stop**

Permite seleccionar unos puntos de control para evaluar la trayectoria de la herramienta en esos puntos específicos.

BATCH

La utilidad batch nos permite post procesar operaciones de trayectorias de herramientas en modo de lotes, en el cual se permite separar el post procesamiento de diferentes actividades, maximizando el uso del sistema de software y de las herramientas de la máquina.

Sus ventajas incluyen la generación de trayectorias sin o con la generación del archivo .NC, organizar las operaciones que se requieran no solo del trabajo en uso sino de otro trabajo en uso y post procesarlas en grupo y seleccionar tiempos límites para las operaciones seleccionadas en el lote.

1.35 FILTER

La opción de filtrado permite especificar los parámetros necesarios para optimizar una trayectoria de herramienta e incluye variación de la tolerancia para reemplazar múltiples desplazamientos lineales de la herramienta por un solo movimiento, el número de puntos hacia adelante que se toman en cuenta para la optimización y el reemplazo opcional de movimientos lineales con arcos y los radios máximos y mínimos para estos arcos.

1.36 POST PROC

Permite seleccionar el post procesador necesario, actualizarlo y correrlo para generar el archivo compatible con la maquina CNC.

1.37 SETUP SHEET

Una hoja de configuración provee información acerca de una pieza de trabajo, incluyendo operaciones, referencia de herramientas, tiempo total de programación y comentarios adicionales durante la programación todo esto en un formato para imprimir. Esta información es útil para el seguimiento de un proyecto y para informar al cliente sobre los avances del mismo.

A través del uso de esta herramienta se crea una salida que contiene:

Una representación en cuadrícula de las coordenadas de la pieza de trabajo e información de texto sobre cada operación.


Listas de operaciones y herramientas y pueden listarse como un reporte resumido o detallado. El resumen detallado de herramientas incluye el símbolo de cada herramienta junto con una descripción informativa tomada de la definición de la herramienta. El resumen detallado de operaciones incluye información descriptiva de la operación, tiempo estimado de la operación, tiempo de cambio de herramienta estimado, tasa de avance rápido y tiempo total de maquinado.

Ejemplo del reporte detallado de herramientas

Figura 207. Ejemplo de un reporte

```
Tool List of SURFACE.MC9  
  
Proj./Part No.: 0           Date       : 10/15/04  
Drawing No.   : 1           Customer  : -  
Prog. No.    : 0           Programmer: 1  

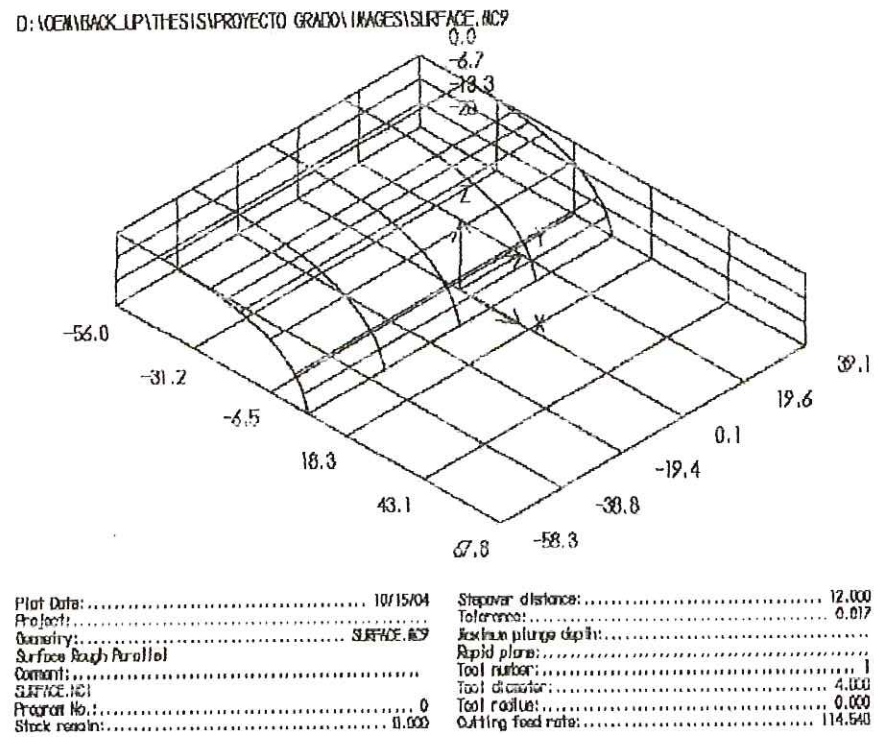

---

 Tool type      : 4 DRILL 4. DRILL  
Manufact code :  
CHUCK         :  
Tool Number   : 1  
Diameter      : 1     RPM       : 1000     Feedrate      : 114.54  
Corner radius  : 0     Tip angle  : 118     Plunge feed r.: 1.0000  
Flute length  : 50    Material   : HSS     Diam. offset  : 1  
Overall length: 75    No. flutes : 2     Length offset : 1
```

Fuente: Tomado de MasterCAM

Ejemplo del reporte detallado de operaciones

Figura 208. Ejemplo de un reporte



Fuente: tomado de MasterCam

1.38 DEFINE Ops

Dentro de este menú podemos escoger la opción defaults que nos permite registrar parámetros de operaciones de trayectorias de herramienta para que puedan ser después importadas a cualquier trabajo con diferente geometría y tener que seleccionar solo la geometría en diferencia con tener que seleccionar todos los parámetros y la geometría.

La opción library permite administrar librerías de operaciones que se pueden importar a los archivos de trabajo, estas librerías contienen geometrías.

La opción compress permite comprimir los parámetros default y las librerías de operaciones removiendo información no necesaria.

1.39 DEFINE TOOLS

Esta herramienta permite ver las herramientas usadas en el trabajo actual mediante la opción current.

La opción library permite acceder a la librería de herramientas generales disponibles y escoger las necesarias para que sean usadas en el trabajo actual.

La opción compress permite comprimir estas librerías para eliminar información no necesaria.

1.40 DEFINE MATLS

Muestra la lista de materiales usados en este trabajo así como permite mostrar los materiales disponibles en la librería general de materiales.

2. MANUAL BÁSICO SOBRE HERRAMIENTAS PARA DESPRENDIMIENTO DE VIRUTA

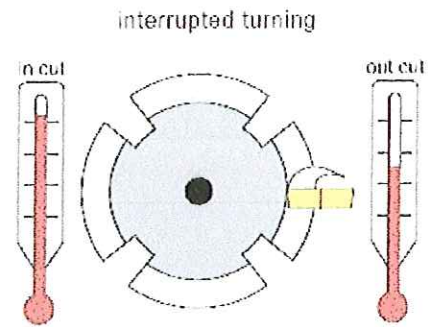
2.1 TEMPERATURA EN EL MECANIZADO

La presión en las esquinas de corte en cualquier tipo de operación de mecanizado puede alcanzar 100.000 psi o más y su temperatura puede alcanzar los 870 grados centígrados. Estas condiciones de temperatura y presión son demasiado hostiles para las herramientas de corte.

Combinando los factores de calor y presión, junto con la penetración y retroceso de la herramienta en el material de trabajo, todos estos factores incrementan la posibilidad que la herramienta falle. Vamos a comparar la interrupción del corte durante el torneado y el maquinado.

Cuando se tornea una pieza con pequeñas interrupciones, la herramienta no tiene mucho tiempo para enfriarse. Esta conmoción mecánica es severa. Pero el cambio térmico es mínimo. Cuando la distancia o el tiempo entre la interrupción crece, la magnitud del cambio térmico también crece. Incrementando el agrietamiento térmico de las herramientas de corte.

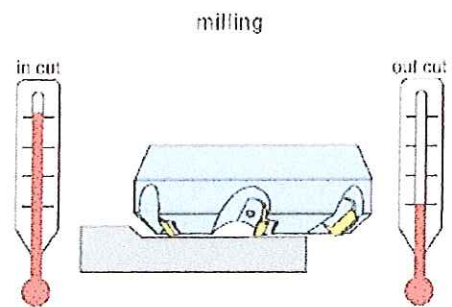
Figura 209. Torneado interrumpido



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Cuando se esta maquinando, la punta de la herramienta de corte esta al menos la mitad de tiempo fuera de área de corte y puede ser comparado con una gran interrupción en el torneado.

Figura 210. Maquinado



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

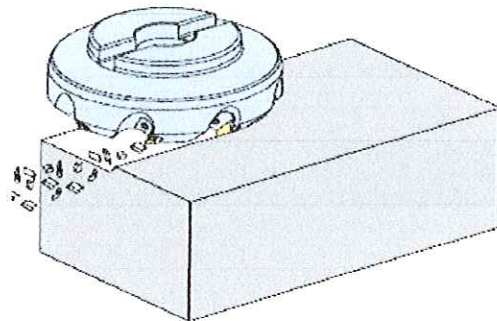
Para las operaciones de torneado y maquinado con interrupciones, El material de la herramienta de corte debe tener altos niveles de resistencia a choques térmicos y mecánicos. La magnitud de los choque de los ciclos térmicos y mecánicos determinan el grado resistencia mecánica y la resistencia térmica necesaria el la herramienta de corte para el proceso de maquinado para ser confiable y productivo.

Maquinado

Es un complicado proceso de remover metal cuando es comparado con torneado o taladrado. Los elementos más comunes en un maquinado son:

- La rotación de la herramienta.
- La parte no se mueve (la parte se puede mover en ciertas circunstancias).
- Corte interrumpido.
- Varía el espesor de la viruta.
- Altas fuerzas de corte.
- Operación con múltiples insertos.

Figura 211. Maquinado



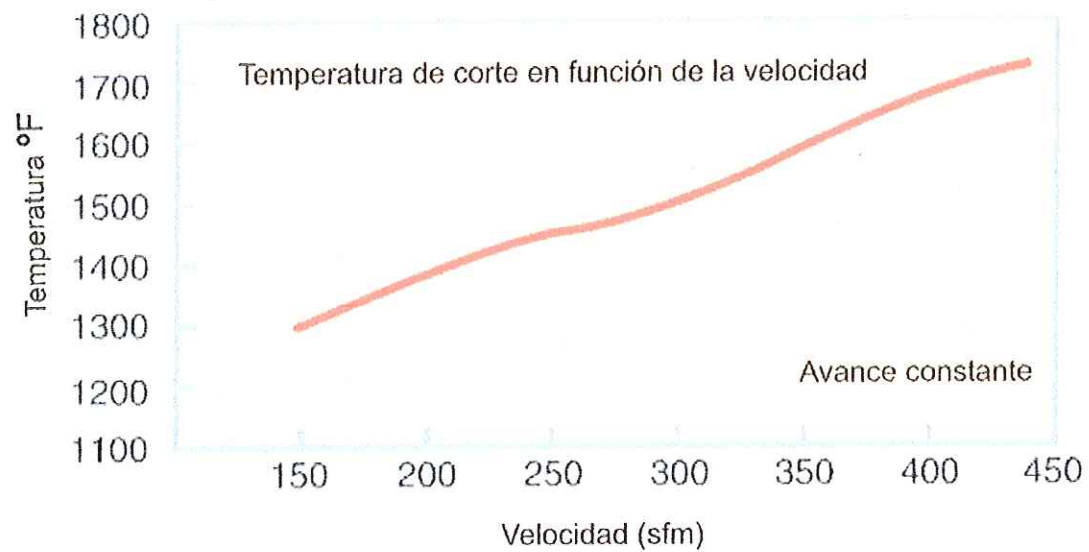
Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

La complejidad del procesos de maquinado requiere un excelente trabajo de conocimiento de la geometría de corte, la elección del grado de rigidez y la consideración de los caballos de fuerza para lograr resultados exitosos.

Factores que afectan la velocidad

- Dureza de la pieza.
- Condiciones de la pieza de trabajo.
- Condiciones de la maquina.
- Potencia disponible.
- Resistencia al calor.

Grafica 212. Temperatura de corte en función de la velocidad

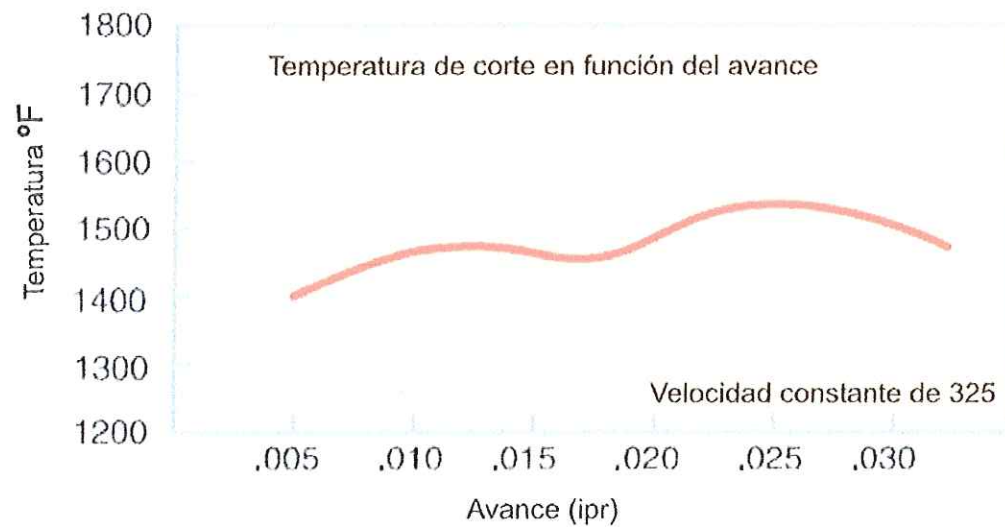


Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Factores que afectan la velocidad de avance

- Potencia de la maquina.
- Rigidez de la maquina.
- Rigidez de los sujetadores.
- Inclinación de la herramienta.
- Acabado de superficie requerida.

Grafica 213. Temperatura de corte en función de la velocidad



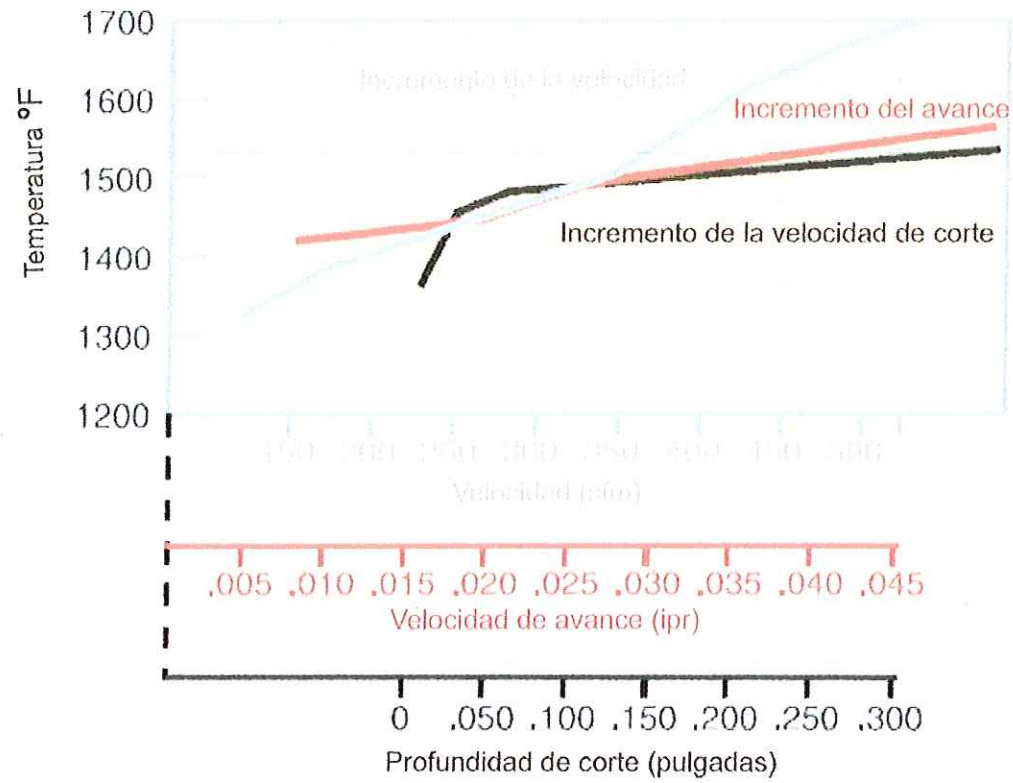
Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Factores que afectan la profundidad de corte (doc)

- Potencia de la maquina.
- Rigidez de la maquina.
- Rigidez de los sujetadores.

- Material a ser removido.

Grafica 214. Factores que afectan la profundidad de corte (doc)



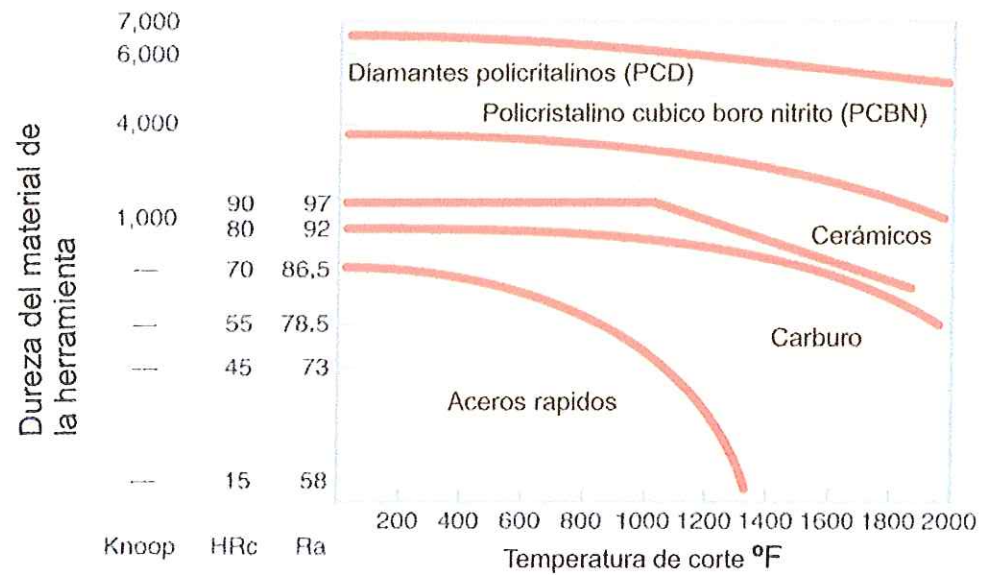
Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Factores que afectan la profundidad de corte (doc)

Dureza en caliente

Cuando se selecciona el material de una herramienta, se deben considerar las metas de producción. Si la velocidad de corte será muy alta o el material a ser maquinado es de una alta dureza, el material de la herramienta debe tener un alto grado de dureza en caliente. La dureza en caliente es la habilidad de una herramienta de mantener la dureza a temperaturas elevadas.

Grafica 215. Imagen Dureza en el material de la herramienta



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

2.2 GRADOS DE LOS INSERTOS

Tabla 2. Grados de los insertos

Características del material	Posibles resultados en la arista de corte	Acciones correctivas

Acero de bajo carbón, muy blando.	Baja velocidad, acumulación de material en la punta dificultando el acabado.	Incrementar la velocidad o la carga de la viruta. Aplicar un cortador con menor fuerza en su geometría, doble positivo. Aplicar menor presión en el refrigerante. Utilizar grados de aleaciones resistentes en las herramientas. Aplicar un recubrimiento PVD.
Aleaciones (cromo, tungsteno, molibdeno, vanadio, níquel).	Metal abrasivo con carburo. Causa un acabado pobre y baja vida útil de la herramienta.	Bajar velocidad, para reducir el desgaste abrasivo. Alta carga de viruta, incrementa la vida debido al menor tiempo de corte.
Aleaciones (cromo níquel).	Materiales de trabajo duro causan deterioro en la herramienta.	Aplicar ángulos principales de corte. Métodos maquinados ascendente, si las condiciones lo permiten. Aplicar herramientas con ángulos que desarrollen fuerzas bajas. Considerar una sola barrida.
Poco contenido de aleaciones	Acumulación de material en las aristas de corte.	Incrementar la velocidad o la carga de la viruta. Aplicar un cortador con menor fuerza en su geometría, doble positivo. Aplicar menor presión en el refrigerante.
Alto dureza de trabajo debido a altos contenidos de cromo.	Deterioro de la herramienta, astillamiento y rápido desgaste	Mantener suficiente carga de viruta (0.003 mínimo). Maquinado ascendente solamente (si las condiciones lo permiten). Aplicar herramienta con grandes ángulos principales (45 grados). Usar inclinaciones variadas o inclinaciones doblemente positivas. Considerar un solo barrido.

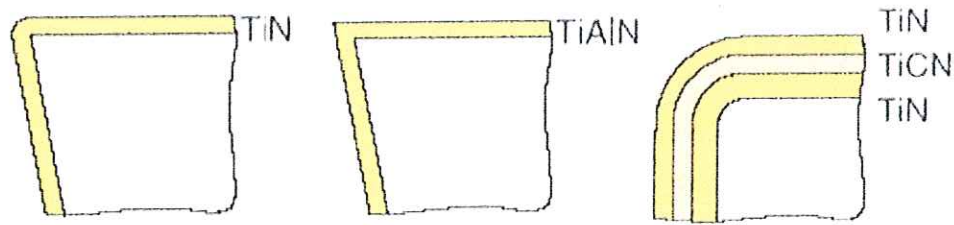
Pegajoso mientras se esta maquinado (níquel).	Acumulación de material en las aristas de corte, pobres acabados o astillamiento en la arista.	Incrementar la velocidad o la carga de la viruta. Aplicar presión baja en los refrigerantes.
Baja conductividad térmica	Mas calor al inserto causando rápido desgaste, generando un pobre acabado de superficie.	Mantener suficiente carga de viruta. Aplicar fluido refrigerante apropiado.
Alta fuerza a tensión en hierro gris fundido	Astillamiento en la arista.	Inclinaciones negativas ofrecen grandes fuerzas en la arista de corte. Incrementar la rigidez de los sujetadores.
Abrasivo	Rápido desgaste en los insertos	Use recubrimiento de oxido de aluminio. Reducir la velocidad para reducir el calor
Alto contenido de Silicio	Rápido desgaste de la arista de corte.	Use diamantes policristalinos de grado KD 100. Reducir la velocidad de corte y/o reducir la carga de la viruta.

Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

PDV carburo revestido

PDV (Deposición de vapor físico) esta revestimiento tiene ventajas técnicas que la hacen tener un gran rango de aplicaciones. Opera muy bien a bajas y medias velocidades de corte y tienen un filo relativamente estable. El baño de PVD es fino y muy duro, por lo cual resiste maquinas abrasivas.

Figura 216. Carburos revestidos PVD



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

KC610M revestido con TiN. Desarrollado para alta productividad de roscados en aleaciones y aceros inoxidable de media a alta velocidad.

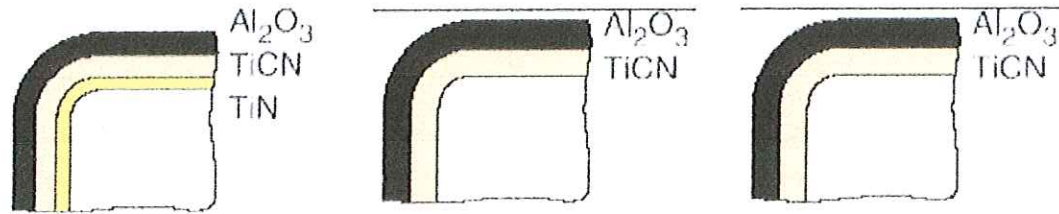
KC705M revestido TiAlN. Diseñada para maquinar aluminio, pero la resistencia excepcional al calor y desgaste la hacen excepcional para maquinado de aceros duros, hierro fundido y aleaciones resistentes al calor.

KC715M revestido TiN/TiCN/TiN. Maquina aleaciones de acero a alta velocidad, preferiblemente sin refrigerante.

CVD Carburo revestido

CVD (Deposición de vapor químico), es el más escogido para aplicaciones con materiales ferrosos. Se aplican alumina (Al_2O_3), la cual permite altas velocidades de corte y son las mejores para materiales abrasivos y que crean un gran desgaste.

Figura 217. Revestidos alumina CVD Insertos CH2, KC992M y KC994M



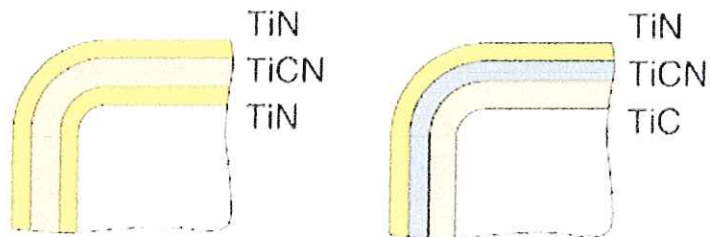
Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

CH2 para media y alta velocidad en hierro gris y aleaciones de hierro fundido.

KC992M para maquinado de hierro fundido gris, con o sin refrigerante, a velocidad de avance y de corte media.

KC994M para aleaciones de níquel, aleaciones de titanio y hierros dúctiles, alta resistencia al desgaste.

Figura 218. Carburo revestidos CVD CG4 y KC850



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

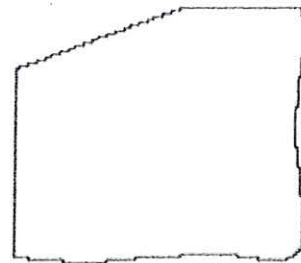
CG4 multicapa TiN-TiCN-TiN. Para aceros y aceros inoxidable a velocidad media y media carga de viruta.

KC850 multicapa TiC-TiCN-TiN, Enriquecido con sustrato de cobalto. Maquina Aleaciones de carbón y ciertos aceros inoxidable, en una variedad de velocidades de avance y corte. Balance entre resistencia al desgaste y dureza debido a que es enriquecido con sustrato de cobalto.

Ceramicos

Los materiales de la herramienta cerámicos pueden ser divididos en dos familias básicas: alumina básica (Al_2O_3) y Silicio nitrido básico (Si_3N_4). Estas herramientas pueden ser extremadamente efectivas y productivas cuando velocidades altas pueden ser usadas en el proceso. Ellas maquinan hierro fundido, hierro dúctil, aleaciones de alta temperatura (níquel y hierro básico) y aceros duros, acero inoxidable y hierro.

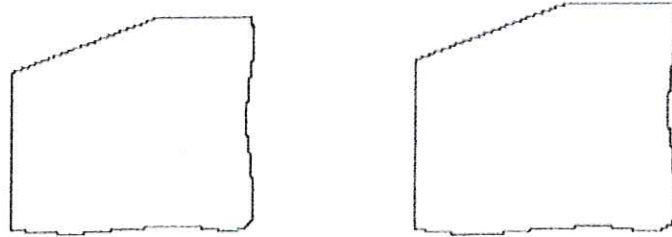
Figura 219. Carburos revestidos alumina K090



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

K090 compuesto de alumina y 30% de TiC. Alta dureza y resistencia al choque térmico, maquina el acero al carbón, aleaciones de acero.

Figura 220. Carburos revestidos KY2100 y KY3500



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

KY2100 buena resistencia al choque combinado con resistencia al desgaste, usado para alta velocidad y maquinado de aleaciones de alta temperatura.

KY3500 para alta velocidad de desbaste de hierros y algunos hierros dúctiles.

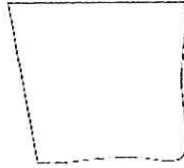
Cermet

Este tipo de aleación de cerámica compromete titanio carbonitrado (TiCN) con níquel. Estos son químicamente y térmicamente estables los cuales resisten el desgaste. Cermets son los más utilizados para altas velocidades de semi-acabado y acabado en tipos de aceros y aceros inoxidable.

Sin recubrimiento

Todavía son usados en operaciones de maquinado. Ellas trabajan bien cuando la velocidad de la superficie es muy lenta. Las herramientas sin recubrimiento están usualmente clasificadas en dos grupos: Sin aleaciones y con aleaciones. La aplicación principal para el grupo sin aleaciones es para materiales no ferrosos, donde el desgaste abrasivo es la principal falla. Las herramientas con aleaciones son aplicadas principalmente en materiales ferrosos donde el desgaste por cráteres es la falla principal de estos mecanismos.

Figura 221. Insertos K313 y KM1



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

K313 tiene una resistencia excepcional al desgaste, combinada con una alta fuerza en la arista de corte y resistencia a la abrasión. Alta velocidad de remoción de material con una carga ligera de viruta, cuando maquina metales no ferrosos u otros materiales no metálicos incluidos el aluminio y acero inoxidable.

KM1 Maquina aluminio, hierro fundido y acero templado.

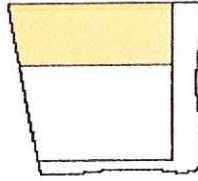
Policristalinos

La familia de las herramientas de los policristalinos es dividida en dos grupos básicos: Diamantes y Boro Nitrido cúbico. Ambos tipos de material son relativamente costosos. Pero tienen una gran productividad y vida útil.

Diamantes

Son las herramientas con el material de corte mas duro disponible y son aplicadas principalmente en materiales no ferrosos a muy altas velocidades. Ellas poseen buena resistencia a la abrasión y a las fuerzas. Los diamantes tienen una alta conductividad térmica que ayuda a la disipación de calor cuando se usan a altas velocidades.

Figura 222. Película de diamante KD100



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

KD100 De diamante policristalino. Con una gran grado de dureza con un excelente resistencia al desgaste, para altos grados de tolerancia y acabado de superficie. Con una larga vida útil de la herramienta.

Policristalino Boro Nitrido Cúbico (PCBN)

También puede ser dividido en dos grandes grupos: bajo contenido CBN y alto contenido de CBN.

Los que contienen bajo contenido de CBN tienen menor conductividad térmica y comparativamente alta fuerza de compresión. Estas características permiten el corte en caliente para combinar altas velocidades de corte e inclinaciones negativas en las geometrías de las herramientas, que suavizan el material de la pieza y remueven el material eficientemente. Esta característica la hace ideal para acabados de aceros duros.

Los que contienen alta contenido de CBN posee alta conductividad térmica y dureza. Puede operar a altas velocidades y en con varias interrupciones en el corte. Son usadas para desbastados de aceros duros, la muy alta dureza de estas herramientas les confiere una excelente resistencia a la abrasión.

2.3 TIPOS DE HERRAMIENTAS DE MECANIZADO

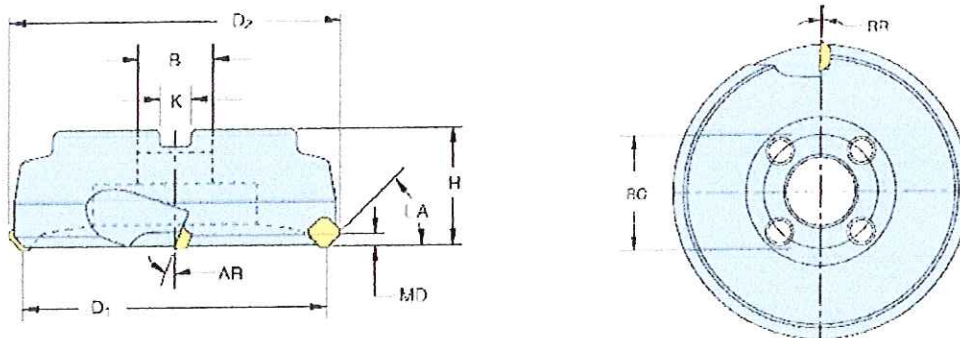
Hay cuatro tipos básicos de herramientas de mecanizado:

- Face mills
- End mills
- Slotting mills
- Thread mills

Se presentara la nomenclatura de estas herramientas básicas, que serán posteriormente utilizados:

Herramientas Face Mills

Figura 223. Nomenclatura face mills



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Tabla 3. Face mills

Símbolo	Referencia
D1	Diámetro efectivo de corte
D2	Máximo diámetro

H	Altura de herramienta
B	Diámetro
K	Ancho de la ranura de sujeción
LA	Angulo principal
AR	Angulo de inclinación
RR	Inclinación radial
BC	Diámetro para fijar la herramienta
MD	Máxima profundidad de corte

Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Herramientas End Mills

Este tipo de herramientas requieren un poco mas de atención. Esto es principalmente por el largo de la protección de la herramienta y el aumento de las fuerzas radiales de corte debido al gran incremento de la profundidad axial de corte. La operación de end mill produce canales para la evacuación de la viruta que puede resultar difícil.

Evacuación de la viruta

La evacuación de la viruta ayuda a la disipación de calor. Si la viruta se queda en los alrededores de la herramienta, incrementando la posibilidad de ser nuevamente cortada causando que las esquinas del cortador se astillen.

Rigidez y Concetricidad

La rigidez y concetricidad son características críticas en las operaciones de end mill. Un adaptador para end mill es el método mínimo deseable para sujetar la herramienta, debido a que la herramienta puede ser empujada fuera del centro causando una remoción de viruta incorrecta. Un simple collar de ángulo o una prensa de sujeción minimizaran los dos problemas.

Consejos para mejorar el desempeño de las herramientas End Mill

- Maximizar la evacuación de viruta con una ráfaga de aire o refrigerante a presión alta.
- Asegurar la rigidez de la sujeción de la herramienta.
- Asegurar la concentricidad de la herramienta.
- No exceder la profundidad de corte recomendada.
- Calcular la velocidad de avance.

End mill para maquinado de orillas

Para maquinar una orilla se debe tener en cuenta los siguientes factores

- Rigidez.
- Métodos de sujeción.
- Nivel de producción bajo, HSS es bueno.
- Tempo del ciclo, el carburo es 5 a 10 veces mas rápido
- Evacuación de la viruta, debe ser buena para aplicar una herramienta con carburo.
- Radio de la esquina.
- Potencia.

End mill indexable

Ventajas

- Funciona con un carburo revestido.
- No necesita remaquinar la viruta.

- Los radios de las esquinas son controlables.

Desventaja

- Alto costo inicial.
- Baja efectividad.
- Requiere máxima rigidez.

Figura 224. End mill indexable



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

End mill de carburo

Ventajas

- Mínimo pandeo.
- Vida útil de la herramienta larga.

Desventajas

- Alto costo inicial.

- Valiosa para remaquinar las virutas.
- Debe ser configurada nuevamente después de ser afilada.
- Requiere máxima rigidez.

Figura 225. End Mill de Carburo



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

HSS End Mill

Ventaja

- Acción de corte libre.
- Adquisición inicial económica.
- Remaquina la viruta.

Desventaja

- Debe ser reconfigurada después de ser afilada.
- HSS velocidad y avance.
- Mayor pandeo.

Figura 226. End mill HSS

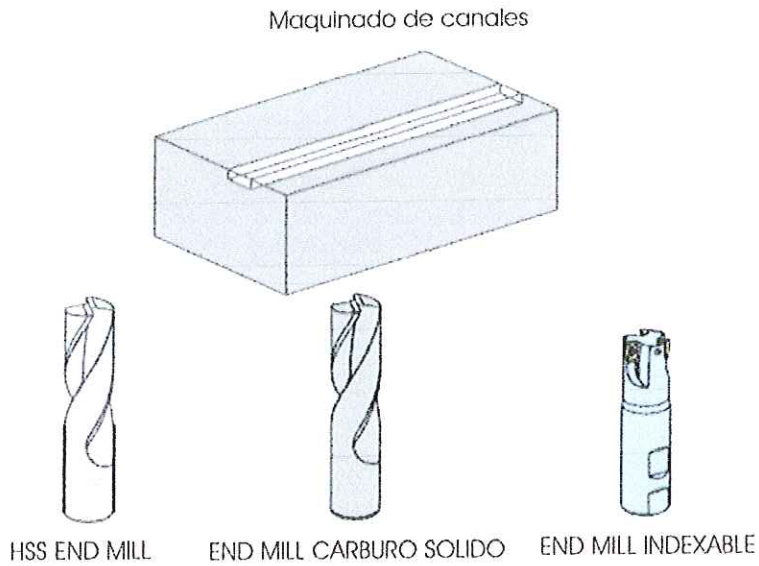


Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

End Mill para el maquinado de canales

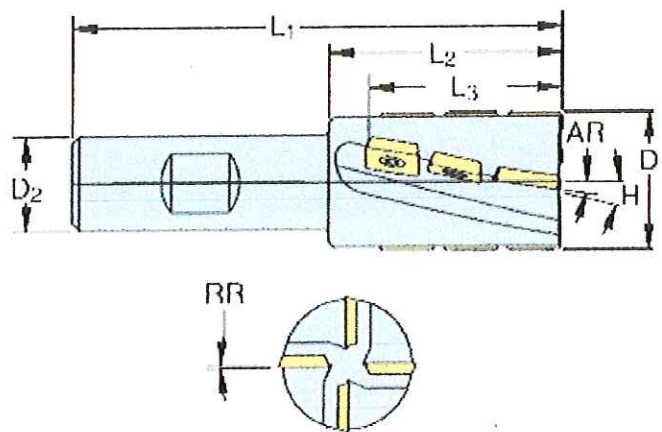
Para el maquinado de canales, se debe aplicar las mismas consideraciones de selección que en un maquinado de orillas. El número de canales en la herramienta, se convierte en algo importante ya que la herramienta estará empleada en 180 grados en cada revolución. Esto significa que la viruta será mas larga y estará más confinada. Dos canales en la herramienta pueden ser más apropiados que cuatro canales. Un número impar de canales en la herramienta puede también mejorar el rendimiento en el maquinado del canal. Un número par de canales en la herramienta tendrá un inserto saliendo al mismo tiempo que otro inserto en su opuesto estará entrando a la pieza. Este fenómeno afecta la dirección de las fuerzas de corte y la fluctuación en el pandeo de la herramienta. Las herramientas que mejor se comportan para el maquinado de canales tienen uno, tres o cinco canales en la herramienta.

Figura 227. End Mill Maquinado de canales



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Figura 228. Indexable end mills



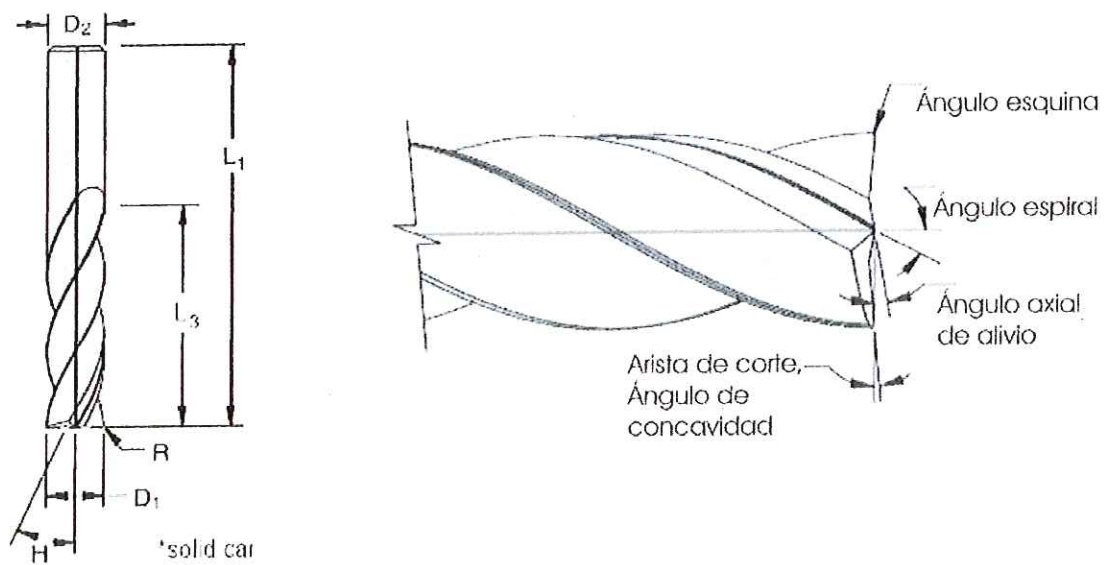
Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

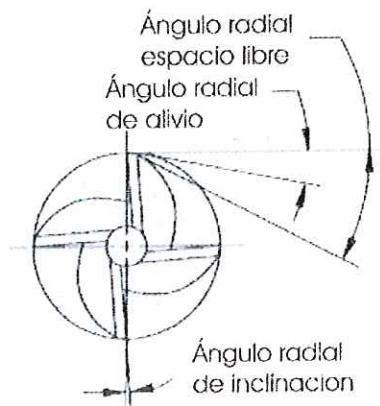
Tabla 4. indexable End mills

Símbolo	Referencia
D1	Diámetro efectivo de corte
D2	Diámetro del mango
L1	Altura de la herramienta
L2	Altura de la cabeza
L3	longitud de corte
H	Angulo de la espiral
RR	Inclinación radial
AR	Inclinación axial

Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Figura 229. Carburo sólido end mills





Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Tabla 5. Carburo sólido end mills

Símbolo	Referencia
D1	Diámetro de corte
D2	Diámetro del mango
L1	Altura de la herramienta
L3	longitud de corte
H	Angulo de la espiral
R	Radio de corte

Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Herramientas de ranurado.

Montaje de árbol para herramientas de ranurado (HSS o Carburo soldado)

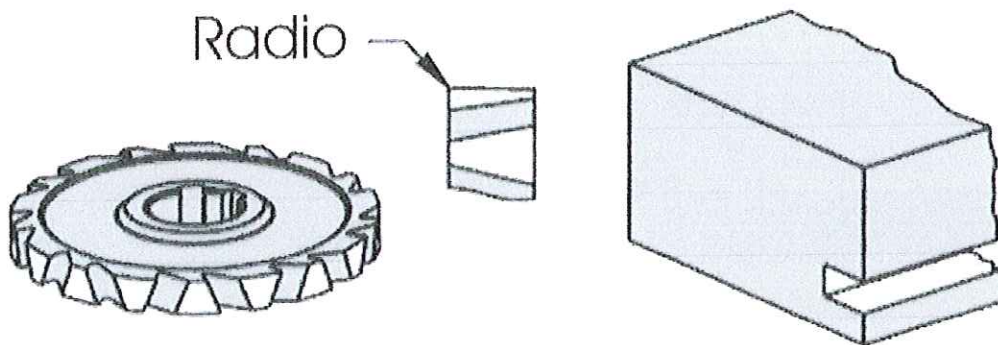
Ventajas

- Costo inicial bajo.
- Puede ser esmerilado para anchos especiales y radios especiales requeridos.

Desventaja

- Deber ser esmerilado.
- Es desechable.
- Velocidad y avance HSS (high speed splinde)

Figura 230. Herramientas de ranurado (HSS o Carburo soldado)



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Selección de la herramienta – Herramientas ranurado de indexable

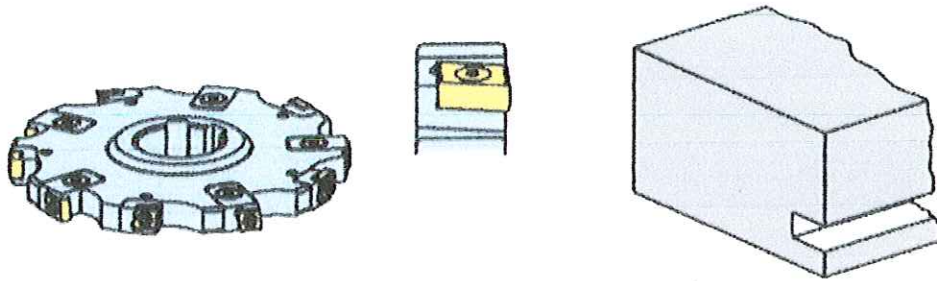
Ventaja

- Una sola herramienta para varios anchos y radios.
- Funciona en velocidades y avances de herramientas de carburo.
- Indexable (reemplazo de aditamentos).
- Grado de optimización para varios materiales.
- Anchos fijos y ajustables.

Desventaja

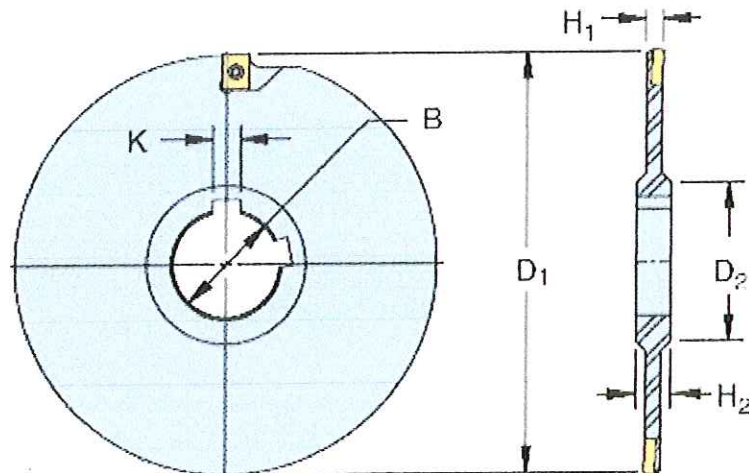
- Alto costo inicial.
- Generalmente requiere mas potencia.
- No puede ser esmerilado.

Figura. 231. Herramientas ranurado de indexable



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Figura 232. Herramienta de ranurado (slotting)



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Tabla 6. Slotting cutters

Símbolo	Referencia
D1	Diámetro efectivo de corte
D2	Diámetro interno
H1	Ancho de corte
H2	Ancho interno
B	Diámetro agujero interno
K	Ancho de la ranura de sujeción

Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Selección de herramientas – Ranurado

Las herramientas de ranurado deben ser seleccionadas teniendo en cuenta los siguientes factores:

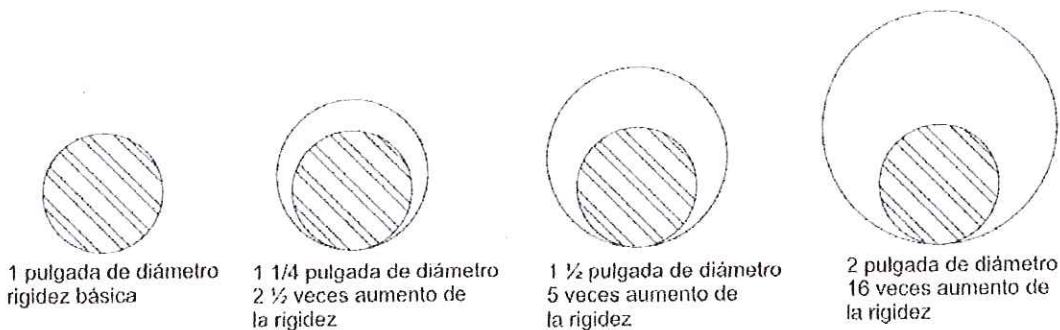
- Rigidez, cuando se utiliza carburo
- Métodos de sujeción, árboles con soporte en el centro mejora desempeño del carburo.
- Niveles de producción, producción baja, HSS esta bien.
- Tiempo de ciclo.
- Evacuación de la viruta, debe ser bueno para aplicar exitosamente una herramienta con carburo.
- Capacidad de remaquinado, no se necesita con una herramienta indexable.
- Ranurado plano del fondo, no todos las herramientas producen un fondo plano.
- Ancho, una de las variables más fácil de conseguir con una herramienta indexable.
- Potencia, tener suficiente potencia para mantener la velocidad de corte.

Rigidez del árbol

La rigidez de la maquina y la posición del árbol de soporte tiene directa relación en el desempeño de la herramienta, el acabado de la superficie y la vida útil de la herramienta. Otro factor es el tamaño del diámetro del árbol y la rigidez. Esto es ilustrado por la figura de diámetro vs. rigidez para los cuatro tamaños más comunes de árboles.

No sacrifique rigidez. Si el siguiente diámetro de la herramienta, con un soporte mas grande puede ser usado para maquinar la parte, esto puede mejorar el desempeño.

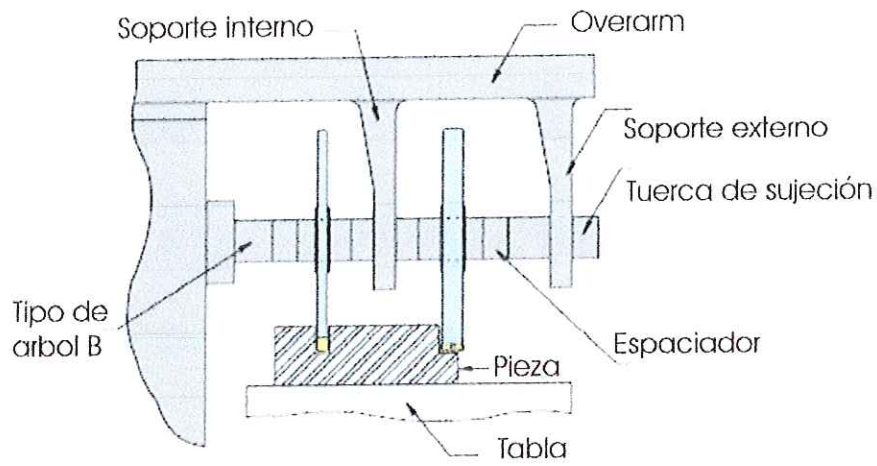
Figura 233. Diámetro vs. Rigidez



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

La posición de los sujetadores debe ser puesto lo mas cerca de cortador para incrementar la rigidez. La longitud del árbol es determinada por el número de herramientas montadas en el soporte. Los collares de los espaciadores y las herramientas deben ser fijados cuidadosamente, para evitar el daño de los elementos.

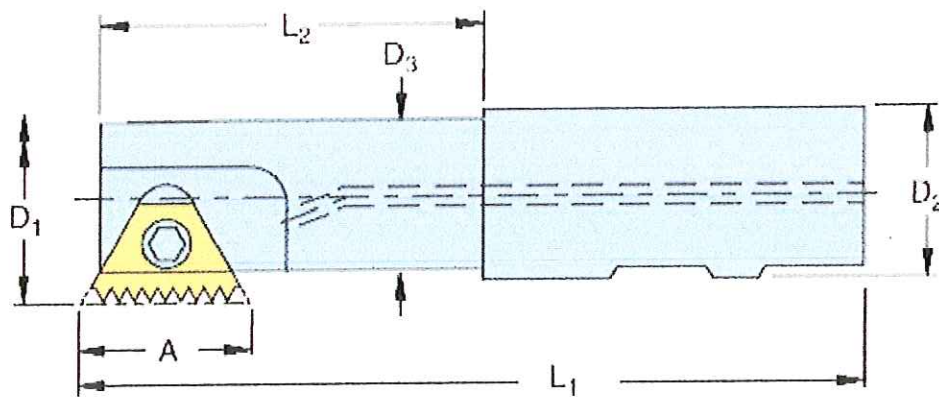
Figura 234. Soporte se árbol tipo B



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Herramientas de roscado

Figura 235. Herramientas de roscado



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Tabla 7. Herramientas de roscado

Símbolo	Referencia
D1	Diámetro efectivo de corte
D2	Diámetro del mango
D3	Diámetro de la cabeza
L1	Longitud de la herramienta
L2	Longitud de la cabeza
A	Tamaño del inserto

Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Sistemas de porta herramientas

Cada tipo de herramienta tiene su propio diseño de montaje. Las herramientas son montadas en el husillo de la maquina directamente, con árboles o adaptadores.

Tabla 8. Recomendaciones de corte

Material de trabajo	Velocidad de corte (sfm)		Velocidad de avance por revolución	Mini roscado STN-10
	grado KC610	grado KC620M		
Acero con carbón < 187 BHN	520 - 900	—	.004 - .006	.002 - .004
Acero con carbón < 187 a 220 BHN	550 - 860	—	.004 - .006	.002 - .004
Aleación de acero 200 - 250 BHN	390 - 600	—	.004 - .006	.002 - .004
Aleación de acero 250 - 325 BHN	350 - 525	—	.004 - .006	.002 - .004
Acero inoxidable, austenítico < 210 BHN	450 - 660	—	.004 - .006	.002 - .004
Acero inoxidable, martensítico < 321 BHN	420 - 590	—	.004 - .006	.002 - .004
Acero inoxidable, ferrítico < 245	425 - 660	—	.004 - .006	.002 - .004

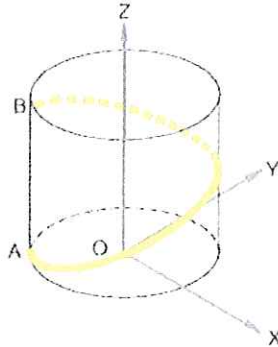
BHN				
Acero fundido < 140 BHN	560 - 660	—	.004 - .006	.002 - .004
Acero fundido 220 - 302 BHN	390 - 590	—	.004 - .006	.002 - .004
Aleaciones de Titanio	120 - 180	120 - 180	.004 - .006	.002 - .004
Alta temperatura (Níquel y base de hierro)	90 - 250	100 - 250	.004 - .006	.002 - .004
Alta temperatura (Base de cobalto)	50 - 125	30 - 100	.004 - .006	.002 - .004
Hierro fundido	—	350 - 450	.004 - .006	.002 - .004
Hierro maleable	—	390 - 525	.004 - .006	.002 - .004
Bronce/Cobre	—	390 - 590	.004 - .006	.002 - .004
Aluminio	—	660 - 1400	.004 - .006	.002 - .004

Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

2.4 ROSCADO

Para entender mejor una operación de roscado, en una maquina con tres ejes, capaz de desarrollar interpolación helicoidal. Una función CNC de interpolación helicoidal es un movimiento de la herramienta a lo largo de un camino helicoidal. Es una combinación de un movimiento circular en un plano con un movimiento lineal simultáneo en un plano perpendicular del primero.

Figura 236. Movimiento Interpolación helicoidal entre A y B



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

En muchos sistemas CNC, la función de interpolación se puede ejecutar con:

G02: Interpolación helicoidal en la dirección de las manecillas del reloj.

G03: Interpolación helicoidal contra la dirección de las manecillas del reloj.

La siguiente operación de roscado, consiste de una rotación circular de la herramienta en su propio eje, junto con un movimiento orbitante a lo largo de la circunferencia de la pieza de trabajo. Durante cada vuelta, la herramienta se moverá verticalmente un grado de distancia. Este movimiento combinado con la geometría del inserto crea el roscado requerido.

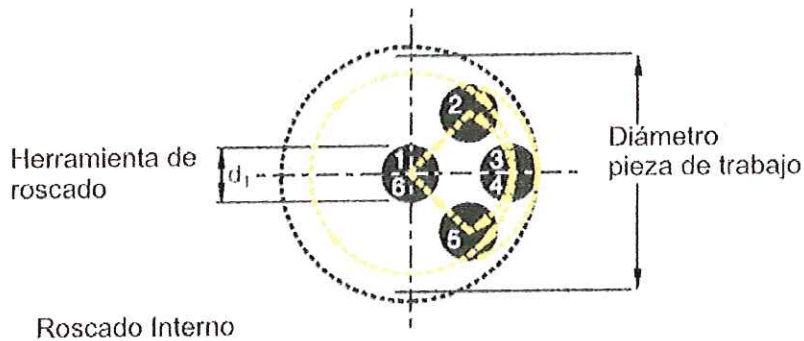
Hay tres maneras aceptables de aproximarse a la pieza de trabajo con la herramienta para inicializar la producción del roscado:

1. A lo largo de un arco tangencial.
2. Radialmente.
3. A lo largo de una línea recta tangencial.

Aproximación por arco Tangencial

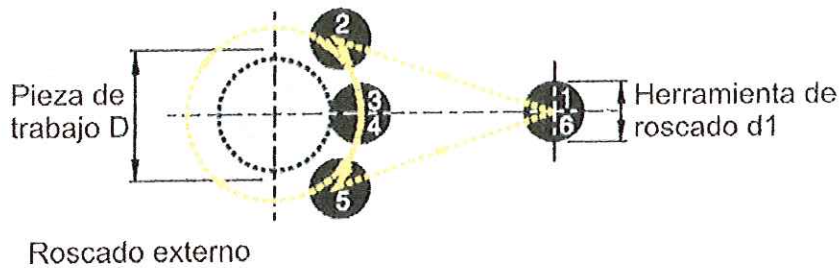
Con este método, la herramienta entra y sale suavemente. No deja marcas en la pieza de trabajo y no hay vibración incluso con materiales duros. Requiere una compleja programación, este método es recomendado para crear roscados de alta calidad.

Figura 237. Aproximación arco tangencial roscado interno



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Figura 238. Aproximación arco tangencial roscado externo



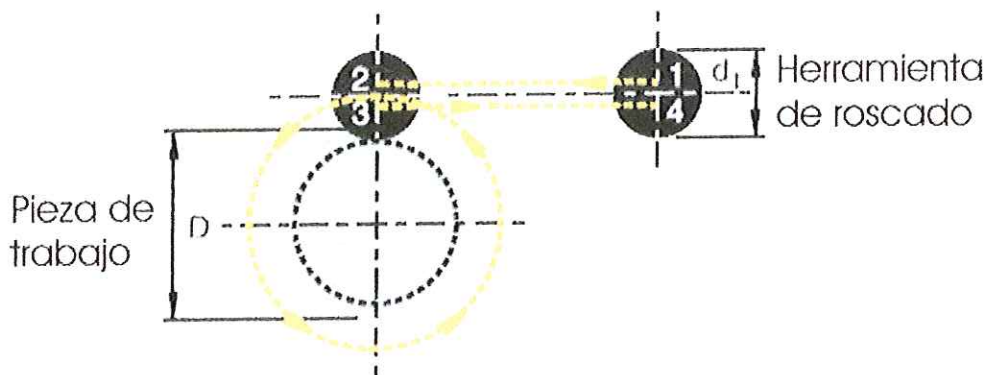
Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

1- 2 Aproximación rápida
2 - 3 Entrada de la herramienta a lo largo de un arco tangencial, con avance simultaneo en el eje Z
3 - 4 Movimiento helicoidal durante una orbita completa (360 grados)
4 - 5 Salida de la herramienta a lo largo de un arco tangencial, con avance continuo a lo largo del eje Z
5 - 6 Retorno rápido

Aproximación Tangencial por medio de una línea

Este método es muy simple, tiene todas las ventajas del método por arco. Sin embargo es solo aplicable a roscados externos.

Figura 239. Aproximación Tangencial por medio de una línea roscado externo



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Aproximación Tangencial por medio de una línea roscado externo

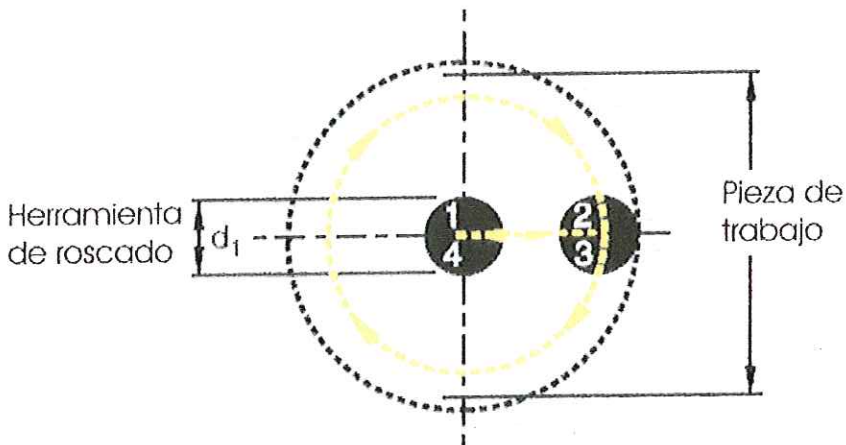
1- 2 Entrada radial con avance simultaneo a lo largo de eje Z
2 - 3 Movimiento helicoidal durante un orbitaje (360 grados)
3 - 4 Salida radial

Aproximación radial

Este es un método simple. Tiene dos características:

1. Una pequeña marca vertical puede ser dejada en la entra o salida. Este no tiene mucha importancia en el roscado mismo.
2. Cuando se esta usando este método con materiales muy duros, la herramienta puede tener una tendencia a vibrar cuando se acerca a la profundidad máxima.

Figura 240. Aproximación radial roscado interno



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Preparando la herramienta para la operación de maquinado

Calcular el avance de de la herramienta en la esquina de corte.

$$f1 = ipt \times nt \times rpm$$

La velocidad rotacional es calculada de la siguiente forma:

$$rpm = \frac{12 \times sfm}{\pi \times d1}$$

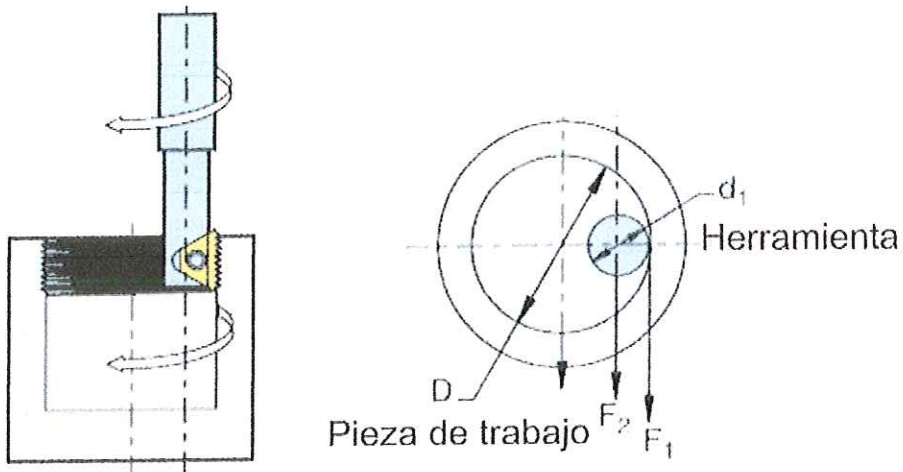
F1	Velocidad de avance de la arista de corte (in/min)
ipt	pulgadas por diente (velocidad de avance)
nt	numero de dientes efectivos en la herramienta
rpm	Velocidad rotacional (rpm eje)
sfm	velocidad de corte, avance de la superficie por minuto
d1	diámetros del cortador sobre el inserto
π	3.1416

Calculo de la velocidad de avance en la línea central de la herramienta:

En muchas maquinas CNC, la velocidad de avance requerida en la línea central de la herramienta. Cuando se hace referencia a movimiento linear de la herramienta, la velocidad de avance en la arista de corte y en la línea central es idéntica. Pero, con un movimiento circular de la herramienta este no es el caso. La siguiente ecuación define la relación entre la velocidad de avance en la arista de corte y en la línea central de la herramienta.

$$f_2 = \frac{f_1 \times (D - d_1)}{D} \text{ Roscado interno}$$

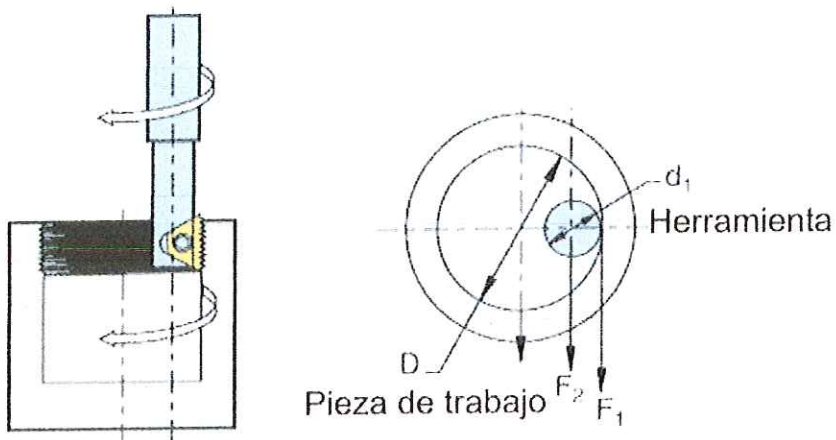
Figura 241. Cálculo de la velocidad de avance roscado interno



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

$$f_2 = \frac{f_1 \times (d_1 + D)}{D} \text{ Roscado externo}$$

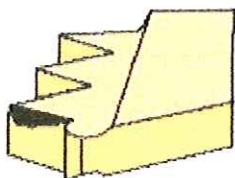
Figura 242. Cálculo de la velocidad de avance roscado externo



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Desperfectos en los Roscados

Figura 243. Desgaste excesivo del inserto en el costado



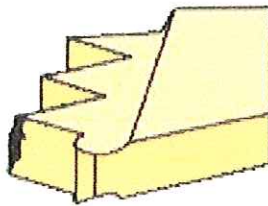
Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Imagen Desgaste del inserto en el costado

Posibles causas	Soluciones
Velocidad de corte muy alta.	Reducir la velocidad de corte.
La viruta es muy delgada.	Incrementar la velocidad de avance.
Insuficiente refrigerante.	Incrementar la cantidad y la presión de refrigerante.

Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Figura 244. Desgaste excesivo del inserto en la arista de corte



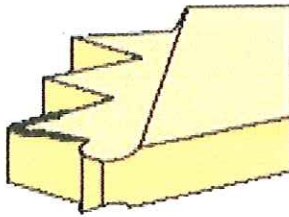
Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Desgaste del inserto en la arista de corte

Posibles causas	Soluciones
La viruta es muy gruesa.	Reducir la velocidad de avance. Usar método de entrada tangencial por arco. Incrementar rpm.
Vibración.	Para la vibración chequear la rigidez.

Acumulación de material en la arista de corte de la herramienta

Figura 245. Acumulación de material en la arista de corte de la herramienta



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Posibles causas	Soluciones
Velocidad de corte muy baja	Incrementar la velocidad de corte.
Espesor de la viruta muy pequeño.	Incrementar la velocidad de avance.

Vibración

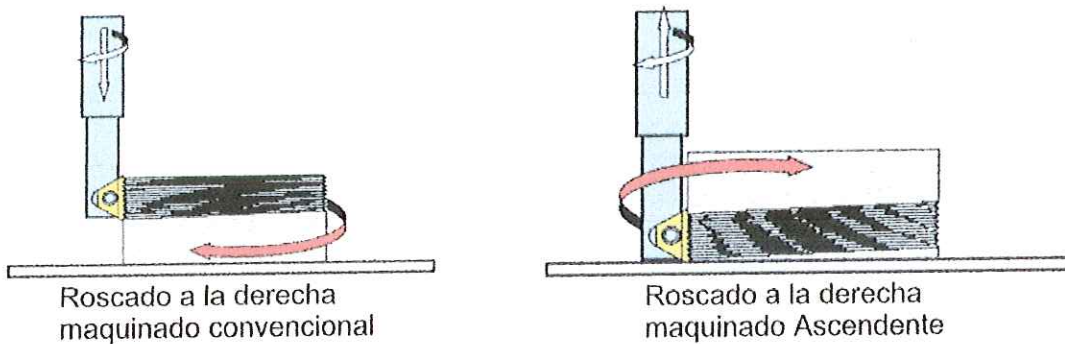
Posibles causas	Soluciones
Velocidad de avance muy altas.	Reducir el avance.
El perfil es muy profundo.	Ejecutar dos barridos.
Longitud del roscado es muy grande.	Ejecutar dos barridos

Precisión insuficiente en el roscado

Posibles causas	Soluciones
Pandeo de la herramienta	Reducir la velocidad de avance. Configurar la herramienta a cero

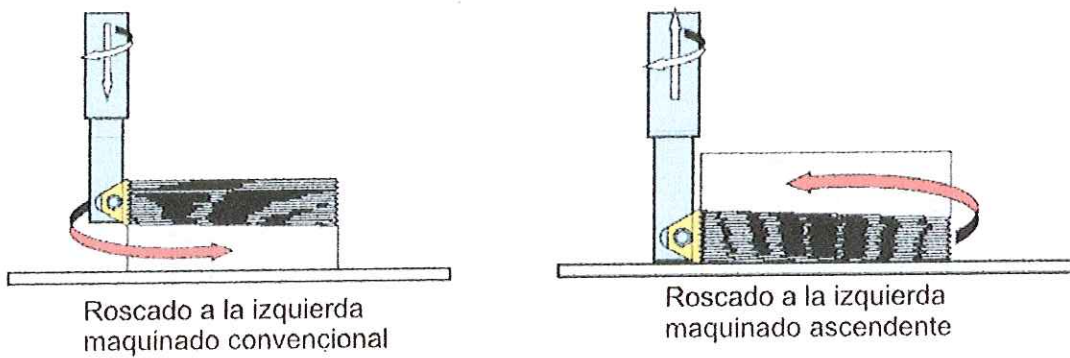
La dirección de trabajo dada por los siguientes métodos de trabajo. El maquinado es ascenso da como resultado en bajas fuerzas de corte, mejor remoción de viruta, alta calidad en la superficie de roscado y una larga vida útil del inserto. Este método debe ser utilizado cuando sea posible. Pero en algunos casos cuando los materiales son duros, los métodos convencionales son recomendados.

Figura 246. Método de roscado externo convencional y ascendente a la derecha



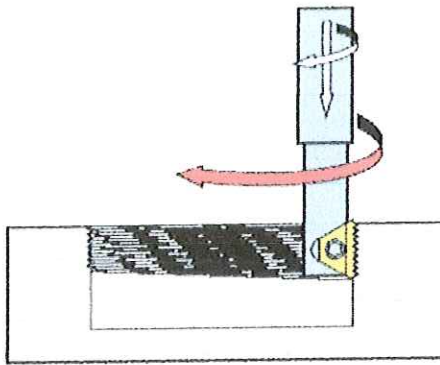
Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Figura 247. Método de roscado externo convencional y ascendente a la izquierda

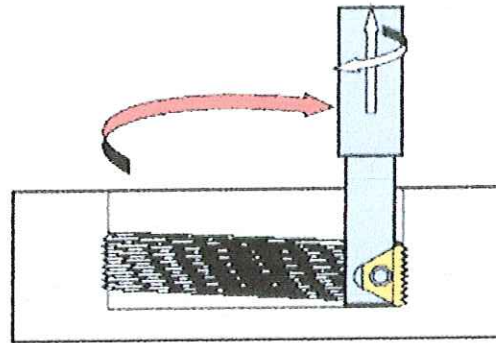


Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Figura 248. Método de roscado interno convencional y ascendente a la derecha



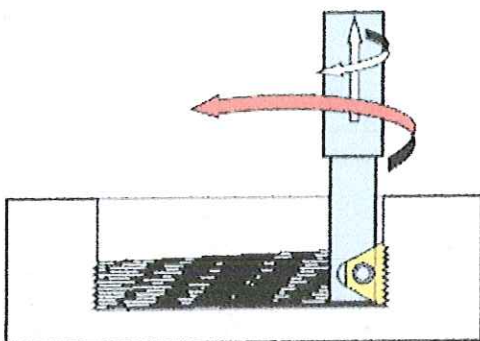
Roscado a la derecha
maquinado convencional



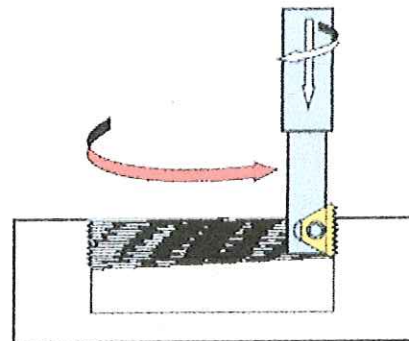
Roscado a la derecha
maquinado ascendente

Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Figura 249. Método de roscado interno convencional y ascendente a la izquierda



Roscado a la izquierda
maquinado convencional



Roscado a la izquierda
maquinado ascendente

Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

2.5 RAMPA, PLUNGE Y FACE

Diámetro de corte

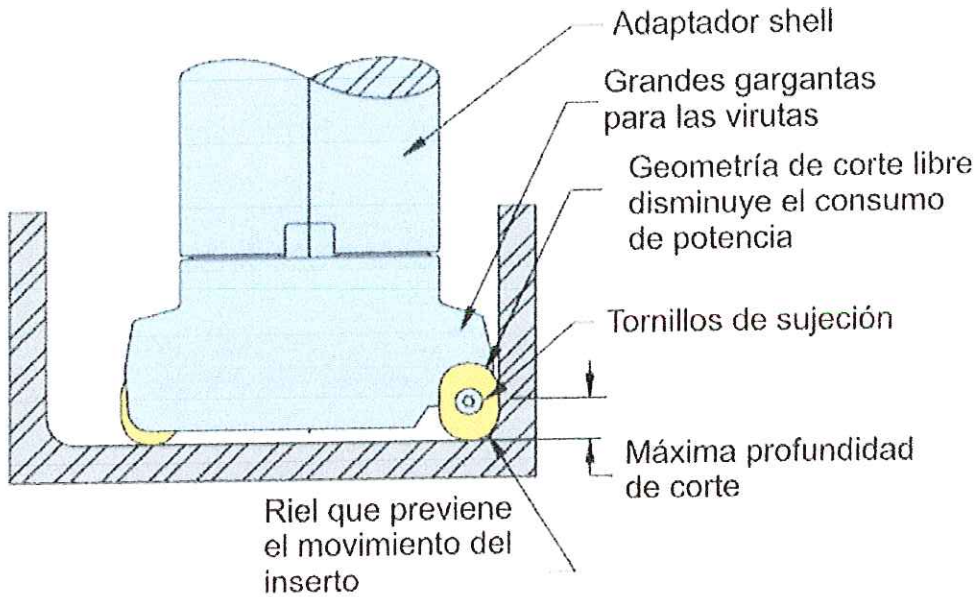
Es importante seleccionar la herramienta basada en la limitación de potencia de su maquina. Esto puede limitar la velocidad de avance y la profundidad de corte, incrementando el desgaste de la herramienta.

Tabla 9. Selección del diámetro según la potencia

Caballos de potencia	Diámetro de la herramienta
8 - 10.	1.00 to 1.50 (25 mm to 40 mm)
10 - 15.	2.0 (47 mm to 50 mm)
15 - 20	3.0 (64 mm to 84 mm)
20 - 30	4.0 (109 mm)
30+	6.0 (160 mm)

Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Figura 250. Herramienta de Rampa, plunge y face



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

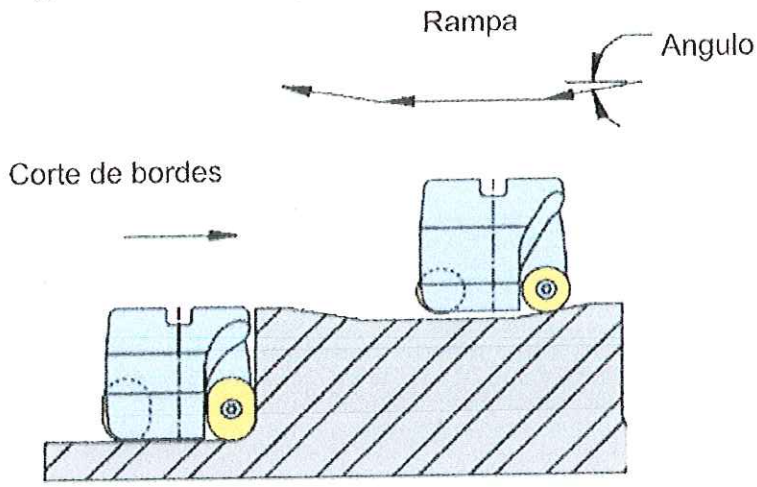
Refrigerante

El uso de refrigerante es recomendado para limpiar la viruta de la pieza de trabajo. Para las maquinas con capacidad de refrigerante a través del eje, se sugiere maquinar un agujero de 3 mm diámetro axialmente, dentro de el tornillo de retención. Esto permitirá que el refrigerante fluya de fondo de la cavidad hacia fuera, esta operación ayuda al maquinado de agujeros de diámetro pequeño y gran profundidad.

Adaptadores

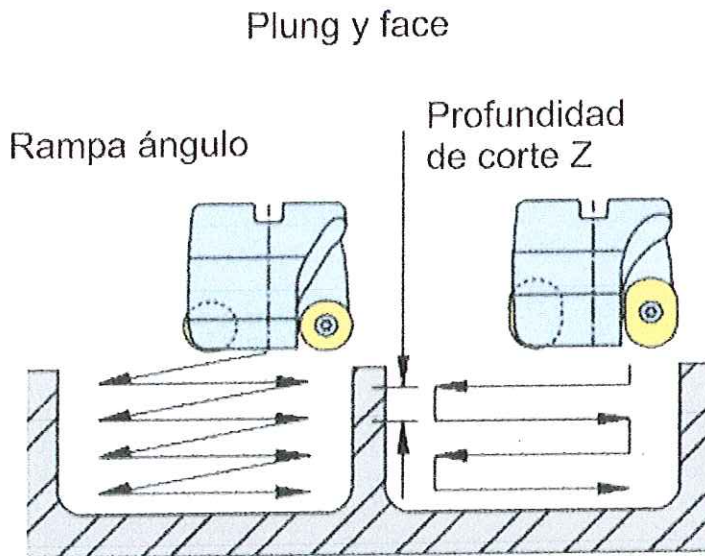
Para este tipo de herramientas, se debe usar el adaptador mas corto posible para alcanzar completamente toda la cavidad. Cuando se usa adaptadores tipo Shell, se debe verificar los diámetros piloto y el tamaño de las guías.

Figura 251. Bordos y Rampa



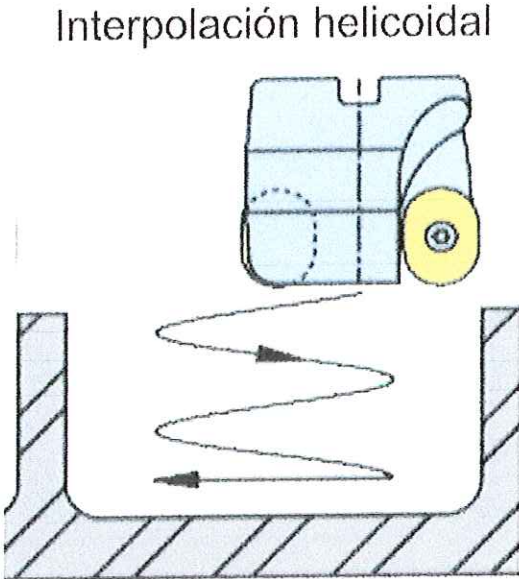
Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Figura 252. Plunge y Face



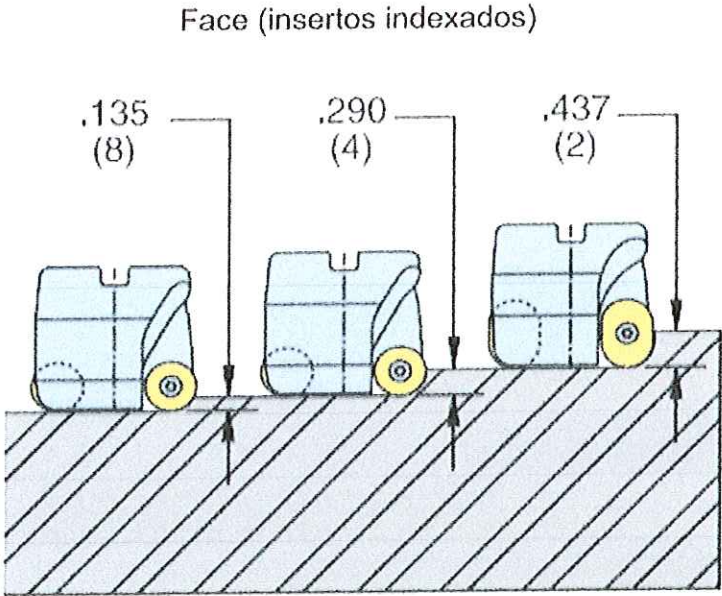
Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Figura 253. Interpolación helicoidal



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Figura 254. Face (insertos indexados de diferentes tamaños)



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Dirección del Toolpath

Se recomienda utilizar el método de ascendente para rampa, plunge y face especialmente cuando se maquinan materiales duros. Cuando la dureza no es un problema, maquinados convencionales pueden ser tolerados, pero es recomendado para todos los materiales.

Métodos de entrada

Cuando la cavidad es lo suficientemente grande en X o en Y, Se recomienda maquinar en rampa. Esta operación minimiza la resonancia y la posibilidad de maquinado duro.

Plunge en el eje Z

Usar plunge como la última opción de penetración de la pieza de trabajo. Para penetración en el eje Z es bueno programar 0.5 segundos de demora en cada 0.5 mm para reducir el consumo de potencia y fraccionar la viruta que se genera en la operación. Existen dos limitaciones en este método: la fluctuación constante de la carda de la viruta puede producir desgaste en el inserto e incrementar la dificultad de la operación. Aumenta el tiempo del ciclo.

Interpolación helicoidal

Este es el método preferido para entrar en la pieza de trabajo para la totalidad de profundidad. Interpolación helicoidal requiere solo una entrada y salida, a diferencia de la rampa que requiere múltiples salidas y entradas. Adicionalmente no se deben efectuar la demora en la operación. Como resultado de este proceso obtenemos un mejoramiento de la vida útil de la herramienta, aumento en la velocidad de remoción de metal y reduce el tiempo del ciclo.

Determinar el diámetro para usar una interpolación helicoidal

Usando la siguiente fórmula determinamos el diámetro para una interpolación helicoidal.

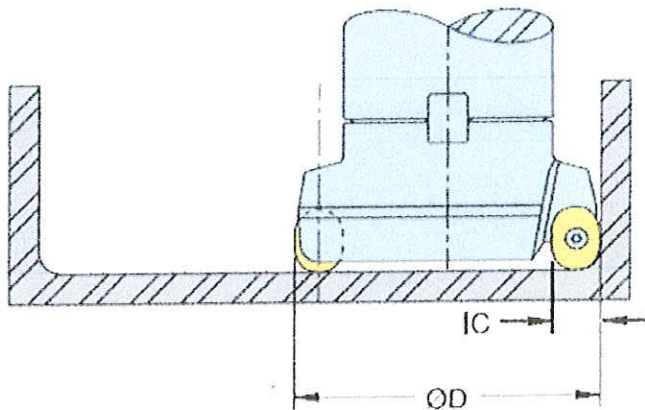
Para la generación de un fondo plano en la pieza de trabajo:

$$(2)D = (1)IC = \text{fondo.plano} \quad IC = \text{ancho del inserto}$$

Usando una herramienta de 3 pulgadas de diámetro, usando una herramienta KSSR-2.39.LF3.5-4

$$(2)3 = (1)0.625 = 5.375 \text{ Diámetro de fondo plano.}$$

Figura 255. Fondo Plano IC y D

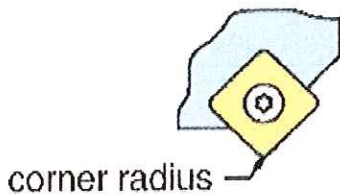


Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Acabado de superficie y la configuración de la esquina de corte

Los insertos tienen varias configuraciones en sus aristas de corte, un inserto con en forma de leva producirá un acabado mejor que un corner radius, pero a una velocidad de avance alta. O que un inserto de leva o facet producirá un mejor acabado de superficie que un inserto de radio de nariz (nose radio) a la misma velocidad de avance. Cuando se esta usando un inserto de radio de nariz, se debe reducir el nivel de velocidad el cual producirá un acabado aceptable. Esta acción también permite una carga de viruta en la herramienta aceptable. Una mínima carga de viruta por diente esta alrededor de 0.003. El avance por revolución no debe exceder el 80 por ciento de un inserto facet para obtener el mejor acabado. Un inserto de leva debe fijarse para sobre salir de la herramienta 0.00005 a 0.002. El uso de un buen refrigerante también puede mejorar el acabado de la superficie.

Figura 256. Corner Radius

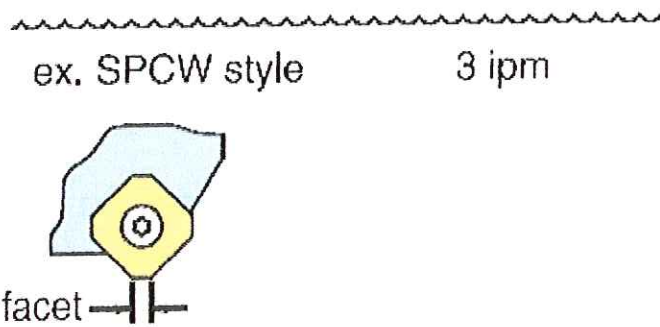


Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Genera una superficie (60 AA) 6" diámetro a 382 rpm

Facet

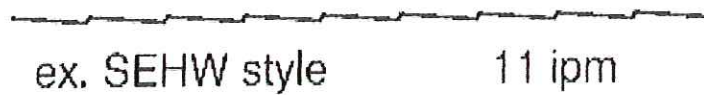
Figura 257. Facet



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

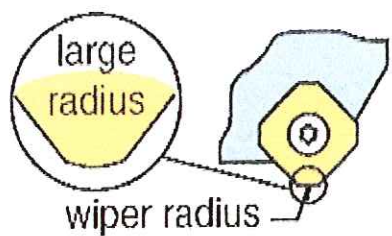
Genera una superficie (60 AA) 6" diámetro a 382 rpm

Figura 258. Facet finish



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Figura 259. Radio de Leva (wiper radius)



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Genera una superficie (60 AA) 6" diámetro a 382 rpm

Figura 260. Wiper radius finish



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

2.6 MAQUINADO DE CAVIDADES

La configuración de la parte dictamina algunas características requeridas para la selección de las herramientas como el diámetro o el número de canales:

- Rigidez, esta es una de las mas importantes cuando se usa una herramienta indexable o con carburo sólido.
- Método de sujeción, un adaptador para End mill es suficiente para herramientas HSS. Con una gran rigidez.
- Nivel de producción, bajas demandas de producción significan que las herramientas HSS son aceptables.
- Tiempo del ciclo, una tasa alta de remoción de metal puede ser lograda usando herramientas con insertos para desbastado.

- Evacuación de la viruta, Esta es una consideración importante cuando se selecciona herramientas HSS y carburo.
- Capacidad de remaquinado, No es necesario si usa una herramienta de insertos.
- Radio de corte, hay una gran variedad de estilos de insertos.
- Potencia, debe tener una potencia adecuada para mantener las revoluciones bajas.

Figura 261. Herramientas para maquinado de cavidades

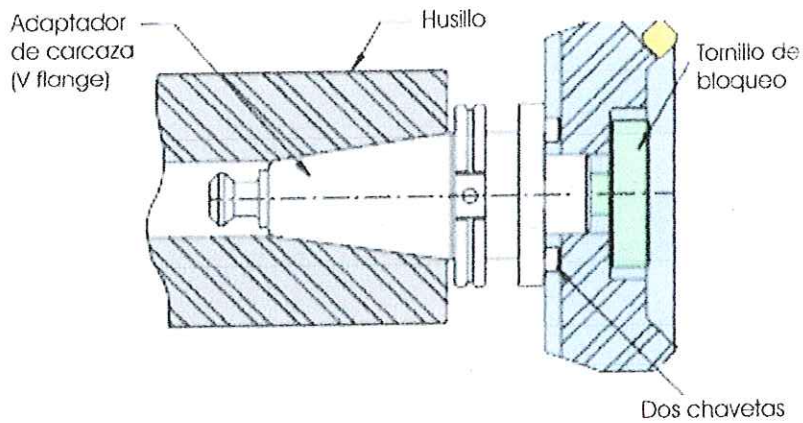


Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

2.7 ADAPTADORES

- Usualmente son utilizados con herramientas de seis pulgadas de diámetro o menos.
- Los cortadores son motados en pilotos y seguros.
- Es sujetado con un tornillo de bloque.

Figura 263. Adaptador V-flange (brida)

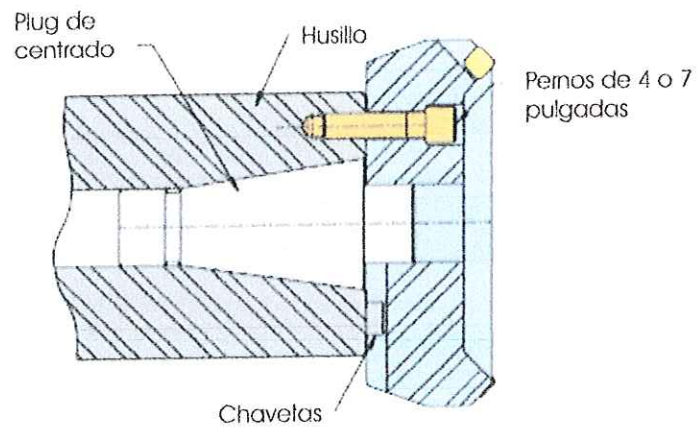


Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Montaje Flat back

- Usualmente son utilizados para herramientas de ocho pulgadas o mas.
- Es montada directamente en el husillo de la maquina.
- El montaje centra la herramienta en la línea central de husillo.
- La herramienta es sujeta por cuatro pernos de 4 a 7 pulgadas dependiendo del diámetro del cortador.

Figura 264. Montaje Flat Back

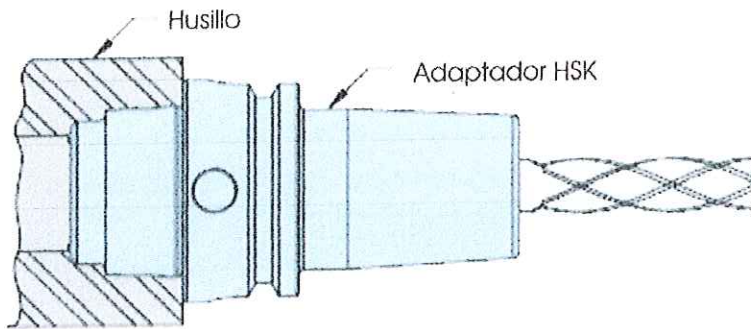


Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Montaje HSK

- Brida de contacto.
- Mayor rigidez y posicionamiento comparado con los montajes convencionales.

Figura 265. Adaptador HSK

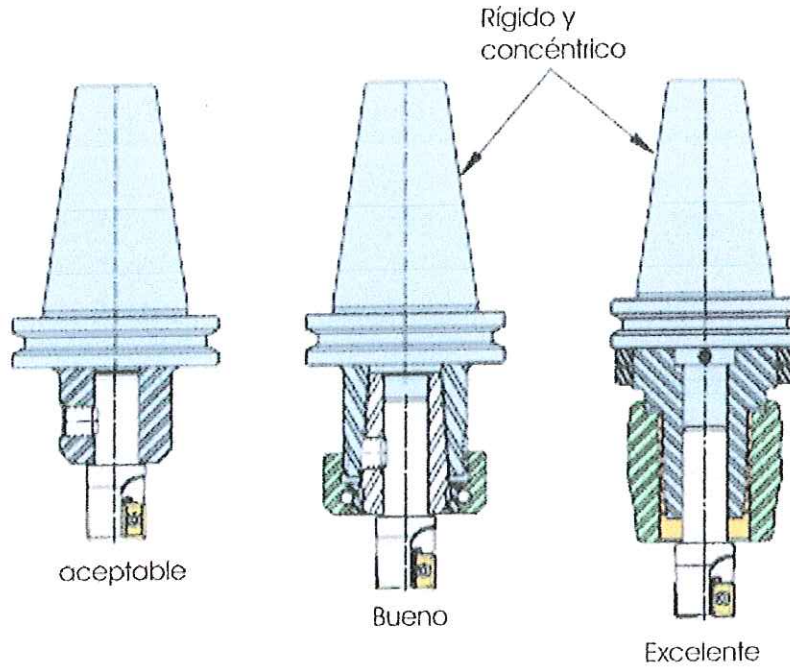


Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Adaptador para herramientas End mill

- Usadas comúnmente en las herramientas con mango.
- Para propósitos generales.
- La herramienta es sujeta con un tornillo de bloqueo.
- No es rígido ni preciso como un collar "TG".

Figura 266. Adaptadores para herramientas end mill

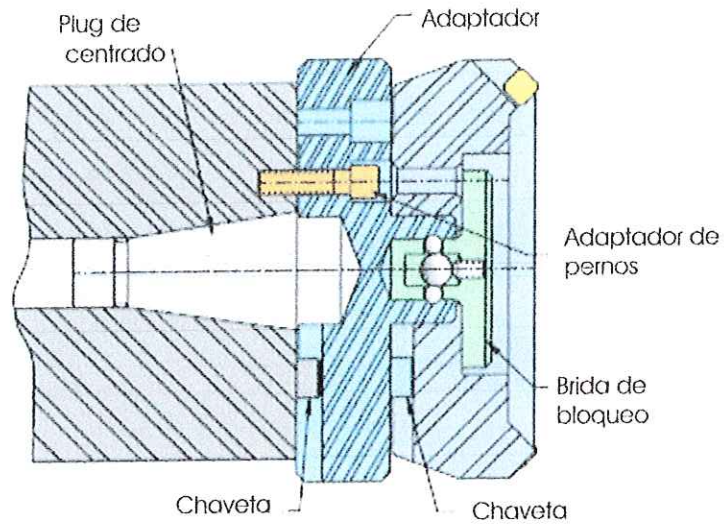


Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Montaje quick change (cambio rápido)

- Es usado principalmente para cambios rápidos de herramientas de diámetro ocho o más grandes.
- La herramienta es removida con dos vueltas y media de tornillo de boqueo.
- Usado para reducir el tiempo de cambio de la herramienta.
- Las hay en tres versiones Ball lock, KM y HSK.

Figura 267. Montaje quick change (cambio rápido)

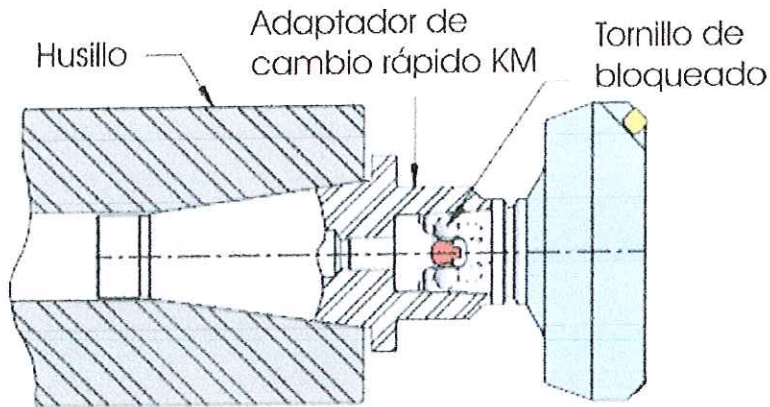


Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Montaje KM quick change (cambio rápido)

- Es un sistema modular de gran versatilidad.
- Con dos o una y media vueltas puede ser cambiada la herramienta.

Figura 268. Montaje KM cambio rápido

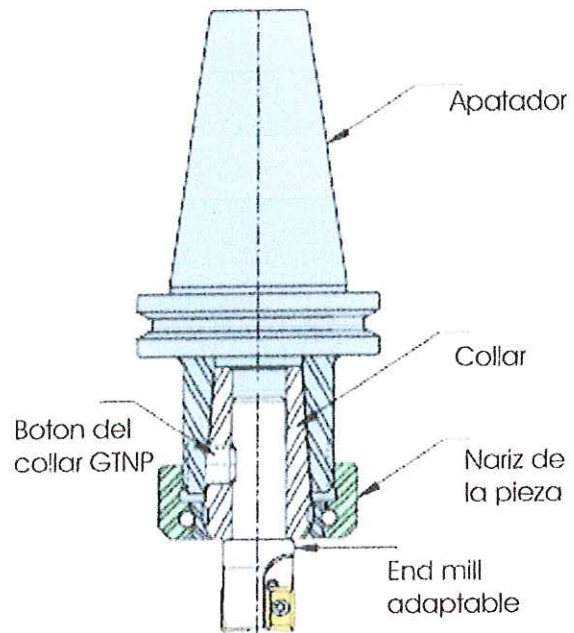


Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Adaptador con collar de sujeción

- Es usado para controlar el tambaleo del eje, proporcionando mejor concentricidad que los adaptadores de end mill.
- Reduciendo el tambaleo se mejora el acabado de la parte y se controla su tamaño.
- Estos adaptadores usan un collar de un ángulo que produce una gran fuerza para sostener la herramienta.

Figura 269. Adaptador con collar de sujeción

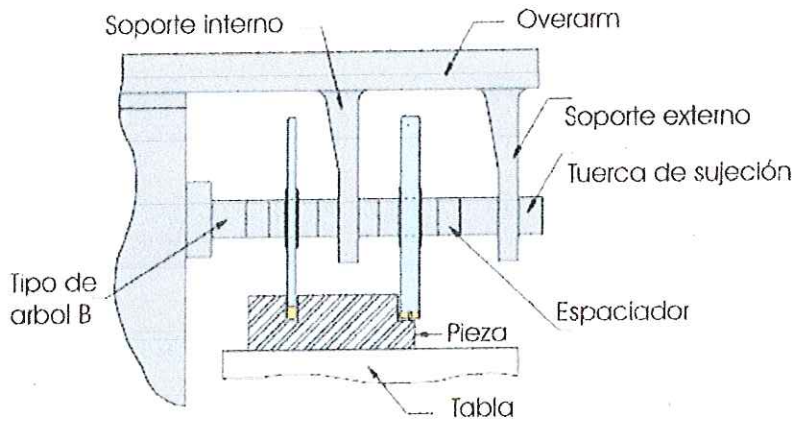


Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Herramienta de ranurado en montaje de árbol

- Para maquinas especificas.
- Este montaje tiene la capacidad de sujetar varias herramientas.
- Rígido con soporte tipo overarm.

Figura 270. Montaje de árbol

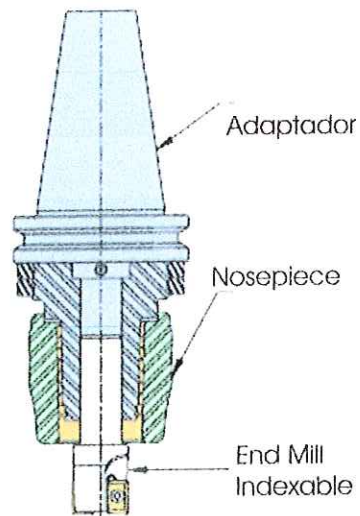


Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Adaptador Powergrip

- Tiene la mejor concentricidad que cualquier otro adaptador de para mango.
- Ofrece el más seguro agarre de cualquier herramienta cuando penetra el material, incrementando la vida útil de la herramienta.
- Ofrece excelente rigidez.
- Es ideal para ser utilizada en maquinas de alta velocidad.

Figura 271. Adaptador powergrip

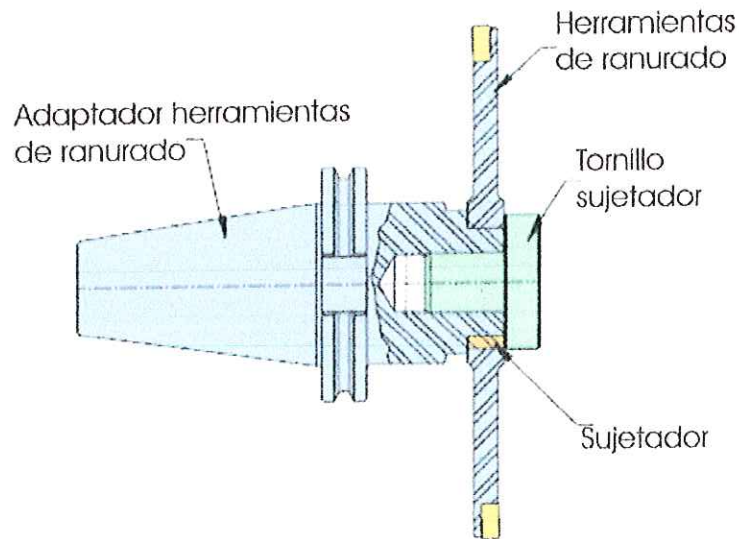


Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Adaptador de herramienta de ranurado

- Usado en centro de mecanizado.
- Elimina configuraciones adicionales.
- No es tan rígido como un montaje de árbol con soporte de overarm.

Figura 272. Adaptador de herramienta de ranurado



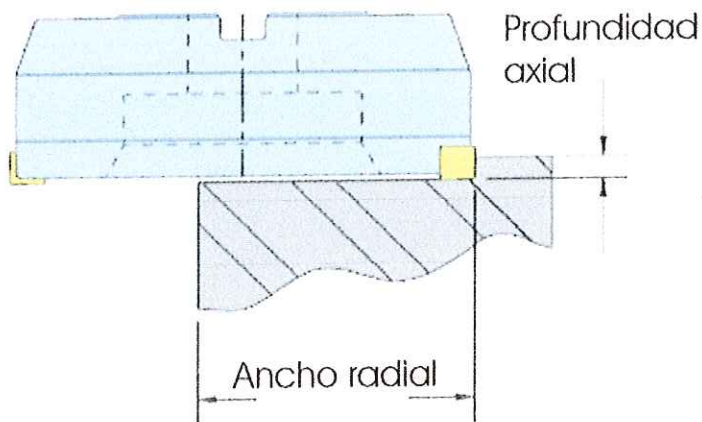
Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

2.8 TIPOS DE CORTE

Profundidades de corte axial y radial en face mills

En una operación de face mill el ancho radial y la profundidad axial puede variar dependiendo de estilo de herramienta que se este usando. Cuando se realiza el maquinado de una cara, el ancho radial y la profundidad axial de corte es medido como se muestra en la figura.

Figura 273. Ancho radial y profundidad axial face mills

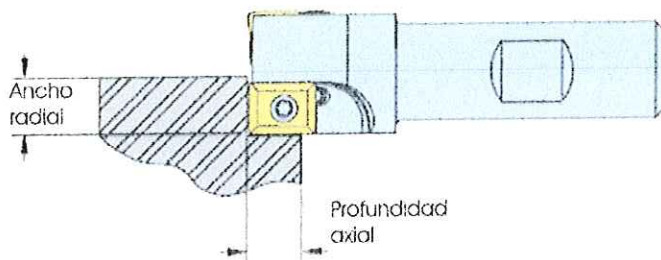


Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Profundidades de corte axial y radial en end mill

En una operación de end mill el ancho del corte radial es medido paralelamente desde la cara del inserto hasta la parte superior de la pieza relativa al diámetro de la herramienta. La profundidad axial inferior de la herramienta hasta la parte superior de la pieza relativo a la longitud de la herramienta.

Figura 274. Profundidades de corte axial y radial en end mill

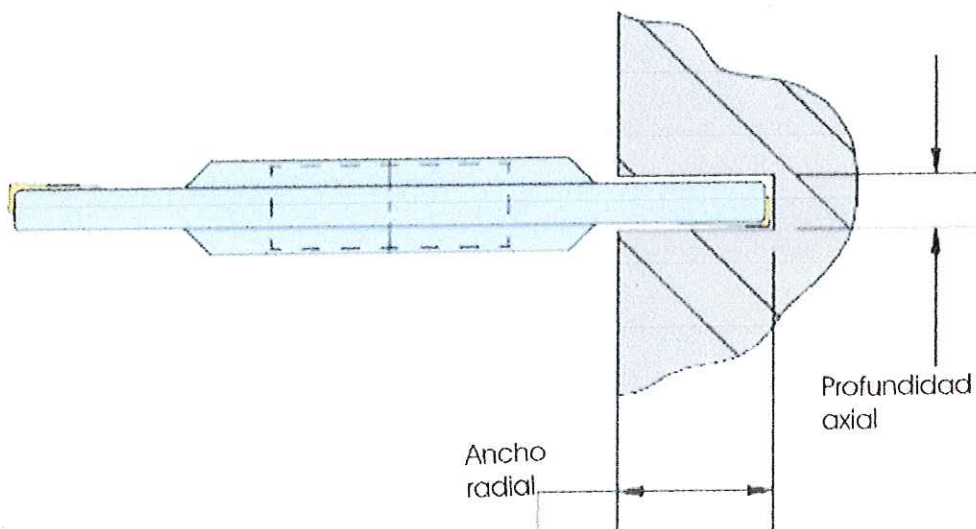


Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Profundidades de corte axial y radial en slotting (ranurado)

En la operación de ranurado, el ancho axial de corte es el mismo que el ancho de la ranura de la herramienta, mientras que la profundidad radial de la herramienta es medida del diámetro de la herramienta (la parte del diámetro que se inserta en la pieza en la operación) perpendicularmente a la línea central de la herramienta.

Figura 275. Profundidades de corte axial y radial en ranurados

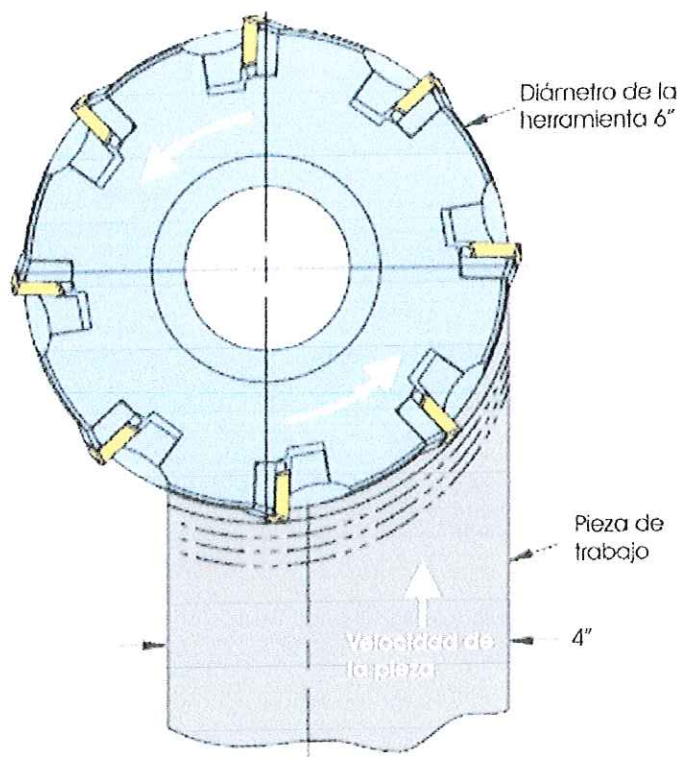


Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Díámetro de corte

Para seleccionar el diámetro de la herramienta de face mill pueden ser determinadas por la dimensiones de la pieza. El radio de la herramienta debe ser mínimo de 1 1/2 veces el ancho de la pieza. Por ejemplo si el radio de la herramienta es cuatro pulgadas, usted debe escoger el diámetro de la herramienta de seis pulgadas.

Figura 276. Diámetro deseable

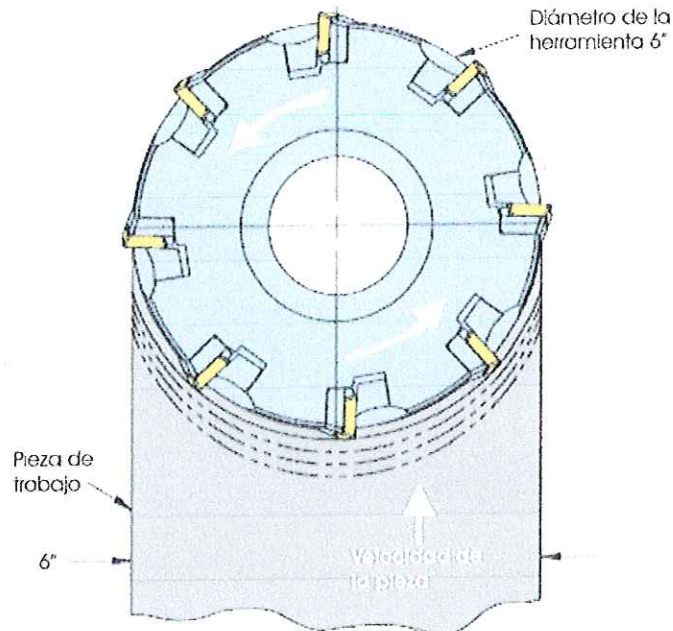


Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Si el tamaño de la pieza excede el tamaño de las herramientas normales, seleccione una herramienta que cumpla con las capacidades del eje y realice varios barridos en la pieza. Por ejemplo si el ancho de la pieza es de 24 pulgadas usted puede usar una herramienta que tenga un diámetro de 8 pulgadas y realizar 5 barridos que serían menos de 5 pulgadas por barrido, también se pueden realizar cuatro barridos de 6 pulgadas cada una, esto depende de los caballos de potencia y de la rigidez. Una situación indeseable es cuando el diámetro de la herramienta es igual al ancho de la pieza a cortar. La viruta que se empieza a formar en la entrada y salida de la herramienta será muy delgada. Esta viruta delgada, no puede disipar tanto calor como la viruta que es más gruesa. De esta

manera el calor es transferido al inserto causando fallas prematuras en el filo de la herramienta.

Figura 277. Diámetro indeseable

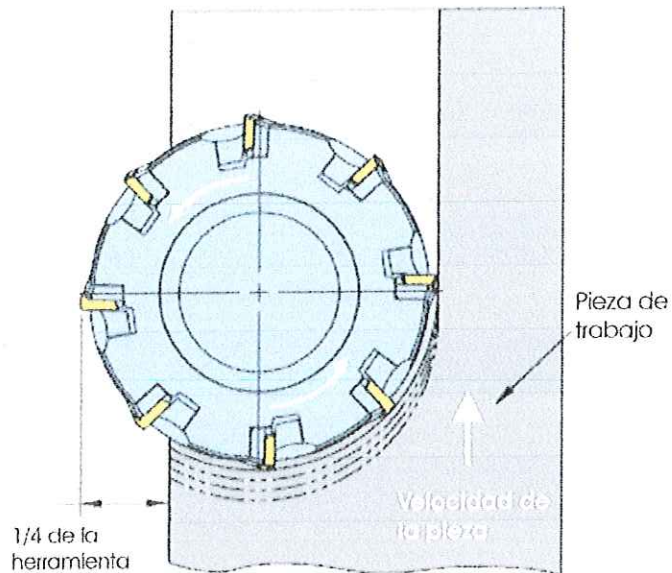


Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Cuando la herramienta ideal no esta disponible, realizando unos movimientos adecuados de la herramienta obtenemos buenos resultados.

- La posición de la herramienta con aproximadamente $\frac{1}{4}$ de el cuerpo de la herramienta por fuera de la pieza de trabajo y realizando dos barridos.
- Producir ángulos negativos de entrada (deseable).
- Puede aumentar la vida útil de la herramienta.

Figura 278. Herramienta en la posición deseable



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

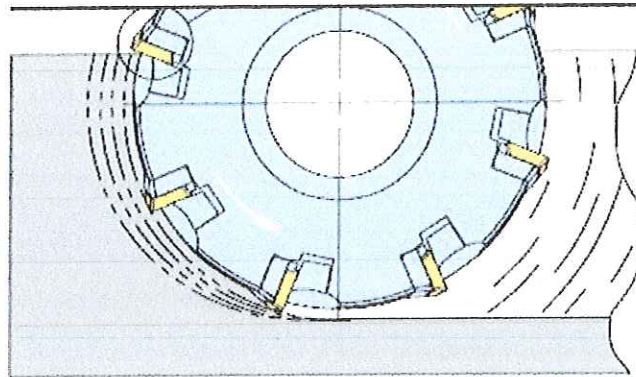
Ángulo de entrada

El ángulo de entrada es determinado por la posición de la línea central de la herramienta, relativa al borde de la pieza de trabajo.

Ángulo negativo de entrada

Un ángulo negativo de entrada es recomendado cuando el inserto hace contacto con la pieza de trabajo. Siendo este, el punto más fuerte del cortador en su arista. El ángulo negativo reduce en el inserto el deterioro y permite velocidades de avance altas en los materiales duros.

Figura 279. Angulo de entrada negativo

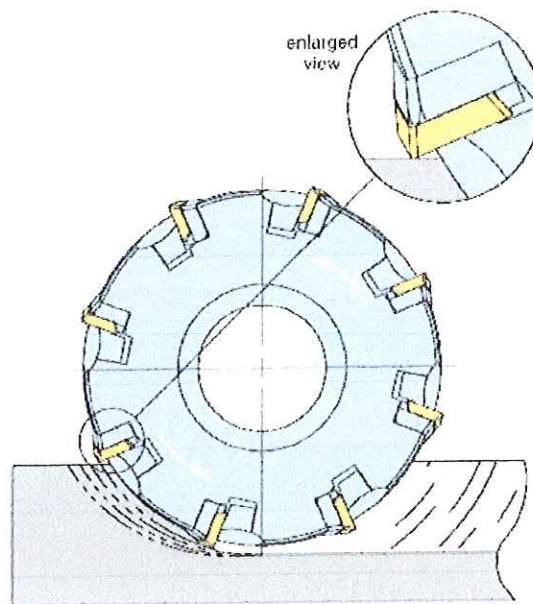


Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Ángulo positivo de entrada

El inserto hace contacto con la pieza de trabajo en este punto débil, en lo cual resultaría en el deterioro del inserto. Por consiguiente, el ángulo de entrada positivo del inserto no es recomendado. Si usted debe realizar la operación con un ángulo de entrada positivo, debe considerar el aumento de la arista de corte del inserto con el uso de un inserto T-land o esmerilarlo para incrementar la fuerza del inserto. Los ángulos positivos pueden ser usados en materiales blandos o hierro fundido.

Figura 280. Ángulo de entrada positivo

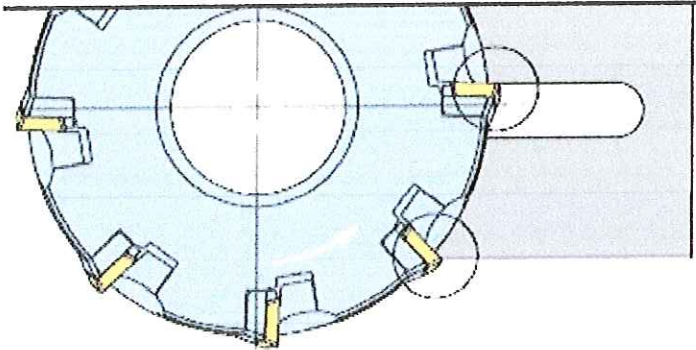


Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Cambio constante del ángulo de entrada.

El ángulo de corte puede variar en operaciones con interrupciones, así como también cuando se mueve de adentro hacia afuera. El ángulo negativo de entrada es recomendado. Sin embargo podrían actuar ángulos positivos de entrada, usando herramientas con más carburo, para aumentar la resistencia al choque. Como una regla, el centro del cortador debe ser mantenido con respecto a la pieza de trabajo, esto se garantiza con un ángulo negativo de trabajo.

Figura 281. Angulo de entrada variable



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

2.9 GEOMETRÍA DEL INSERTO

La geometría del inserto es determinada por varias variables.

- Configuración de la parte
- Profundidad de corte y relación de los ángulos principales.
- El ángulo principal afecta el grosor de la viruta.
- La geometría de la esquina del inserto y la preparación de la arista de corte.
- El acabado.

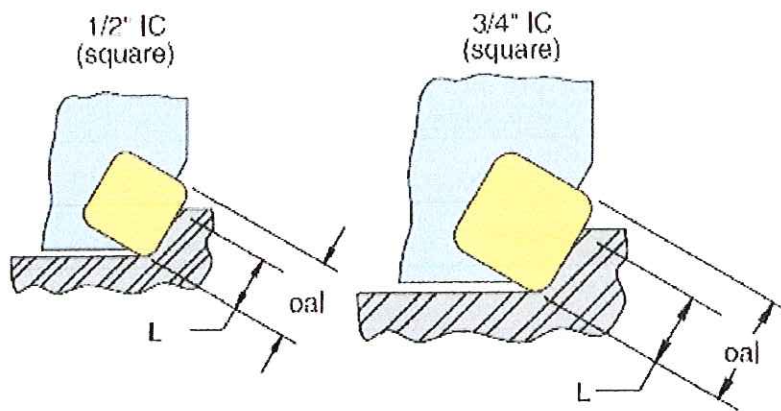
Configuración de la parte

El factor principal que rige la selección de un inserto es la configuración de la parte o la forma. Si la pieza requiere maquinados con bordes a 90° , la herramienta y el inserto deben estar limitados a estos parámetros y debe seleccionar un ángulo principal de 0° , pero si no se tiene esa limitación, se tiene una gran variedad de insertos de 15° , 20° , 30° y 45° como ángulo principal.

Profundidad de corte y tamaño del inserto

La profundidad de corte, también afecta en la selección del inserto. La regla general para la selección del tamaño del inserto es siempre usar el inserto con el menor IC (Circulo grabado) posible. En algunos casos, donde gran cantidad de material debe ser removida, una herramienta con un inserto de IC $\frac{3}{4}$ es una selección lógica si el material puede ser removido en un barrido.

Figura 282. La profundidad de corte debe ser $\frac{2}{3}$ el oal

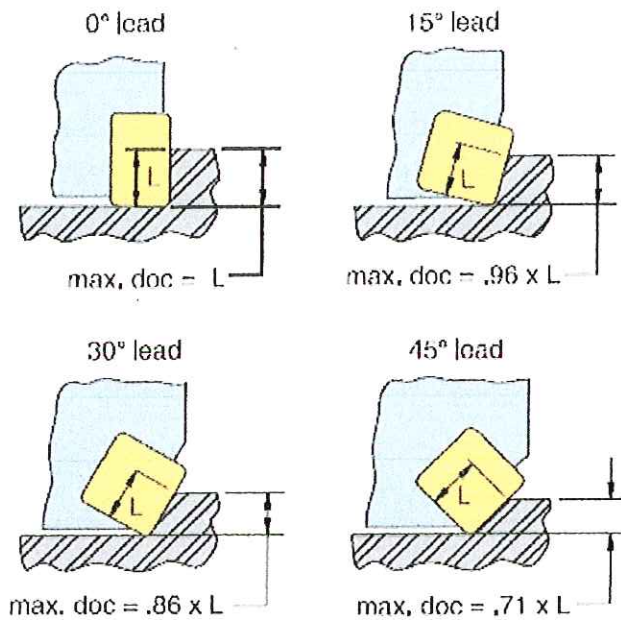


Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Ángulo Principal afecta en la profundidad de corte

Los ángulos principales positivos tienen efectos positivos en el grosor de la viruta, la presión de corte y la vida útil de la herramienta. Estos ángulos pueden ser usados cuando la pieza do debe realizar un borde recto. La longitud máxima de L debe ser $\frac{2}{3}$ del total de la arista de corte.

Figura 283. Ángulos Principales más comunes

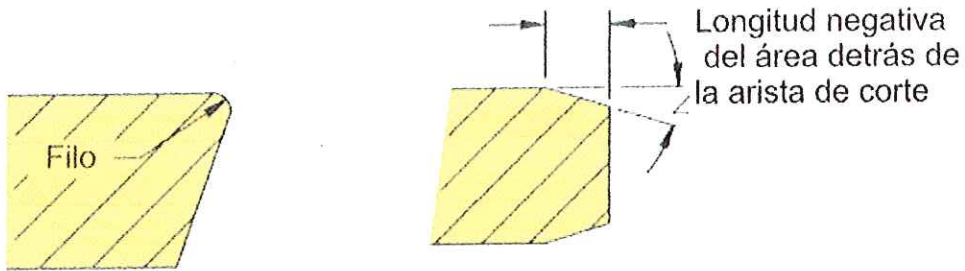


Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Preparación de la arista de corte

La preparación de la arista de corte del inserto es importante. Debe tener en cuenta el afilado, el despunte y el área detrás de la arista de corte (land) o la combinación del despunte y el área detrás de la arista de corte pueden disminuir el costo e incrementar la vida útil de la herramienta.

Figura 284. Filo y área detrás de la arista de corte



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Tabla 10. Tipos de filo

Designación de Filo	Filo
tipo 1	0.001 - 0.002
tipo 2	0.002 - 0.004
tipo 3	0.004 - 0.006

Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Tabla 11. Arista de corte

\angle	Longitud área detrás de la arista de corte
10°	0.003 minimum
15°	0.003 minimum
20°	0.003 minimum
30°	0.003 minimum
45°	0.003 minimum

Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

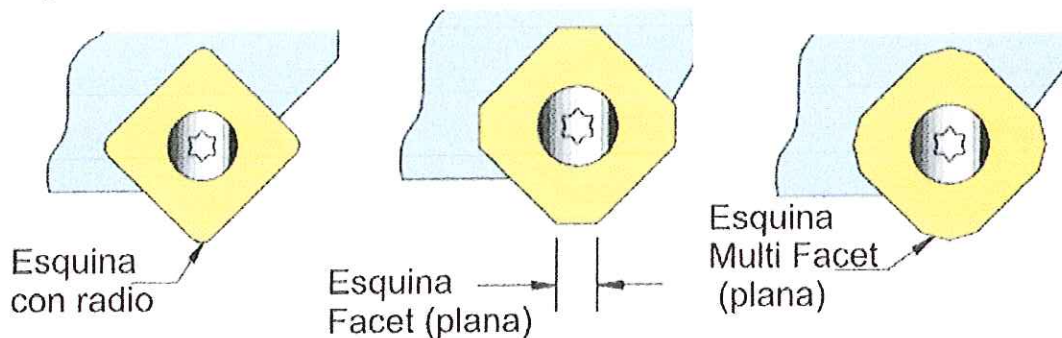
Un inserto afilado es más frágil, pero ofrece excelentes ventajas en el maquinado, reduce el impacto al entrar en la pieza y es excelente para materiales no ferrosos.

La otra preparación es el despunte. Esta es una de las operaciones mas comunes para incrementar el grado de fortaleza de la punta. Por ejemplo un despunte de 0.0005 – 0.0020 incrementa la presión de corte ligeramente, pero la fortaleza es incrementada significativamente. Esto ayuda a proteger la herramienta durante las constantes interrupciones en el proceso de maquinado.

Geometría de la esquina del Inserto

En operaciones de maquinado hay una gran variedad de geometrías en la esquinas del los insertos. Las geometrías más comunes son de radio y de plano. Usar un inserto con radio en vez de uno plano (facet) tiene sus ventajas. Este puede ser usado en herramientas de dos direcciones y puede generar radios en la parte sin necesidad de más operaciones. Un inserto con un radio plano es común solo en geometrías de corte específicas. Un inserto de esquina multifacet (múltiples planos), este inserto puede ser usado en ambas direcciones con un ángulo dado.

Figura 284. Geometría de los insertos



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Principales ángulos y fuerzas de corte en la pieza de trabajo

Las fuerzas que se producen durante el proceso de maquinado están cambiando constantemente con los movimientos del inserto a través del corte. Entendiendo la relación de estas fuerzas, nos ayudara a garantizar una operación segura para prevenir el movimiento en la pieza de trabajo durante el maquinado. Por ejemplo, algunos aditamentos son diseñados y posicionados para las fuerzas producidas en el maquinado. Igualmente importante es entender el efecto del ángulo principal de corte sobre las fuerzas de corte, el grosor de la viruta y la vida útil de la herramienta.

Angulo de 0º

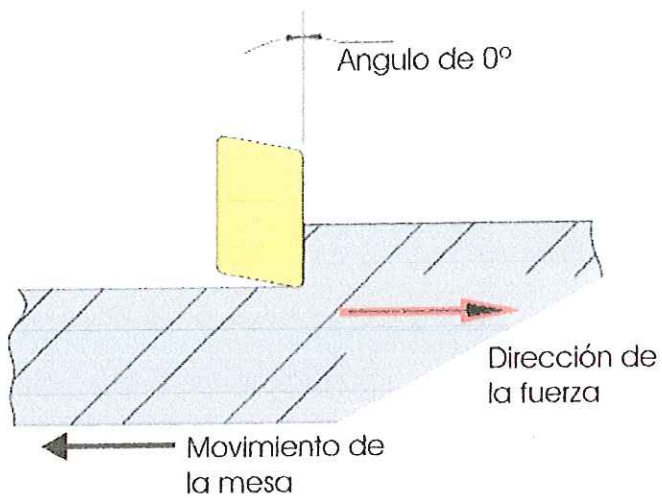
Ventajas

- Cuando una arista de 90º es requerida
- Para trabajar en piezas delgadas.

Desventajas

- Altas fuerzas radiales de corte.
- Alta carga de material a cortar.
- Crece la posibilidad de crear rebaba en las partes donde el inserto sale.

Figura 285. Angulo 0



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Angulo 15° y 20°

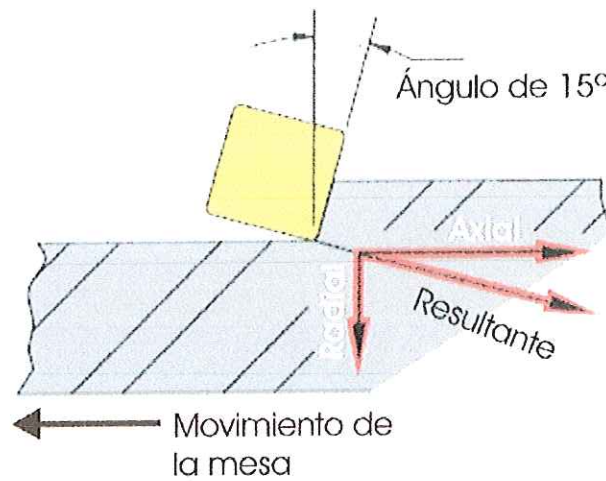
Ventajas

- Para operaciones en general, con condiciones de relativa rigidez.
- Buena relación de tamaño del inserto y la profundidad máxima de corte.
- Reduce la carga de choque a la entrada del inserto al material.

Desventajas

- Altas fuerzas radiales pueden causar problemas en las partes mas débiles de la maquina, la pieza de trabajo o el los aditamentos de sujeción.

Figura 286. Angulo de 15°



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Angulo de 45°

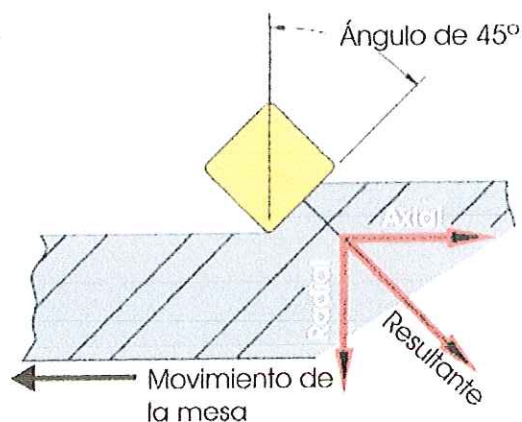
Ventaja

- Tiene un buen balance de las fuerzas de corte axial y radial.
- Menor rompimiento de las esquinas de la pieza de trabajo.
- Minimiza el choque a la entrada de la herramienta.
- Reduce la fuerza radial, inducida directamente en los rodamientos del eje.
- Más alta la velocidad de corte de la pieza.

Desventajas

- Se reduce la profundidad máxima de corte.
- Incrementar el diámetro puede causar problemas en la distancia con los aditamentos.

Figura 287. Angulo de 45



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Angulo y grosor de la viruta

El grosor de la viruta es afectado por el ángulo del inserto. Un tamaño grande del ángulo, produce viruta de un pequeño grosor, esto es distribuido sobre una gran longitud de la arista de corte. Para conseguir gran productividad y libre de problemas, usted debe usar un ángulo de corte cuando le sea posible.

Tabla 12. Angulo vs. Grosor de la viruta

Ángulo (grados)	Pulgadas x diente	Tamaño de la viruta B
0	A	A
15	A	0.96xA
20	A	0.94xA
30	A	0.86xA

45	A	$0.707 \times A$
----	---	------------------

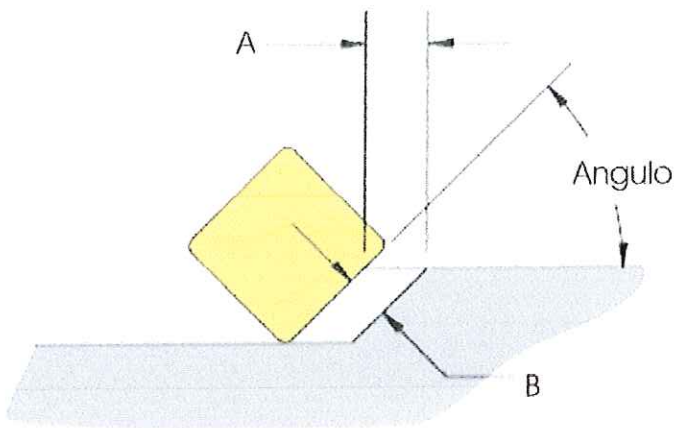
Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Tabla 13. Angulo vs. Grosor de la viruta

Ángulo (grados)	Pulgadas x diente	Tamaño de la viruta B
0	0.01	0.01
15	0.01	0.0096
20	0.01	0.0094
30	0.01	0.0086
45	0.01	0.0071

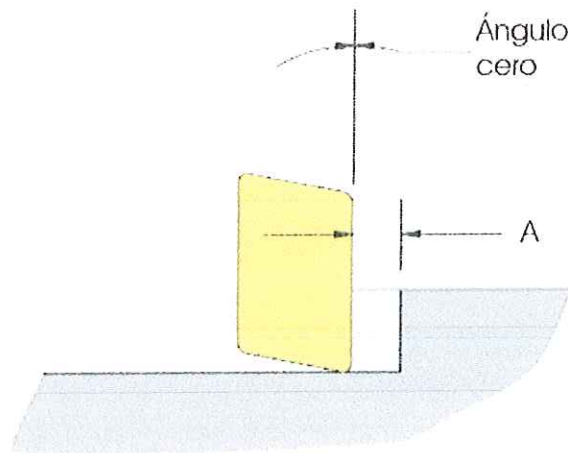
Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Figura 288. Ángulo vs. viruta con un grado de inclinación diferente de cero



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

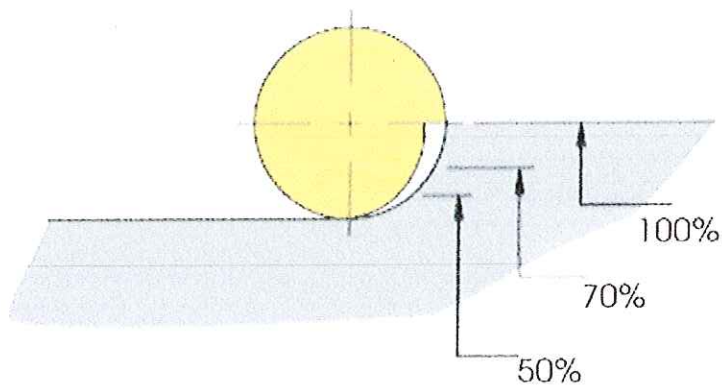
Figura 289. Ángulo vs. viruta con un grado de inclinación igual cero



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Cuando tenemos una herramienta de forma redonda, la viruta que se forma varía con la profundidad de corte.

Figura 290. Herramienta redonda – grosor de la viruta



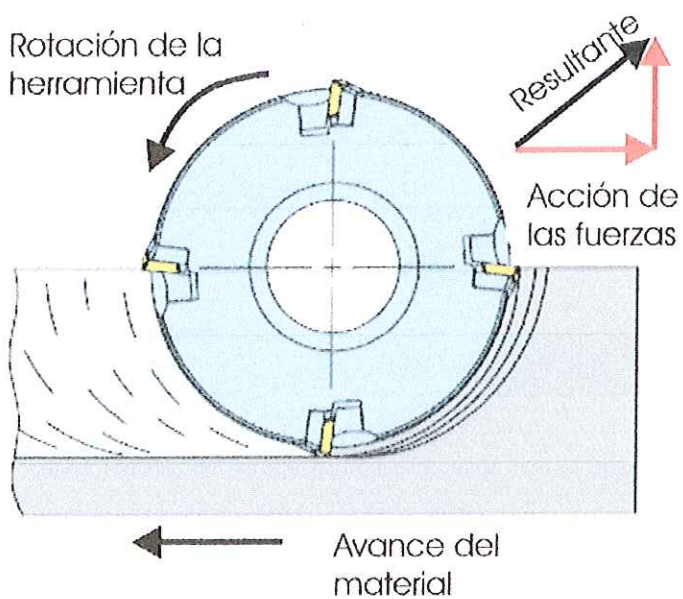
Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

2.10 FUERZAS

Maquinado convencional

Por mucho tiempo fue común practicar el maquinado en contra de la dirección de avance, debido al uso de herramientas de aceros rápidos y la ausencia de ciertos dispositivos. El procedimiento de mecanizado es conocido como convencional. En el mecanizado convencional, la fricción ocurre cuando el inserto entra al material, resultando en una soldadura y una disipación de calor en el inserto y la pieza de trabajo. Las fuerzas resultantes en maquinado convencional son contra la dirección de avance de la pieza.

Figura 291. Maquinado convencional



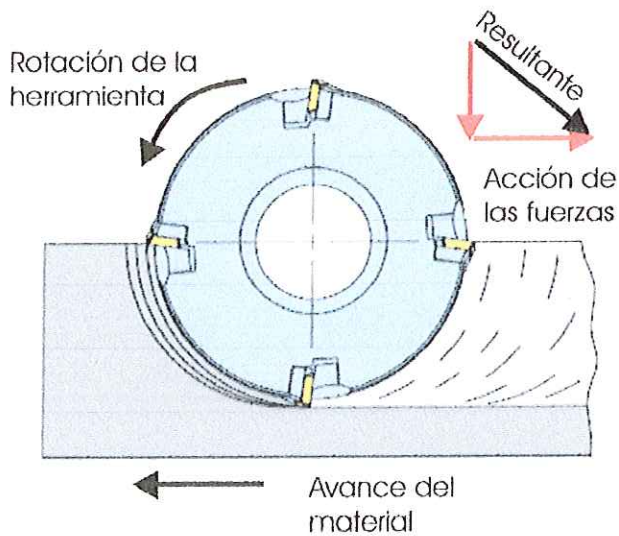
Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Maquinado descendente

Este tipo de maquinado es recomendado normalmente. El inserto entra al material con alguna viruta y produce una viruta tan fina como en la salida de la pieza. Esto produce una disipación de calor al ser disipado en las virutas desprendidas. El esfuerzo en el trabajo se reduce.

El maquinado descendente, las fuerzas tienden a empujar la pieza hacia los dispositivos de sujeción y en la dirección de avance. Este tipo de maquinado es preferido en muchas situaciones que el mecanizado convencional.

Figura 292. Maquinado descendente



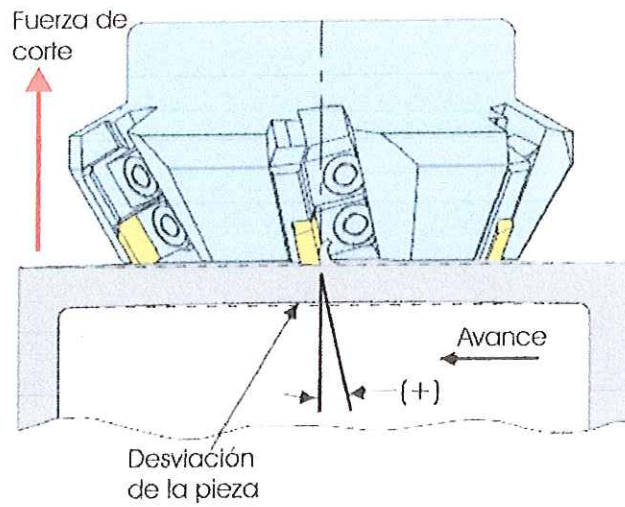
Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Ángulo de inclinación / fuerza de corte

La inclinación de los ángulos de corte, también afectan la dirección de la fuerzas de corte.

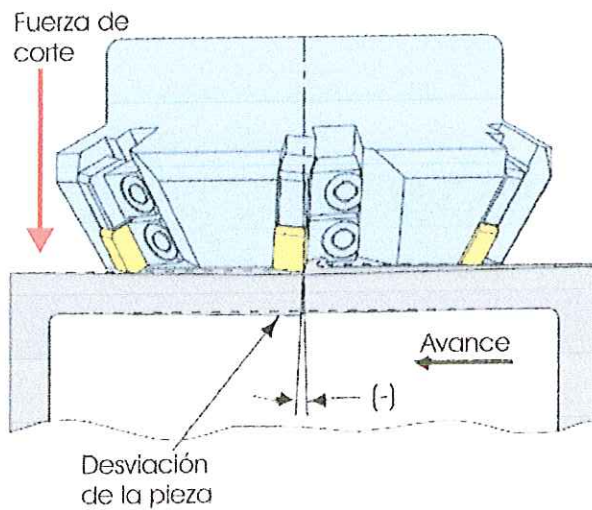
- Inclinaciones positivas tienden a levantar la pieza.
- Inclinaciones negativas tienden a empujar la pieza.

Figura 293. Inclinación positiva la pieza se deforma en dirección ascendente



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Figura 294. Inclinación negativa la pieza se deforma en dirección descendente

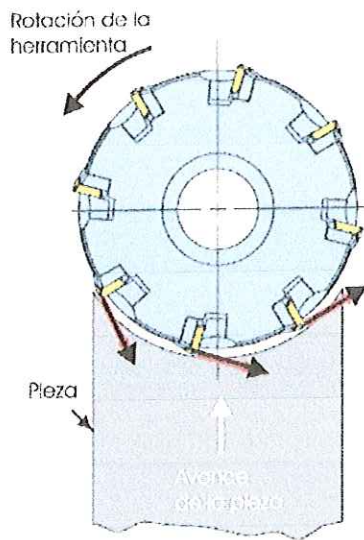


Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Posición del cortador / Fuerza de corte

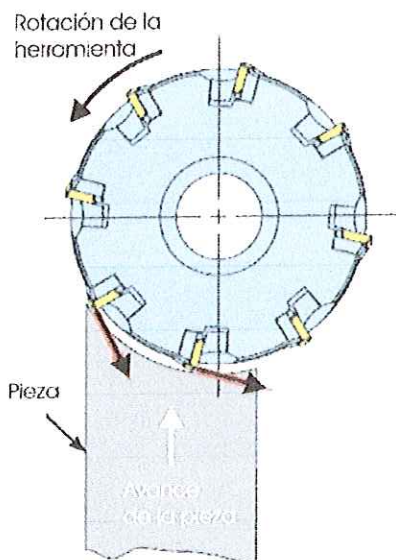
Las fuerzas de corte están constantemente cambiando con los movimientos del inserto a través del de la pieza. Este cambio de posición, puede redireccionar las fuerzas de corte. Esto es importante para asegurar una operación segura basada en los aditamentos de sujeción, diseño de la pieza de trabajo y la pieza de trabajo.

Figura 295. Fuerza de corte y posición de la herramienta



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Figura 265. Fuerza de corte y posición de la herramienta



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

2.11 GEOMETRÍAS DE LAS HERRAMIENTAS DE CORTE

Inclinación doble positivo

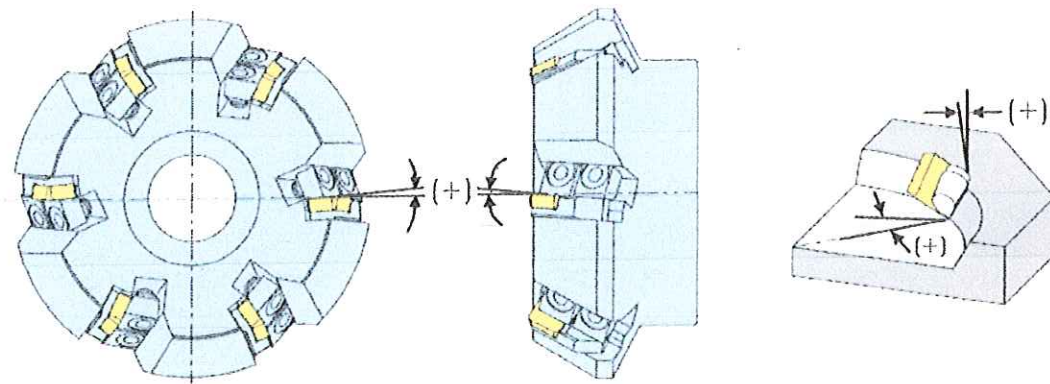
Herramientas con doble inclinación positiva presentan las siguientes características:

- Inclinación positiva radial y axial.
- Libre acción de corte.
- Las virutas son directamente levantadas y eliminadas fuera de la pieza de trabajo.
- Recomendado para materiales duros.
- Una acción eficiente de corte.
- Menor consumo de potencia.
- Puede ser usado efectivamente en materiales no ferrosos, acero inoxidable y hierro fundido.
- Reduce la presión de corte, reduce las temperaturas de corte y el trabajo pesado, de esta manera se reduce la deformación en el material dando un mejor acabado.
- La doble inclinaciones positiva es benéfica, cuando la sujeción de la parte es difícil.

Limitaciones

- Su débil acción de corte
- Tiende a levantar la pieza de trabajo.
- El numero aristas de corte por inserto es limitada a cuatro o menos, excepto en los insertos redondos y de octágono.

Figura 296. Inclinación doble positivo



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Inclinación doble negativa

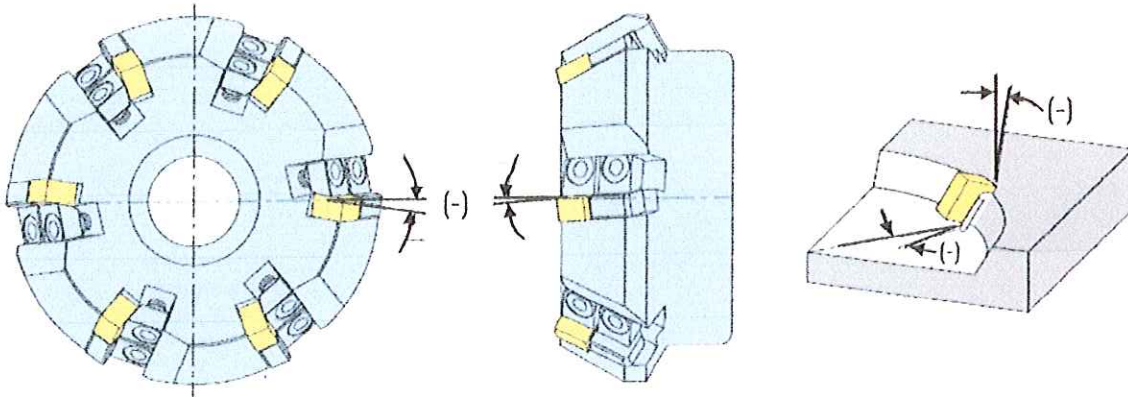
La geometría de una herramienta de doble inclinación negativa presenta las siguientes características:

- Inclinación negativa radial y axial.
- Económica (usando ocho aristas de corte) cuando se tenga una buena maquina y la pieza este bien sujeta.
- Este tipo de herramientas buena, cuando alta velocidad de avance es requerida.
- Cuando se necesitan fuertes aristas de corte en el punto de contacto de la pieza de trabajo
- Produce una fuerza de corte alta (requiere máxima rigidez en la pieza de trabajo).
- Las virutas son dirigida hacia la superficie de maquinado.

Limitaciones

- No es recomendado para materiales duros.
- Altas fuerzas de corte requeridas.
- Se incrementa la fuerza de choque con el material.
- Mayor potencia requerida.
- Altas temperaturas de corte.
- Incrementa la posibilidad de deformación de la pieza.

Figura 297. Inclinación doble negativo



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Inclinación variada Negativo/positivo

La geometría de una herramienta de doble inclinación variada, presenta las siguientes características:

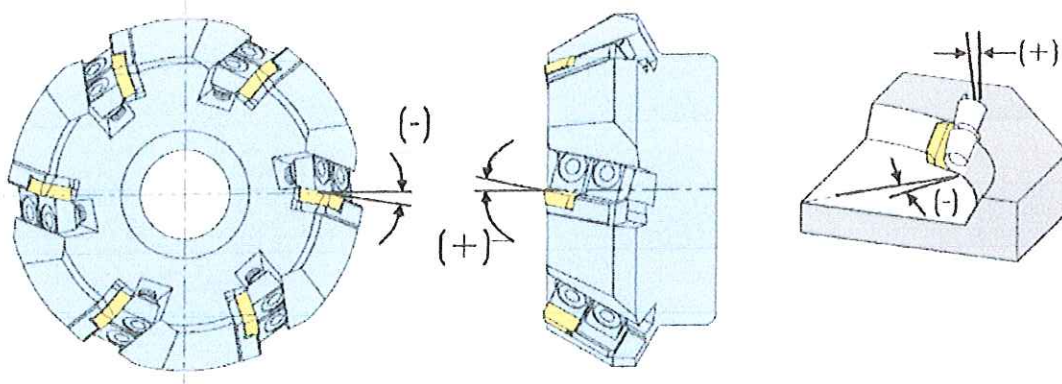
- Inclinación radial negativa.

- Inclinación axial positiva.
- Más fuerte que una herramienta con doble inclinación positiva.
- Las virutas son arrojadas fuera de la superficie de maquinado.
- Proveen una acción de corte libre, recomendada para maquinar todos los aceros y hierro fundido.
- Elimina cortes de desbastado.
- Los insertos tienen una arista de corte más fuerte.
- Genera menores fuerzas de corte que una herramienta con inclinaciones negativas.
- Ofrece altas velocidades de avance que una herramienta de doble inclinación positiva.
- Permite desbastado y acabados en un barrido mientras obtiene buenos acabados de superficie.
- Es ideal para todo tipo de máquinas en buenas condiciones.

Limitaciones

- Solo tiene cuatro aristas de corte por inserto.
- Las inclinaciones variadas no son tan efectivas como las inclinaciones positivas en el corte de materiales suaves.
- Requiere más potencia que las herramientas de inclinación positiva, pero menor potencia que las de inclinación negativa.

Figura 298. Inclinación doble Negativa / positiva



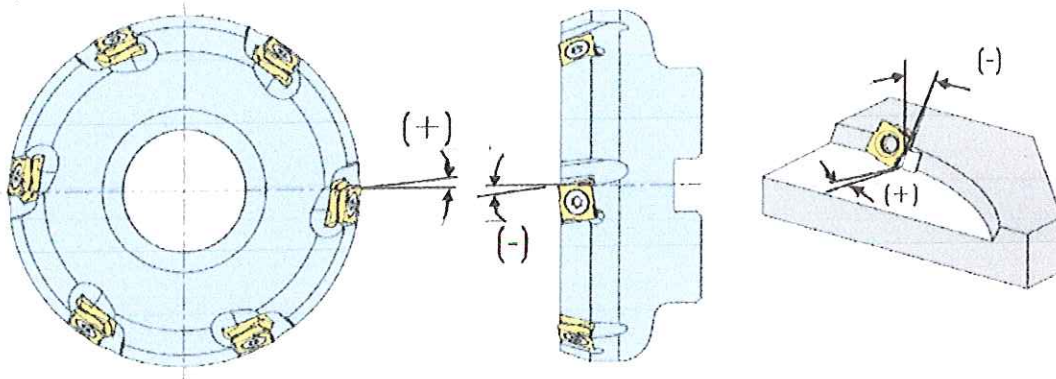
Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Inclinación variado positivo/negativo estilo On edge (arreglo perfecto)

La geometría de una herramienta de doble inclinación variada, presenta las siguientes características:

- Inclinación radial positiva.
- Inclinación axial negativa.
- Alto tasa de remoción de material.
- Buena superficie de acabado.
- El los insertos tipo on-edge su dureza en grande, debido a aumento de carburo en el inserto.
- El punto de corte del inserto es protegido al impacto inicial.
- La inclinación axial negativa direcciona las fuerzas de corte a través del eje, estabilizando el corte.

Figura 299. Angulo variado positivo/negativo



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

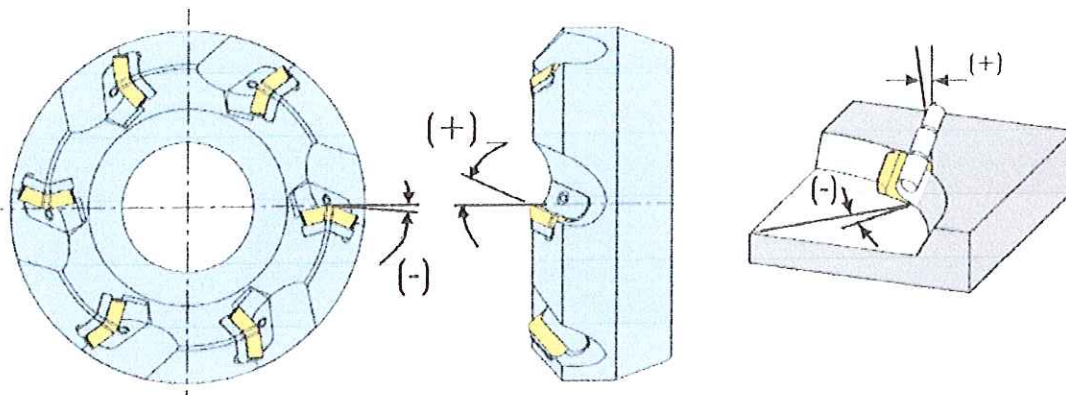
Inclinación alta

La geometría de una herramienta de alta inclinación variada, presenta las siguientes características:

- Inclinación radial negativa.
- Alta inclinación axial positiva.
- Acción libre de corte.
- Las virutas son retiradas de la superficie de maquinado.
- Usada en una gran variedad de aleaciones incluyendo las duras, aceros suaves y aluminios.
- Acción libre de corte puede proveer mejores superficies de acabado.

- El avance por diente puede ser incrementado y la remoción de material también crece.
- Recomendado para maquinas de baja potencia.

Figura 300. Alta inclinación negativa/positiva

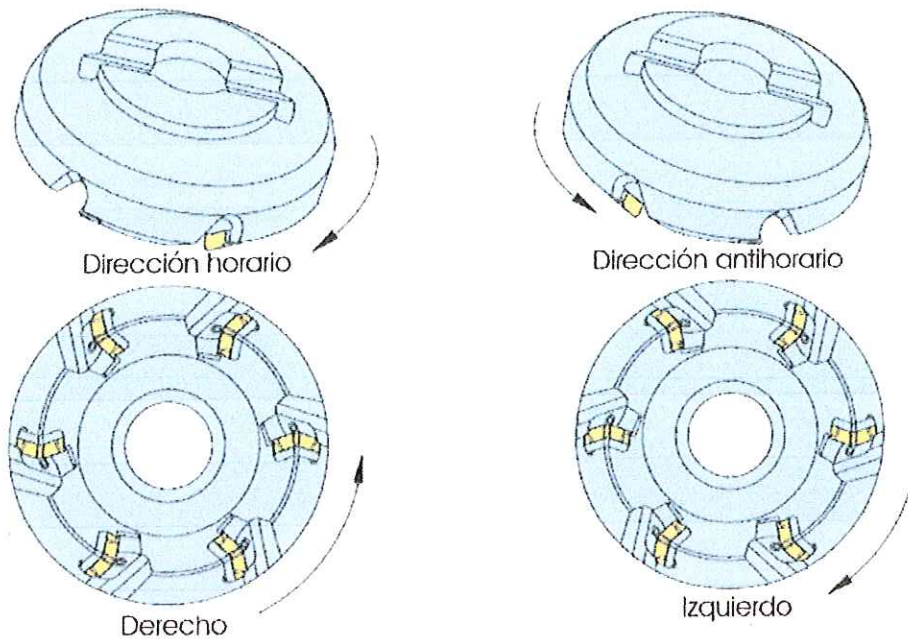


Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Dirección de corte de las herramientas

Las herramientas de corte son hechas para cortar en sentido horario. Pero también, hay herramientas para cortar en sentido antihorario. Estas herramientas son especialmente usadas en condiciones especiales, cuando se debe tener una dirección de fluido especial de la viruta, dirección de fuerzas de corte, en ciertos casos donde una herramienta de sujeción especial o problemas de precisión puedan existir. El uso más común del cortador en contra de las manecillas del reloj, es en un maquinado duplex la cual tiene que maquinar dos partes de la parte al mismo tiempo. En uno de sus ejes es utilizado para herramientas sentido derecho y el otro eje para herramientas de sentido izquierdo.

Figura 301. Sentido horario y antihorario



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

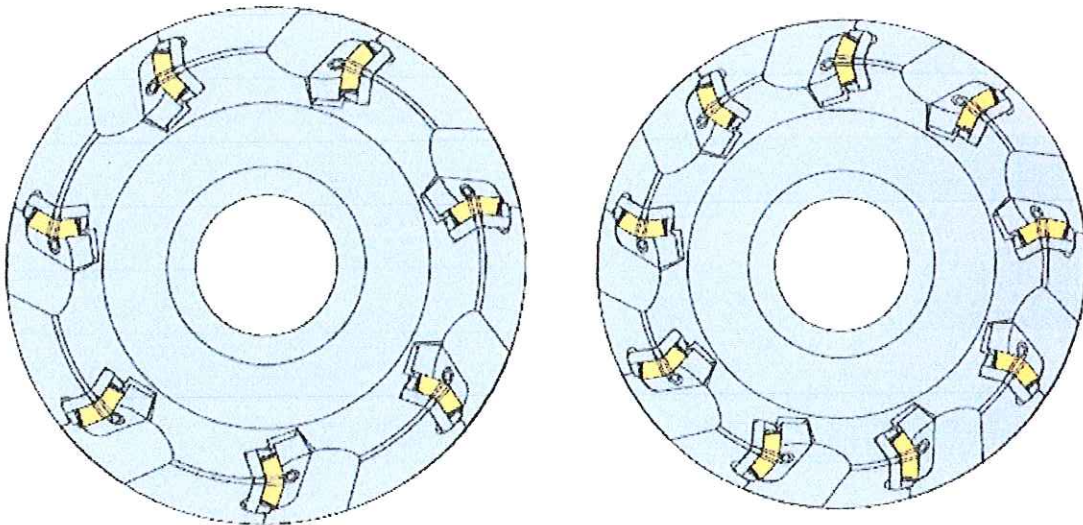
Número de insertos

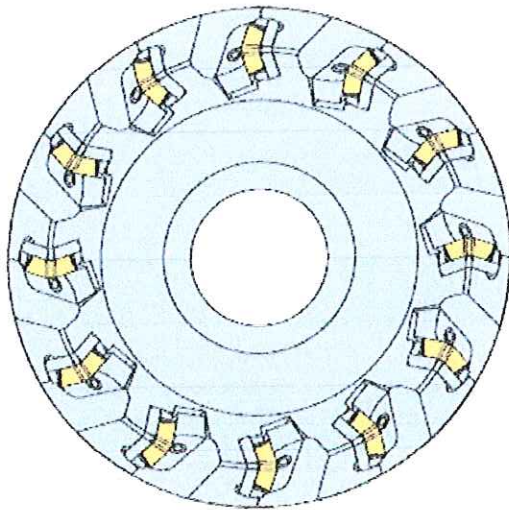
La densidad, es referida al número de insertos en una herramienta de corte. Pueden ser clasificados gruesos, medianos o finos. Cuando se designa una herramienta, se debe considerar la profundidad de corte y el avance por diente. Entonces se debe fijar una distancia necesaria para que la viruta se forme sin problema. Por esta razón, las herramientas de corte designadas para remoción de metales pesados, tienen un máximo de distancia para la formación de la viruta. Esto restringe el número de insertos en la herramienta y sería de clasificación gruesa. En una herramienta de clasificación media, la distancia para la formación de la viruta es ligeramente más pequeña que en una herramienta de clasificación gruesa. En una herramienta fina esta distancia se reduce aun más que en la mediana.

Una herramienta gruesa es recomendada para usos generales de maquinado donde se tenga una gran potencia de maquinado y donde la profundidad máxima de corte sea requerida. La herramientas medianas son recomendadas donde un avance moderado por inserto es requerido, donde sea mas ventajoso tener mas de un inserto en el corte. También una herramienta mediana reduce el choque a la entrada y la presión de corte, mientras se mantiene la velocidad de avance.

Las herramientas de clasificación fina son ideales donde el maquinado tiene muchas interrupciones en la superficie. En las herramientas finas, son capaces de alcanzar altas velocidades de avance que una herramienta de clasificación mediana o gruesa. Estas herramientas finas experimentan altas fuerzas de corte y altos requerimientos de potencia que las herramientas de clasificación mediana y gruesa. Son buenas para alta producción y donde las profundidades de corte no exceden $\frac{1}{4}$ de pulgada.

Figura 302. Densidad de insertos



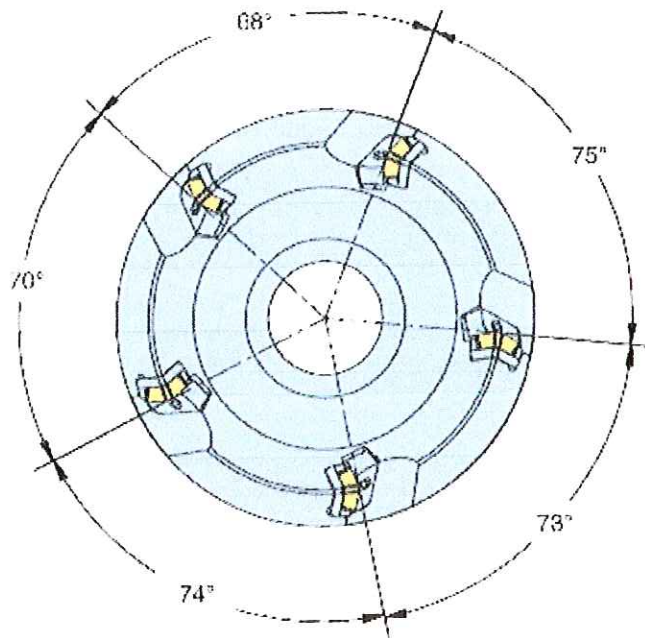


Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Herramientas densidad diferenciales

Una herramienta con espacios desiguales entre los insertos es llamada herramienta diferencial. Este tipo de configuración rompe con la armonía de los resultados de los insertos con igual espacio, reduciendo en gran cantidad las vibraciones. Muchas herramientas diseñadas hoy en día utilizan esta característica, independientemente de la clasificación de la herramienta.

Figura 303. Densidad diferencial



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

2.12 FORMULAS

Tabla 14. Incripciones

Inscripción
sfm =superficie pie por minuto
rpm = revoluciones por minuto
D = diámetro de corte
ipr = pulgada de avance por revolución
ipm = (avance) pulgadas por minuto
ipt = pulgada por diente (carga de viruta)
nt = numero de insertos o dientes efectivo en el corte

$$\pi = 3.1416$$

Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Tabla 15. Formulas

Dependiente	Independiente	Formula
sfm	D, rpm	$sfm = (\pi \times D \times rpm)/12$
rpm	D, sfm	$rpm = (12 \times sfm)/(\pi \times D)$
ipr	ipm, rpm	$ipr = ipm / rpm$
ipm	ipt, nt, rpm	$ipm = ipt \times nt \times rpm$
ipt	nt, ipm, rpm	$ipt = ipm / (nt \times rpm)$
ipt	nt, ipr	$ipt = ipr / nt$

Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Tabla 16. Ejemplo

Datos	Resultados
6" diámetro de corte	$Rpm = (12 \times 600) / (3.1416 \times 6)$ $= 382$
8 diente de la herramienta	$ipm = 0.010 \times 8 \times 382 = 30.6$
600 sfm	$ipr = 30.6 / 382 = 0.080$
.010 ipt	

Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Ranurado o Periferia de maquinado

El tamaño de la viruta en la arista de corte del inserto, es igual a la carga de viruta programada, cuando el 50 por ciento o mas de el diámetro de corte de la herramienta esta siendo utilizada (los ángulos no son considerados). Algo menos que el diámetro de corte significa que la carga de la viruta se reduce en un porcentaje. A menor profundidad radial la carga de la viruta se reduce.

Es importante mantener una carga de viruta lo suficientemente grande para asegurar la disipación de calor y prevenir el endurecimiento del material. Una carga suficiente de viruta, creara estabilidad entre la herramienta y la pieza de trabajo.

Las formulas mostradas son usadas para determinar la carga de la viruta o el avance necesario para obtener la carga deseada en el inserto y a la entrada de la pieza de trabajo. Esta formula puede aplicarse en cualquier momento en montajes de árbol, montajes de ranurado están siendo utilizado o cuando la mitad del diámetro de la herramienta de face mill o end mill esta en el corte. La leve profundidad radial de corte, se convierte en la mas importante en la aplicación de las formulas de productividad.

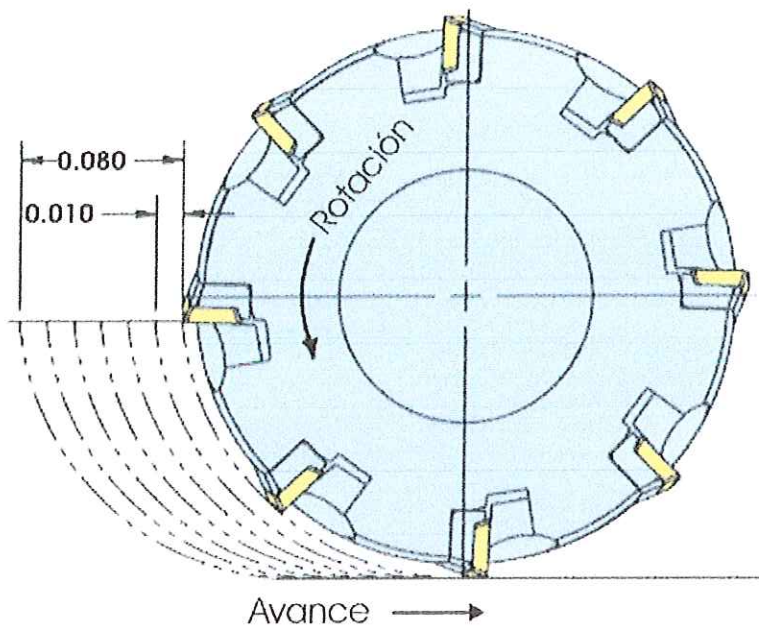
Carga de la viruta (ipt)

$$ipt = \frac{(v(\text{dia} - y) \times (y))}{\frac{\text{radio}}{nt}}$$

ipm

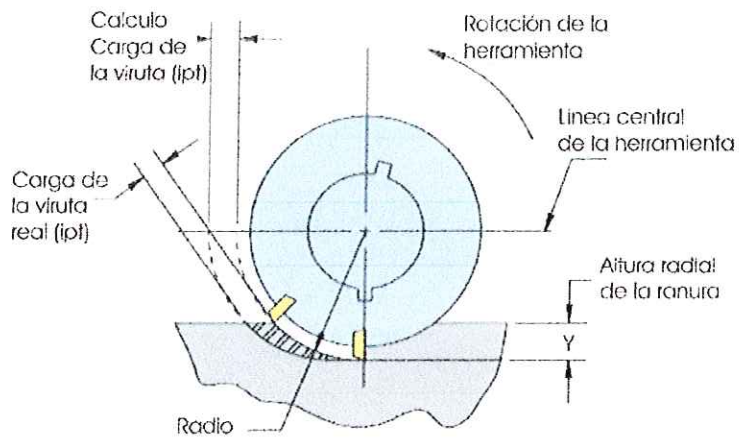
$$ipm = \frac{(\text{rpm} \times nt \times ipt)}{\frac{(v(\text{dia} - y) \times (y))}{\text{radio}}}$$

Figura 304. Ejemplo de la tabla



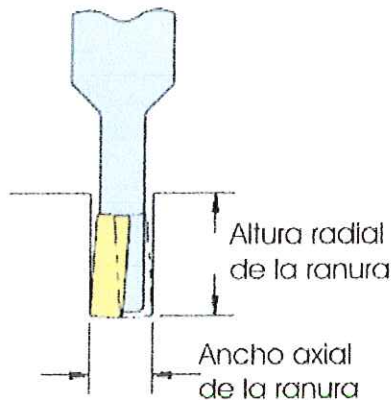
Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Figura 305. Inscripciones



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Figura 306. Altura radial y ancho axial



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Compensación de la velocidad de avance

Las operaciones como el maquinado de periferia con una pequeña profundidad radial de corte o ranurado, con una herramienta de montaje de árbol, requiere calcular la compensación de la velocidad de avance para mantener la carga de la viruta en la arista del inserto a la entrada del corte. El calculo de la carga de la viruta y la carga de la viruta real puede ser dramáticamente diferente, dependiendo de de la profundidad radial y el diámetro de la herramienta. Por ejemplo la carga de la viruta para un diámetro de corte de $\frac{3}{4}$ ", toma de profundidad radial 0.010", esto es solo el 23 por ciento de la carga de la viruta calculada. En este tipo de problemas no es común encontrar parámetros relacionados para resolver ciertos tipos de problemas. El beneficio de aplicar estas fórmulas, es aumentar la productividad al aumentar las velocidades de avance dramáticamente.

Tabla 17. Compensación de la velocidad de avance

Profundidad	Carga de	Avance requerido	Incrementar
-------------	----------	------------------	-------------

radial de corte	viruta real (ipt)	(ipm) para mantener ipt de 0.004	
0.75	0.004	5.5	0%
0.1	0.02	11.5	109%
0.05	0.0014	15.3	178%
0.03	0.0011	19.6	256%
0.02	0.0009	23.9	335%
0.01	0.0006	33.8	515%

Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

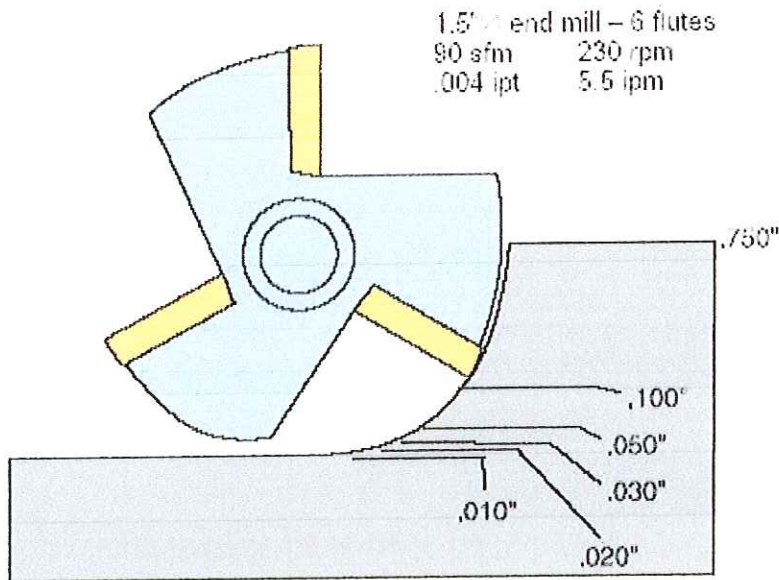
Formulas de potencia

Velocidades de remoción de material

El calculo velocidad para remoción de metal (mrr) es básicamente bueno para determinar eficiencias de corte. Esta formula será retomada mas adelante.

$$mrr = doc \times woc \times ipm = cu. \text{ inches/min}$$

Figura 307. Velocidad de compensación



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Consumo de potencia

Las herramientas de mecanizado pueden consumir montos significantes de potencia. Muy a menudo la falta de potencia es el factor limitante para una operación determinada. En aplicaciones donde el diámetro de la herramienta es grande o es necesario remover material pesado, es necesario y ventajoso primero calcular la potencia requerida.

Nota: La eficiencia del eje "E" varia de 75 a 90% ($E = 0.75$ a 0.90)

Una formula adecuada para calcular la potencia (HPc) necesaria en una herramienta es:

$$HP_c = \frac{mrr}{k}$$

Ancho del cortador	1.64"
Profundidad de corte	0.200
Avance	19.5 ipm
4140 220 BHN	factor "K" 1.56

$$mrr = 0.200 \times 1.64 \times 19.5 = 6.4 \text{ cu. in./min}$$

$$HP_c = 6.4 / 1.56 = 4.1 \text{ HP en la herramienta}$$

Para determinar la potencia en el motor:

$$HP_m = \frac{HP_c}{E} = 4.1 / 0.8 = 5.1$$

Cuando se determina la potencia consumida, el factor "K" debe ser usado. El factor "K" es una constante de potencia, que representa en número de pulgadas cúbicas de metal por minuto que puede ser removida por un caballo de potencia.

Nota: El valor de "K" varia dependiendo de la dureza del material.

Tabla 18. Factor K

Material de trabajo	Dureza BHN	Factor "K"
Acero forjado, fundido, (aceros aleados al carbón, herramientas de	85-200	1.64
	201-253	1.56
	254-286	1.28

acero)	287-327	1.1
	328-371	0.88
	372-481	0.69
	482-560	0.59
	561-615	0.54
Acero inoxidable duro	150-450	1.27-.42
Hierro fundido (gris, dúctil y maleable)	150-175	2.27
	110-190	2
	176-200	1.89
	201-250	1.52
	251-300	1.27
	301-320	1.19
Acero inoxidable, forjado y fundido (Férrico, austenítico, martenistic)	135-275	1.54-.76
	286-421	.74-.50
Titanio	250-375	1.33-.87
Aleaciones de alta temperatura, níquel, base de cobalto	200-360	.83-.48
Base de hierro	180-320	.91-.53
Aleaciones de níquel	80-360	.91-.53
Aleaciones de aluminio	30-150 (500 kg)	6.25-3.33
Aleaciones de magnesio	40-90 (500 kg)	10.0-6.67
Cobre	150	3.33
Aleaciones de cobre	100-150	3.33
	151-243	2

Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Austenítico: aleación de hierro en forma cristalina

Martenistic: Es una categoría del acero que tiene tratamientos térmicos para endurecerlo y fortalecerlo. Este es usado en equipo para la industria química y petrolera y en instrumentos quirúrgicos. Uno de los aceros inoxidable más populares es de tipo 410 (para ambientes sin corrosión y que requieren alta fortaleza).

Formulas de potencia usando cortadores con alta inclinación

Este es uno de los métodos más precisos que han sido desarrollados para maquinados con herramientas con una alta inclinación. Estas son nuevas aproximaciones:

1. Calcular fuerzas tangenciales (ft).
2. Fortaleza del material.
3. Área de la sección transversal de la viruta.
4. Numero de insertos de corte.
5. Factor de maquinabilidad.
6. Factor de desgaste de la herramienta.
7. Torque
8. Potencia en la herramienta.
9. Potencia en el motor.

Fuerza tangencial (ft) (lbs.)

Este cálculo de la fuerza tangencial es importante desde la producción del torque en el eje y la potencia de corte en la herramienta. Usando la formula de la fuerza tangencial, es un camino fácil para determinar las fuerzas que se aproximan al sujetador.

$$F_t = S \times A \times Z_c \times C_m \times C_w \text{ (lbs.)}$$

S	Fortaleza del material de trabajo en psi
A	Área transversal de la viruta removida por el inserto
Z _c	Numero de insertos en el corte
C _m	Factor de maquinabilidad
C _w	Factor de desgaste de la herramienta

Si el ancho de corte es igual al diámetro ($W / d = 0.5$), el ángulo de operación $\alpha = 180^\circ$ y $Z_c = (Z \times 180^\circ) / 360^\circ = 0.5 Z$. Si el ancho del corte es igual a la mitad del diámetro de la herramienta ($W / D = 0.5$), El ángulo de operación $\alpha = 90^\circ$ y $Z_c = (Z \times 90^\circ) / 360^\circ = 0.25Z$. El valor de Z_c depende del radio obtenido W / D , estos son presentados en la siguiente tabal.

Tabla 19. Dependencia W/D y Z_c

W/D	0.88	0.8	0.75	0.67	0.56	0.38	0.33	0.19	0.125
Z _c	0.38Z	0.35Z	0.33Z	0.30Z	0.27Z	0.21Z	0.20Z	0.14Z	0.12Z

Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Fortaleza del material

La relación aproximada entre la fortaleza del material y la dureza de los mas comunes materiales usados comúnmente como el acero, hierro (hierro gris fundido), aleaciones de titanio (Ti – 6Al – 4V) y aleaciones de aluminio (2024, 5052) pueden ser expresados con esta formula empírica.

$$S = 500 \times \text{BHN (psi)}$$

BHN

Numero de dureza Brinell obtenidos principalmente a una carga de 3000 kgf. Cuando se prueban metales suaves como las aleaciones de aluminio, la carga usada es 500 kgf.

La dureza obtenida a los 500 kgf puede ser convertida en la dureza equivalente de una carga de 3000 kgf usando el factor de conversión de carga de 1.15. Por ejemplo, 130 BHN a una carga de 500 kgf es equivalente a 150 BHN a una carga de 3000 kgf ($130 \times 1.15 = 150$). Se tratara el tema de dureza Rockwell mas adelante.

Rockwell

Si la dureza del material se presenta en unidades Rockwell B (HRB) o Rockwell C, Ellos pueden ser convertidos en unidades Brinell con las ecuaciones mostradas en las tablas:

Tabla 20. Rockwell C (HRC) a Brinell (BHN)

Dureza Rockwell C (HRC)		Rockwell C (HRC) a Brinell (BHN)
De	A	
21	30	$\text{BHN} = 5.970 \times \text{HRC} + 104.7$
31	40	$\text{BHN} = 8.570 \times \text{HRC} + 27.6$
41	50	$\text{BHN} = 11.158 \times \text{HRC} + 79.6$

51	60	$BHN = 17.515 \times HRC - 401$
----	----	---------------------------------

Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Tabla 21. Rockwell C (HRB) a Brinell (BHN)

Dureza Rockwell B (HRB)		Rockwell B (HRB) a Brinell (BHN)
De	A	
55	69	$BHN = 1.646 \times HRB + 8.7$
70	79	$BHN = 2.394 \times HRB - 42.7$
80	89	$BHN = 3.297 \times HRB - 114$
90	100	$BHN = 5.582 \times HRB - 319$

Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

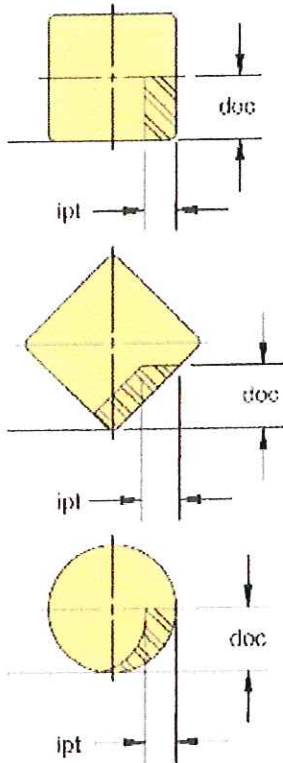
Área de la sección transversal de la viruta

El área de la sección transversal de la viruta esta definida por:

$$A = d \times f \text{ (in}^2, \text{ or mm}^2\text{)}$$

d	Profundidad de corte axial (in o mm)
f	Avance por diente (in o mm)

Figura 308. Área de la secciona transversal de la viruta y forma del inserto



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

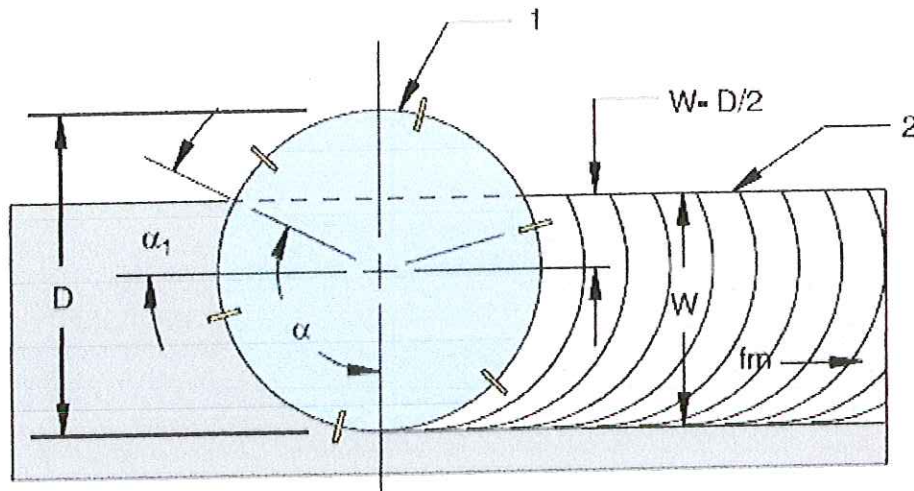
Número de insertos de corte

El número de insertos en el corte (simultáneamente operando en el material de trabajo) depende en el numero de insertos en la herramienta "Z" y el ángulo de operación (α). Esta relación esta mostrada en la siguiente formula:

$$Z_c = (Z \times \alpha^0) / 360^0$$

El ángulo de operación depende de ancho de corte "W" y del diámetro de la herramienta "D". Los ángulos son encontrados en la figura.

Figura 309. Número de insertos en el corte



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

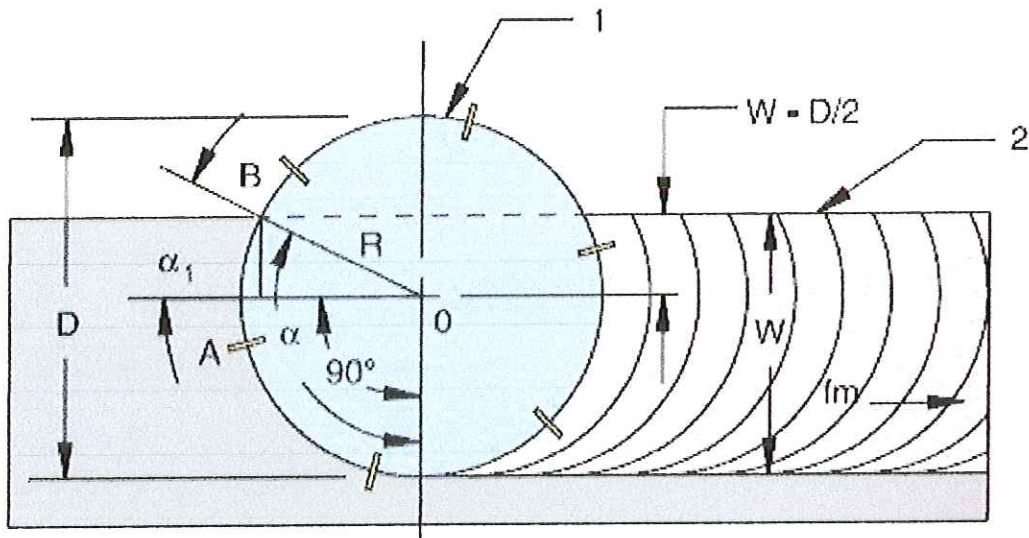
Tabla 22. Número de insertos de corte

1	herramienta de corte
2	pieza de trabajo
α	ángulo de operación
α_1	Angulo entre la línea central de la herramienta y el radio de la periferia del punto de entrada y salida
W	Ancho de corte (woc)
D	Diámetro del cortador
fm	velocidad de avance de la pieza

Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

$$D/2 < W < D$$

Figura 310. $D/2 < W < D$



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

$$Z_c = (Z \times \alpha^2) / 360^\circ$$

$$\alpha = 90^\circ + \alpha$$

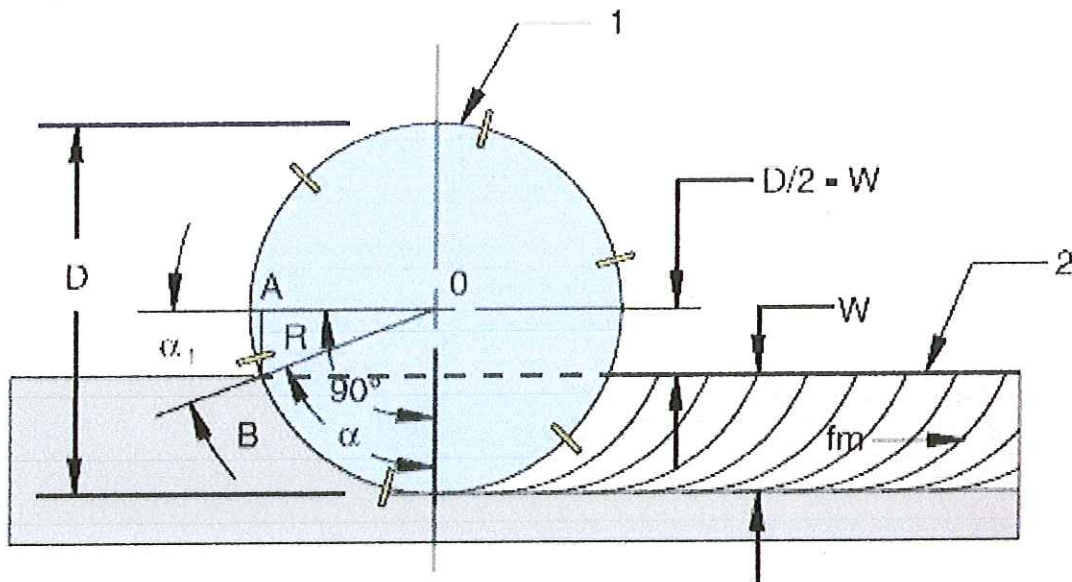
$$\sin \alpha = \frac{AB}{OB} = \frac{(W - D/2)}{D/2} = \frac{(2W - D)}{D}$$

$$\alpha_1 = \arcsin \frac{(W - D/2)}{D/2} = \frac{(2W - D)}{D}$$

$$Z_c = \frac{(z(90^\circ + \arcsin \frac{(2W - D)}{D}))}{360^\circ}$$

$$W < D / 2$$

Figura 311. $W < D / 2$



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

$$Z_c = (Z \times \alpha^\circ) / 360^\circ$$

$$\alpha = 90^\circ - \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{AB}{OB} = \frac{(W - D/2)}{D/2} = \frac{(2W - D)}{D}$$

$$\alpha = \arcsin \frac{(W - D/2)}{D/2} = \frac{(2W - D)}{D}$$

$$Z_c = \frac{(z(90^\circ + \arcsin \frac{(2W - D)}{D}))}{360^\circ}$$

Factor de maquinabilidad

El factor de maquinabilidad es usado para indicar el grado de dificultad de maquinar una pieza de trabajo con varios materiales. En la siguiente tabla se muestra el factor de maquinabilidad de los materiales más comunes:

Tabla 23. Factor de maquinabilidad

Material de la pieza	Cm		
	W/D ≤ 0.67	0.67 < W/D < 1.0	W/D = 1.0
Aceros al carbón y aleaciones	1	1.15	1.3
Acero inoxidable	2	2.15	2.3
Hierro fundido gris	1	1.15	1.3
Aleaciones de titanio	1	1.2	1.4
Aleaciones de aluminio	1	1.05	1.1

Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Los valores de C_m son basados en la prueba con el dinamómetro de torque con diferentes condiciones de corte. El factor de maquinabilidad, depende en el tipo de material trabajado y el porcentaje del ancho radial de corte del diámetro de la herramienta (W/D). Este porcentaje determina la uniformidad del grosor de la viruta. Cuando $W/D = 1.0$, El grosor de la viruta en el punto de entrada es cero. Este crece a su grosor máximo cuando se encuentra en la línea central de la herramienta y se reduce a cero en el punto de salida. Este tipo de corte genera una máximo de fricción en las aristas de corte de la herramienta. Las condiciones optimas de corte son obtenidas cuando $W/D = 2/3$. El grosor de la viruta es prácticamente uniforme, la fricción es mínima y el factor de maquinabilidad desciende a su mínimo valor. Mas pruebas determinaran el factor de maquinabilidad para una gran variedad de materiales de trabajo y mejoran la precisión para calcular la fuerza tangencial y el consumo de potencia.

Factor de desgaste de la herramienta

Para maquinado con un tiempo corto de operación, el factor de desgaste de la herramienta es $C_w = 1.0$. Para maquinados con un tiempo de operación largo, se consideran los siguientes factores:

- Maquinado face ligero $C_w = 1.1$
- Maquinado face general $C_w = 1.2$
- Maquinado face fuerte $C_w = 1.3$

Torque

El torque generado por la fuerza tangencial es calculada usando la siguiente formula:

$$T = Ft \times D / 2 \text{ (in - lb)}$$

D = Diámetro de la herramienta

Potencia en la herramienta (HPc)

La potencia de la maquina en la herramienta (aristas de corte) es calculada por cualquiera de estas dos formulas:

$$HPc = (Ft \times sfm) / 33000 \quad \text{o} \quad HPc = (T \times rpm) / 63000$$

Sfm = velocidad de corte periférica (sfm)

Rpm = velocidad del eje (rpm)

33,000 y 63,000 factores de conversión

Potencia en el motor (HPm)

La potencia requerida en el motor puede ser calculada de la siguiente manera:

$$HPm = HPc / E$$

E = factor de eficiencia de la maquina (E = 0.75 a 0.90), la eficiencia del eje varia de 75% a 90%.

Ejemplo

Herramienta de corte KSSR – 4.92 – SE4 – 45 – 6

Diámetro efectivo D = 4.92 in

Numero de insertos Z = 7

Material de la pieza de trabajo

Aleación de acero AISI 4140

Dureza 220 BHN

Condiciones de maquinado

Velocidad del eje	rpm = 349
Velocidad de corte	sfm = 450
Velocidad de avance de la maquina	ipm = 19.5
inch per tooth (pulgadas por diente) carga de viruta	ipt = 0.008 in
Ancho axial de corte	woc = 1.64 in
Porcentaje W/D	W/D = 0.33

Fortaleza del material de trabajo

$$S = 500 \times \text{BHN} + 500 \times 220 = 110.000 \text{ psi}$$

Área de la secciona transversal de la viruta

$$A = \text{doc} \times \text{ipt} = 0.200 \times 0.008 = 0.0016 \text{ in}^2$$

Numero de insertos en el corte

Porcentaje del ancho del diámetro de corte (W/D)

$$W/D = 1.64 / 4.92 = 0.33 \text{ mirando Tabal Dependencia W/D y } Z_c$$

Se utiliza el valor de Z_c mostrada en la Tabal Dependencia W/D y Z_c

Para un $W/D = 0.33$ corresponde un $Z_c = 0.20$ $Z = 0.20 \times 7 = 1.4$ insertos en el corte ($Z_c =$ numero de insertos en la herramienta).

Fuerza tangencial

$$F_t = S \times A \times Z_c \times C_m \times C_w$$

$$F_t = 110.000 \times 0.0016 \times 1.4 \times 1.1 \times 1.1 = 298 \text{ lbs}$$

$$C_m = 1.1 \text{ y } C_w = 1.1$$

Torque de la herramienta

$$T = F_t \times D/2 = (298 \times 4.92) / 2 = 733 \text{ in.-lb.}$$

Potencia

En la herramienta

$$HP_c = (F_t \times sfm) / 33000 = (298 \times 495) / 33000 = 4.06 \text{ hp}$$

$$HP_c = (T \times rpm) / 63000 = (298 \times 495) / 63000 = 4.06 \text{ hp}$$

En el motor

$$HP_m = HP_c / E = 4.06 / 0.8 = 5.08 \text{ hp}$$

2.13 CAPACIDAD DE LA MAQUINA

Potencia

Usted debe identificar cuanta potencia puede utilizar en el eje. Esta información esta referenciada en el manual. Esta información le ayudaran en la selección de la herramienta para el proceso de maquinado.

Eje

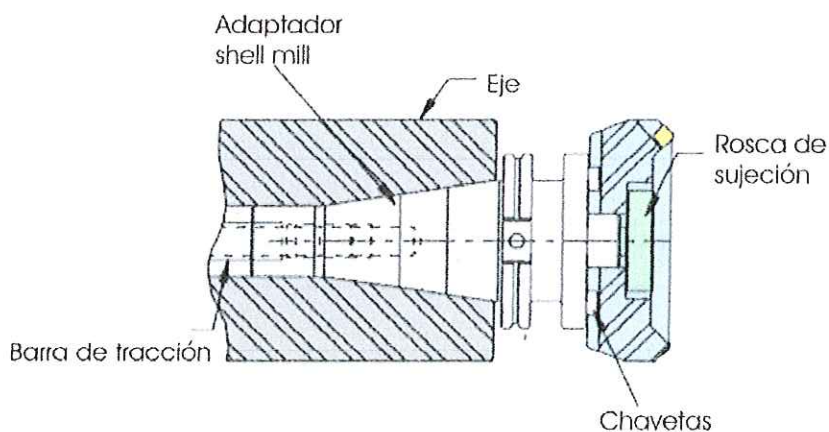
El tipo de eje, también puede afectar la elección de la herramienta. Un eje extendido no será tan rígido como un sujetador. El cortador es montado en el eje por medio de un adaptador o por medio de pernos. Los adaptadores vienen en una gran variedad de tamaños, tipos y estilos. El tamaño del adaptador cónico es un buen indicador de rigidez en la maquina. Generalmente el los ejes X y Y consume de un 15% a un 25% de la potencia en el eje (hp). En el eje Z consume de un 20% a un 50% de potencia (hp). Entre las consideraciones que se hacen son la fuerza de avance, peso de la mesa, sujetadores y parte, la fricción de la superficie y oras resistencias.

Manija de retención y barra de tracción

Las manijas de retención son únicas para cada maquina y tamaño del eje. Se debe estar seguro que usted tiene la manija de retención correcta para su

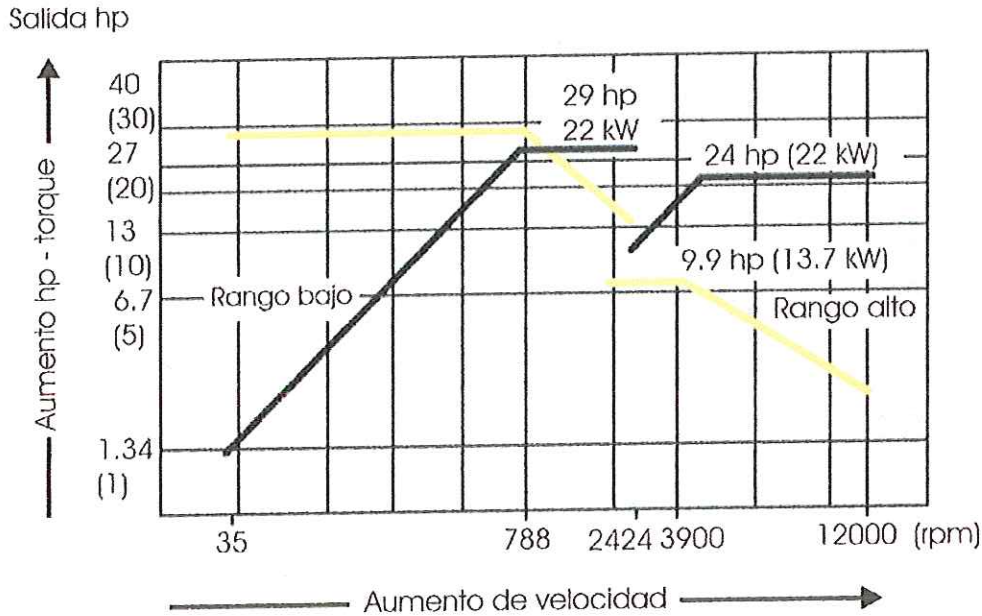
maquina. Cuando el adaptador es puesto en el eje, la manija de retención es sujeta por el mecanismo de barra de tracción que hala la herramienta hacia el cono de la maquina, sosteniéndola durante el proceso de maquinado. Las altas fuerzas de corte en la herramienta con una gran distancia de agarre, puede causa un daño en la herramienta y en el eje. El roscado de la barra de tracción debe ser inspeccionada para verificar las condiciones del tornillo y asegurar una perfecta unión con el adaptador. Este método de sujetador en usado en las maquinas viejas y puede causar varios problemas. Si la barra de tracción es muy larga, este puede expulsar el fondo del sujetador antes que el cono sea completamente ocupado. Si la barra de tracción es muy corta, esta puede ser sujeta en solo uno o dos roscados.

Figura 312. Brida V



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Figura 313. Caballos de potencia vs. Torque



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Esta es una curva típica de caballos de potencia vs. Torque para una centro de mecanizado CNC. Se inspecciona para determinar limitaciones. Un diámetro pequeño en la herramienta puede ser más efectivo que un diámetro grande.

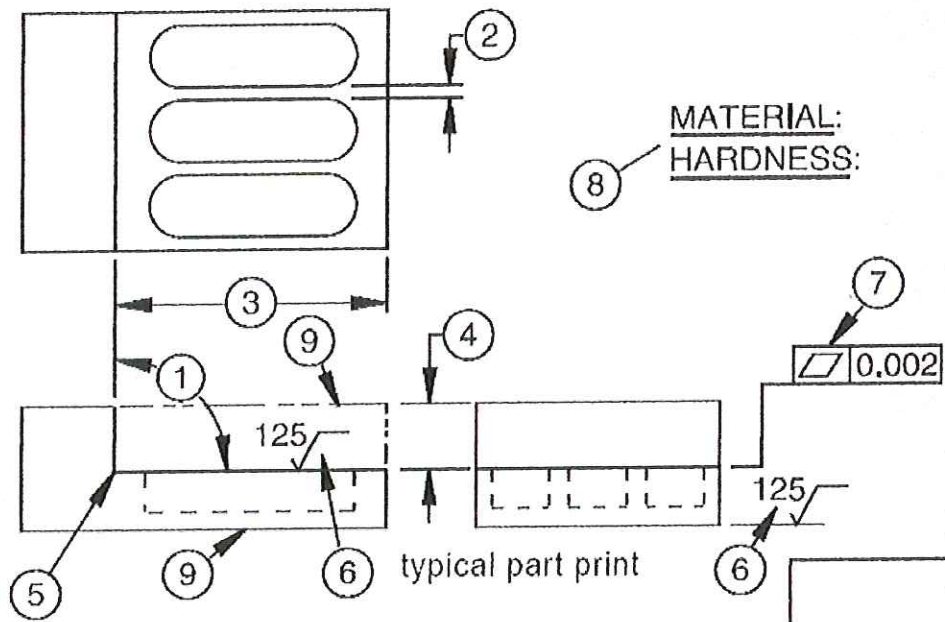
Características de la pieza de trabajo

La descripción de la pieza a ser maquinada, presenta información valiosa que afectara la selección de la herramienta de corte. La parte clave de estas especificaciones incluye: dureza del material de la pieza de trabajo, tolerancias, dimensiones y acabados requeridos. Nosotros debemos examinar en detalle las formas de las piezas fundidas o forjadas que maquinaremos. La precisión en las fundiciones requiere un menor maquinado que un forjado. Las piezas deben ser localizadas en un plano de referencia, normalmente en una superficie a maquinar,

teniendo en cuenta la superficie que más operaciones tenga. Las dimensiones de la parte especificaran la configuración de las esquinas, el ancho de corte, profundidad de corte entre otras. Micro acabado, llanuras y ondulaciones nos darán las especificaciones de los acabados. Las otras especificaciones a considerar serán la dureza de las áreas del material de la pieza de trabajo, estas nos indicaran parámetros de operación y la selección de la herramienta de corte.

2.14 ANÁLISIS GRAFICA DE LA PARTE

Figura 314. Análisis de grafica de la parte



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Tabla 24. Símbolos Análisis de la parte

Símbolo		
	Rectitud	 Angularidad
	Plano	 Paralelismo
	Redondez	 Perpendicularidad
	Cilindro	 Runout
	Perfil de la línea	 Concetricidad
	Perfil de la superficie	 Posición verdadera
		 Diámetro
		 Tamaño de la aglomeracion
		 μ Pulgadas (A A)

Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Tabla 25. Descripciones De las especificaciones de las partes

Especificación de la parte	Relación en el maquinado	Descripciones
1. Angulo del borde	Angulo principal	Si el ángulo del borde es de 90, Usted puede seleccionar una herramienta de ángulo principal de cero. Sin embargo, si el borde tiene una tolerancia abierta o es relativamente corta, usted puede aplicar una herramienta con un ángulo principal de 1/2. Si la superficie no tiene un borde, una herramienta con un ángulo estándar de 15, 30 o 45 grados puede ser aplicada.
2. Sección de paredes delgadas	Geometría, avance por inserto	Desviación de una parte de la pared, debido a una excesiva presión de la herramienta o una geometría incorrecta de la herramienta. Puede ser causada estar fuera de los parámetros de tolerancia.

3. Ancho de corte	Diámetro de corte y posición	Mantener un ancho de corte apropiado es un factor importante para la eficiencia del maquinado, con una vida útil de la herramienta aceptable.
4. Profundidad de corte	Tamaño del inserto, ángulo principal y número de barrido	La cantidad de material removido en un barrido determinará el tamaño del inserto y el ángulo principal. El grosor de la profundidad de corte puede requerir más de un barrido para la pieza, para obtener las dimensiones finales de la pieza. Estos cambios serán económicos. Donde un barrido necesita un inserto más grande de 3/4, dos barridos necesitan un inserto de 1/2, el cual es más económico. Otro cambio que se puede aplicar es el ángulo principal de 15 grados, esto permite grandes profundidades de corte versus herramientas con ángulos de corte de 30 o 45 grados.
5. Esquinas	radio del inserto y estilo de la faceta	Cuando se requiere generar un borde en una pieza de trabajo, los planos usualmente especifican un radio de la esquina o un biselado. Los insertos tienen un estándar 1/64 de incremento en la nariz del radio, mientras que la faceta del inserto están disponibles para las esquinas del biselado.
6. Acabado	Estilo del inserto,	El acabado de la superficie es un factor clave para

	avance por revoluciones y geometría	determinar el inserto de la herramienta. El inserto y la geometría del cortador deben ser limpias, produciendo un apropiado microacabado. El inserto puede cambiar de un radio a una faceta o a un estilo de leva, dependiendo en la velocidad de avance por revolución requerido para obtener el acabado específico.
7. Plano	Ajuste y geometría	Identificar el plano o la ondulación requerida en la pieza. A pesar que el acabado de la superficie es logrado, El posicionamiento inapropiado de la pieza, puede crear superficies que no son paralelas. Algunas veces, una geometría de la herramienta libre ayudan a reducir las fuerzas significativamente y producir partes, teniendo en cuenta las especificaciones del modelo.
8. Material y Dureza	Geometría de la herramienta, grado del inserto y velocidad de avance y velocidades	El material para trabajar ayuda a determinar la geometría de la herramienta a ser usada. El material también fija el grado del inserto entre los revestidos, los no revestidos y categorías de materiales avanzados. La dureza determina la velocidad de corte apropiada, en algunos casos, si el material es muy duro, puede ser apropiado usar una herramienta de cerámica de doble ángulo negativo o un inserto CBN.
9. Condiciones de la	Penetración de lado cortante,	Los acabados ásperos de las fundiciones y el forjado pueden causar severos danos en el inserto como

superficie	grado y velocidad de avance y velocidades.	astillar, rompimiento de la herramienta o hacer muescas en la profundidad de corte.
------------	--	---

Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Sujeción

Es una operación crítica, la importancia de una sujeción rígida es un factor clave para el éxito de una operación de maquinado. Los sujetadores y prensas deben ser lo suficientemente rígidas para soportar la pieza de trabajo, Tener suficiente masa para aminorar las vibraciones y tener un enclavamiento adecuado y dispositivos de sujeción para absorber las fuerzas de las operaciones de maquiado.

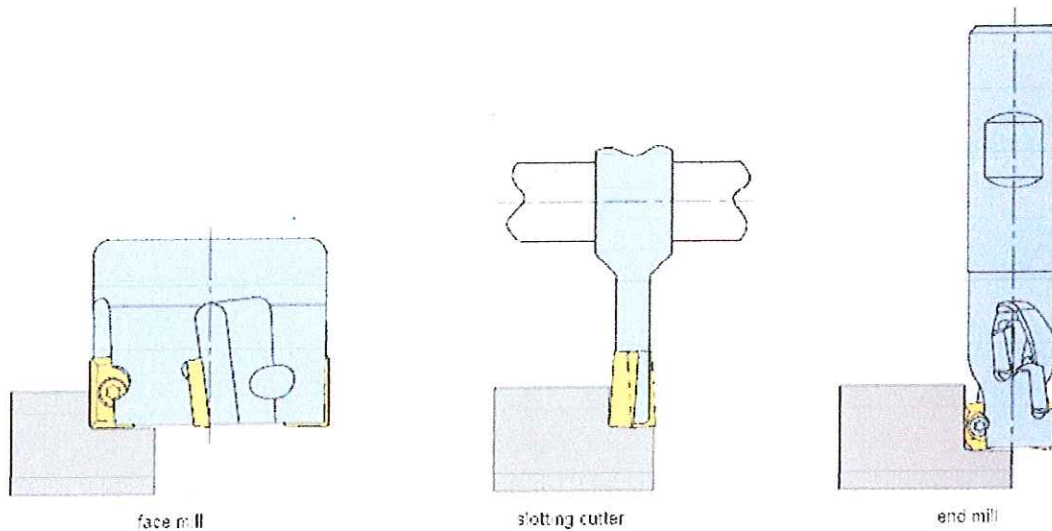
A menudo, los sujetadores pueden mejorar su comportamiento cambiando la posición de las prensas. En una brida tipo puente (bridge-type), Los pernos pueden ser localizados tan cerca como sea posible a la pieza. Bloqueos positivos siempre deben proveer resistencia a fuerzas tangenciales. Los bloqueos deben ser ubicados en ambos lados de los extremos de la pieza, porque las fuerzas cambian de dirección en las entradas y salidas de la herramienta. Las prensas solas no son capaces de resistir estas fuerzas. También se puede asegurar la pieza por medio de tornillos.

Procesamiento

Varios métodos de procesamiento pueden requerir diferente estilos de herramientas. Usualmente, hay más de una forma de procesar una pieza, de esta manera el mercado ofrece una serie de alternativas de los estilos de herramientas para el método seleccionado. El tipo de proceso es normalmente fijado por la maquina disponible, pero cuando se puede seleccionar, se debe escoger la

maquina con mas potencia y la combinación de aditamentos de sujeción para lograr los mas productivos resultados en el maquinado.

Figura 315. Métodos Face mill, Ranurado y end mill



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

2.15 ACABADO DE SUPERFICIE

El acabado en una superficie puede ser una importante especificación en un maquinado de una pieza. El acabado producido por una herramienta de insertos usualmente de 32 a 150 Ra. Este amplio rango puede ser afectado por varias variables, como el material de trabajo, rigidez de la maquina, alineamiento del eje, sujetadores, geometría de la nariz del inserto, desgaste del inserto, velocidad de avance y velocidades, generación de calor y soldadura de las virutas.

Un buen acabado resultara cuando use la combinación correcta de la geometría de la herramienta, estilo del inserto, velocidad de corte y avance del material que esta maquinado. También es importante tener la pieza bien sujeta y la maquina

con buen mantenimiento. La imagen muestra que tan finos pueden ser los acabados obtenidos usando un radio de la esquina grande, plano o un inserto de leva. Estas formas anulan o reducen las marcas del avance. Además la geometría de la esquina del inserto, es importante para la correcta ubicación de cada inserto respecto a los otros insertos. Por ejemplo si todos los insertos tiene la misma geometría en la esquina y son fijados en la herramienta a una altura aproximada de 0.001 relativa del otro inserto, producirá un mejor acabado, que si el inserto fueran fijados a una altura de 0.003 relativa al otro inserto.

Figura 316. Geometría de los insertos

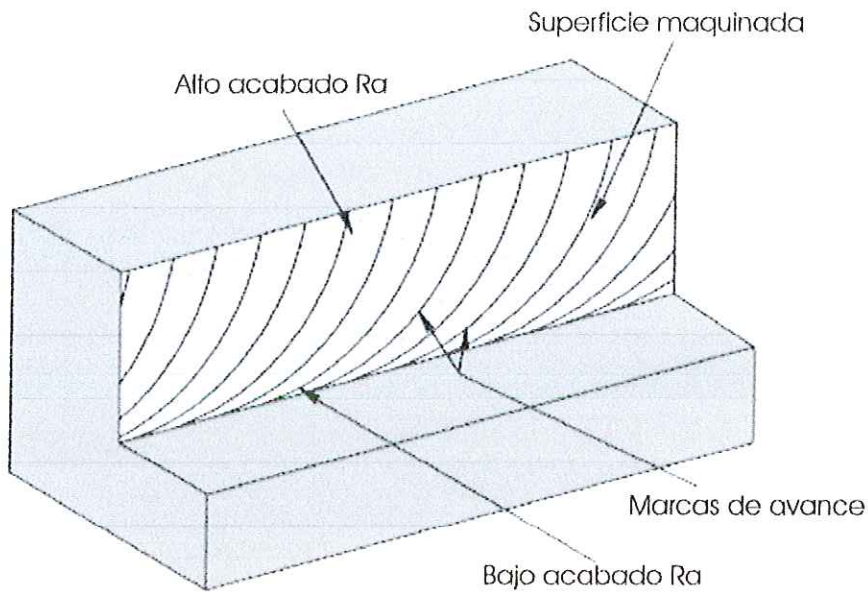


Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Mejorar el acabado también puede ser obtenido incrementando la velocidad y reduciendo el avance. Tenga cuidado, sin embargo, al incrementar la velocidad también aumenta la temperatura de corte y puede reducir la vida útil del inserto.

El acabado no debe ser el mismo en todas las áreas de la pieza. La imagen muestra que el acabado R_a pequeño en las áreas donde las marcas de avance son cercanas una de la otra y altas si las marcas están lejos.

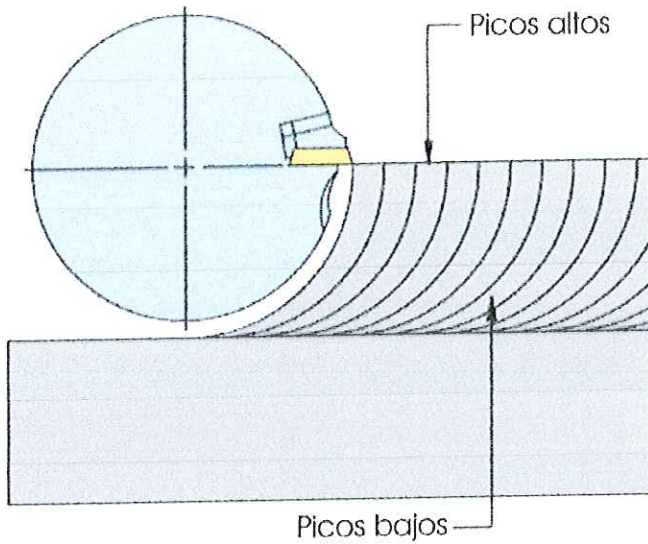
Figura 317. Acabado alto y bajo



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

En la figura el valor Ra será menor cercano al diámetro de salida del corte donde las marcas del avance son las más cercanas y altas en el centro donde las marcas de avance son más alejadas. Los picos producidos son más altos en el centro de la herramienta tal como es posicionado en el corte y son más bajos en el diámetro exterior de la herramienta, como se muestra en la grafica.

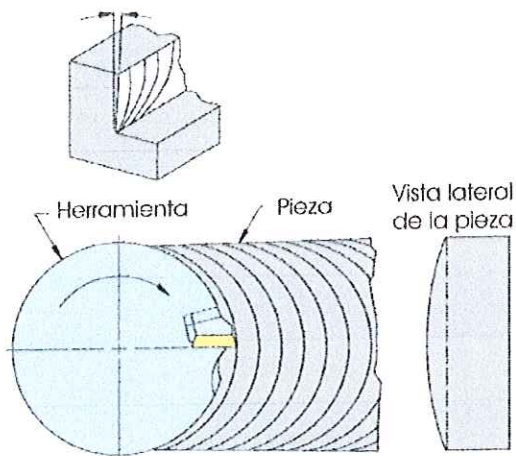
Figura 318. Picos altos y bajos



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

El acabado y la planicie de la pieza son afectados por las marcas del avance. Las formas cónicas producirán picos altos hasta llegar a los picos bajos.

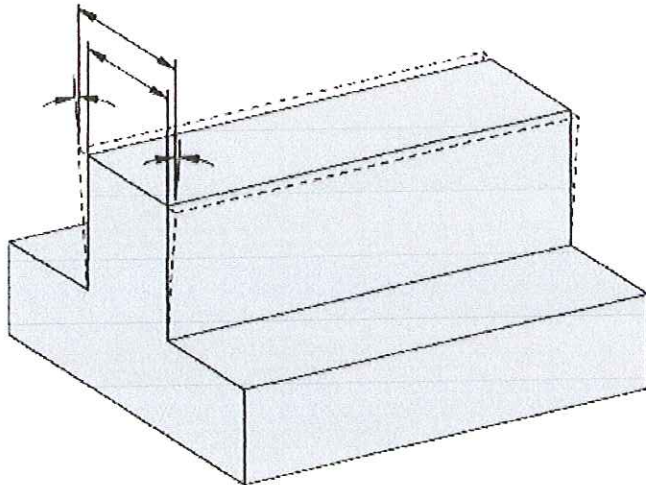
Figura 319. Picos altos y bajos 2



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Si una pieza no está totalmente plana, afecta la tolerancia de la pieza. Este efecto se ve incrementado en los lados que se muestran en la figura. Una solución obvia para obtener una mejor consistencia y mejorar el acabado de la superficie con un mínimo de inclinación, es reducir o aplanar los picos entre las marcas de avance. Esto puede ser hecho introduciendo un inserto con una configuración esquina capaz de anular o reducir estos picos.

Figura 320. Inclinación



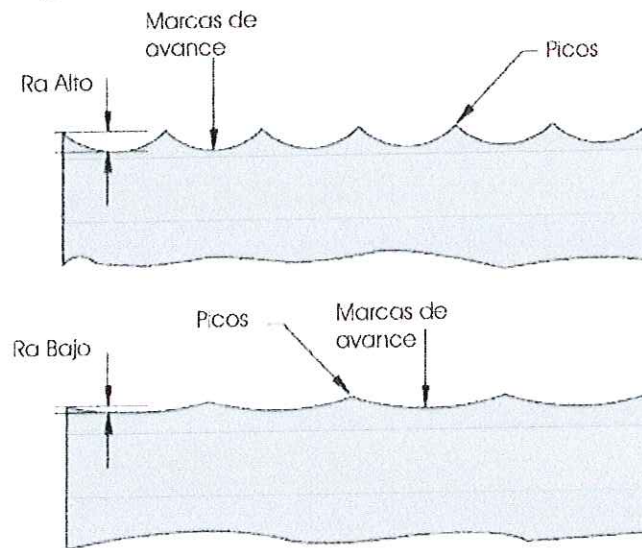
Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

En las siguientes figuras, se comparan las marcas del avance producidas con un inserto de radio de nariz (nose radius), aquellos producidos por un inserto de leva. Un inserto de leva con un radio grande borra o reduce los picos producidos, es efectivo en producir acabados por debajo de los 100 Ra como se pueden ver en las figuras, El inserto de leva es diseñado con la punta relativamente achatada

para los picos de las marcas de avance. Mejorando los acabados de superficie, una superficie plana y reduciendo los conos que se crean.

El inserto de leva están normalmente ajustados a 0.0005 a 0.002 arriba del inserto ubicado mas alto en la herramienta, para garantizar un buen borrado.

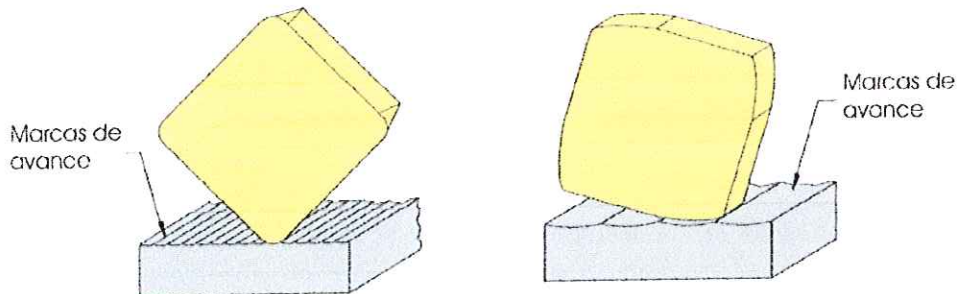
Figura 321. Marcas producidas



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

En las imágenes de arriba y abajo, se presentan las marcas producidas por un inserto estándar (radio de nariz) y la compara un los picos producidos con un inserto de leva con un radio mas grande.

Figura 322. Marcas de avance con diferentes tipos insertos

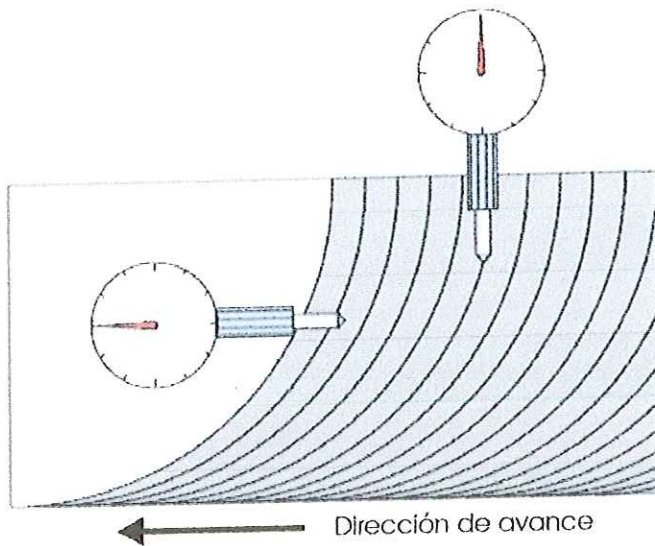


Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Procedimiento de cuantificación del acabado en una operación de maquinado

No debe confiar en sus ojos o en las uñas de sus dedos para determinar el acabado de la superficie. Las uñas son 25 veces mas grandes que el grosor de la punta de un instrumento para medir los acabados de superficie. Estos instrumentos de medidas deben ser utilizados aunque la apariencia de la superficie sea buena a simple vista, esta puede ser engañosa. Por ejemplo, la luz reflejada en una superficie uniformemente maquinada el patrón lucirá mas liso que un parámetro randomico. También una superficie brillante parecerá mas lisa que una superficie opaca. La ubicación de los instrumentos de medida en ciertas áreas específicas en la superficie afectara la lectura. También, una medida del acabado de superficie perpendicular a la dirección de avance es mejor que una medida que se efectúa paralelamente a la dirección de avance. Estos casos se presentan independientemente a las condiciones de la pieza de trabajo y el material.

Figura 323. Métodos de medición de acabados de superficie



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Causas del astillado de las herramientas

- Rigidez
- Carga de la viruta. Puede solucionarse reduciendo el avance.
- Aleación de la herramienta.
- Maquinado de viruta. Se puede incrementar los canales de evacuación o la presión del refrigerante.
- Ángulos de inclinación. Se pueden utilizar ángulos con mas fuerza.
- Manejo. Darle un manejo adecuado a la herramienta.

Causas de la vibración

- Carga de la viruta. incrementar la carga de la herramienta.
- Velocidad. Se puede disminuir la velocidad.

- Profundidad de corte.
- Rigidez.
- Sujeción.

Acumulación de viruta en la arista de corte de la herramienta

- Refrigerante. Se debe incrementar el fluido de refrigerante.
- Velocidad. Para la acumulación de la viruta se puede incrementar la velocidad, si se esta soldando la viruta se debe disminuir la velocidad.
- Carga de la viruta. Para la acumulación de viruta se puede incrementar la carga de la viruta, pero si se esta soldando se debe disminuir la carga.
- Geometría de la herramienta. Un ángulo de penetración afilado o incrementar el ángulo de inclinación, puede ayudar a reducir la tendencia de acumular material en las aristas.

Figura 324. Causas de la ruptura



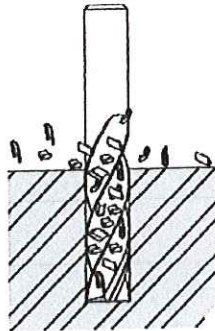
Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

- Profundidad de corte. No exceder la profundidad máxima de corte.
- Rigidez.
- Perdida del filo de la herramienta.
- Carga de la viruta.
- Evacuación de la viruta. La evacuación inadecuada puede ocasionar en la ruptura de la herramienta.

Causas de evacuación de viruta inadecuada

- Numero inadecuado de canales. Dos canales son requeridos para la evacuación adecuada de viruta en el desbaste, plung y el ranurado. Cuatro o más cuando es acabado solamente.
- Insuficiente refrigerante.

Figura 325. Evacuación de viruta inadecuada



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Causas de desgaste prematuro

- Velocidad
- Avance
- Aleación de la herramienta. Verificar si el material de la herramienta es el adecuado para maquinar el material de la pieza.
- Refrigerante. Que el refrigerante este bien suministrado y sea de buena calidad.

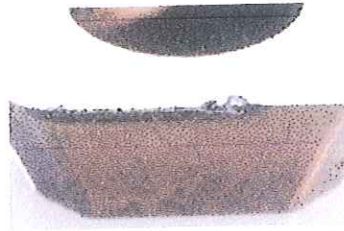
Figura 326. Astillado por profundidad de corte



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

- Geometría de corte. Se deben usar ángulos de 15°, 30° o 45°.
- Grado de resistencia al desgaste muy bajo.
- Muy alta velocidad de avance.

Figura 327. Fracturas térmicas

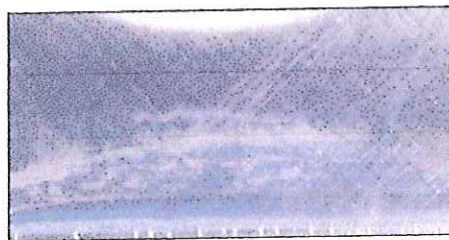


Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

Fracturas térmicas

- Velocidades de avance y de corte muy altas. Se deben reducir estas velocidades.
- El refrigerante debe ser correctamente aplicado.
- Usar una herramienta recubierta especial para maquinado húmedo.

Figura 328. Fracturas térmicas 1



Fuente: Tomado de Catalogo KENNAMETAL

3. SISTEMA SIMPLE DE SOPORTE PARA OPERACIONES DE MECANIZADO

3.1 INTRODUCCIÓN

Plásticos de Santander Ltda. quien es la empresa patrocinadora de este proyecto nos solicitó la creación de un sistema de soporte para las operaciones de mecanizado.

Se pensó en un sistema que relacionara los materiales de las piezas de trabajo (wpmaterial), los cortadores (cutter), los insertos (insert) y las herramientas de corte (ctool). En la base de datos se deberían almacenar todos estos tipos de objetos con todas sus respectivas características como nombre, descripción, diámetro, operación específica, material, etc. Una vez creados los objetos, se recopilaría información técnica sobre las relaciones entre estos objetos tales como los materiales compatibles, las velocidades de corte y avance dependiendo de los materiales en contacto, etc.

La visión de las directivas de la compañía era crear un sistema que pudiera ser consultado a través de la Intranet desde cualquier dependencia de la empresa, permitiendo así una integración de la información entre todos los departamentos. Esto con el fin de poder realizar un trabajo concurrente entre todas las dependencias que interactúan en el proceso de manufactura de moldes.

Adicionalmente se requería que el sistema fuera modular para que al pasar el tiempo se pudieran ir anexando módulos que hicieran al sistema cada vez mas completo, una especie de base de conocimiento que no solo prestara soporte para las operaciones de mecanizado sino que en un futuro tuviera características específicas de maquinas, procedimientos de diseño de moldes y trayectorias de mecanizado, librerías estandarizadas de componentes de moldes, librerías predefinidas de trayectorias de mecanizado, etc.

En base a estos requerimientos se selecciono la arquitectura y la tecnología del sistema. Se decidió crear el sistema bajo el esquema de "servicios web", que significa que el sistema podría ser consultado desde cualquier navegador de Internet, los algoritmos y la base de datos se encontrarían en el servidor central de la Intranet.

3.2 TECNOLOGÍA

3.2.1 Diseño

Unified Modeling language(UML) Para el diseño del sistema se utilizo la herramienta UML que es probablemente la notación para diseño y análisis orientado a objeto mas conocida. UML es un lenguaje que unifica las mejores prácticas industriales de ingeniería para modelamiento de sistemas. UML

- Es un lenguaje para capturar el conocimiento (semántica) acerca de un sujeto y el conocimiento expresivo (sintaxis) relativo al sujeto para el propósito de comunicación.
- Aplica al modelamiento y los sistemas. El modelamiento envuelve un enfoque en el entendimiento (conocimiento) de un sujeto (sistema) y la captura y capacidad de poder comunicar este conocimiento.
- Es el resultado de unificar los sistemas de información y las mejores practicas de la industria de ingeniería tecnológica (principios, técnicas, métodos y herramientas).
- Es basado en el paradigma orientado a objetos.

Programación orientada a objetos Los objetos son claves para entender la tecnología orientada a objetos. Podemos mirar a nuestro alrededor y ver muchos ejemplos de objetos del mundo real: el perro, el escritorio, el televisor.

Estos objetos del mundo real comparten dos características: todos ellos tienen estados y comportamientos. Por ejemplo los perros tienen estados (nombre, color, hambre) y comportamiento (persiguiendo, saltando).

Los objetos en software son modelados igual que los objetos del mundo real en el hecho de que tienen estado y comportamiento. Un objeto de software mantiene su estado en una o más variables. Un objeto de software implementa su comportamiento mediante métodos. Un método es una función asociada con un objeto.

3.2.2 Software utilizado

PostgreSQL Este es un servidor de base de datos relacional de licencia GNU – GPL con soporte para sistemas operativos linux y windows.

Java Es un lenguaje de programación orientado a objetos que funciona bajo cualquier plataforma debido a que funciona como un lenguaje interpretado.

Java Server Pages Es una tecnología derivada de Java que se incrusta en el código HTML de las páginas web y que es procesado por un servidor web con soporte para Java y permite la generación de contenido dinámico.

JavaBeans Es otra tecnología de Java que permite la creación de objetos que sirven para el procesamiento de información. Se pueden ver como cajas negras de procesamiento.

TomCat Es un servidor web que contiene un container Java para la compilación y ejecución de código Java dentro del servidor.

3.3 OBJETIVOS DEL SISTEMA

Debido al nivel académico del proyecto y a los requerimientos actuales de la empresa patrocinadora el sistema se ha desarrollado para proveer soporte en:

- La selección del material de la herramienta dependiendo del tipo de material a mecanizar.
- La selección de la herramienta más adecuada para el tipo de operación de corte.
- El cálculo de la velocidad y avance iniciales
- Encontrar la velocidad de avance y velocidad de giro del husillo.

Los datos ingresados en el sistema fueron proporcionados por la empresa, y por los proveedores de herramientas de la misma.

3.4 DOCUMENTACIÓN

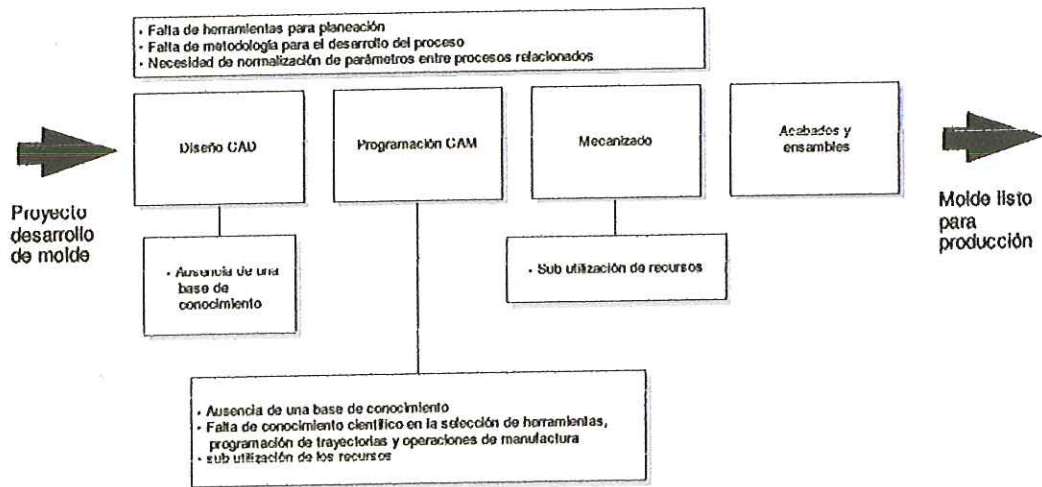
3.4.1 Tecnología

javaDoc Esta es una herramienta de Java que permite la creación de documentación de clases cumpliendo con los estándares de Java. Se utilizó para crear la documentación de las clases que se desarrollaron para el sistema.

Diagramas UML Se utilizó para la creación de los diagramas de diseño del sistema.

METODOLOGÍA DE DISEÑO

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA



- Falta de una herramienta para la planeación

El departamento de diseño y metalmecánica no poseen información de las herramientas disponibles en el taller.

El departamento de metalmecánica no posee información técnica sobre las características básicas de las herramientas, ni de sus materiales.

- Falta de metodología en el desarrollo del proceso

En el departamento no existen métodos documentados de estándares en el desarrollo de de todos los procesos.

- Necesidad de normalización de los parámetros entre los procesos relacionados

Definición de los parámetros necesarios para realizar de manera eficiente las operaciones de mecanizado

- Ausencia de una base de conocimiento

Falta de una base de conocimiento que permita integrar los recursos disponibles entre los departamentos de diseño y metalmecánica

Necesidad de un soporte de fácil acceso para la toma de decisiones en el planeamiento de selección de herramientas y operaciones de manufactura.

- Falta de conocimiento científico

Falta de investigación de datos de los fabricantes que den soporte al uso correcto de las herramientas y las operaciones de manufactura.

- Sub utilización de recursos

Tiempos prolongados en la generación de trayectorias de mecanizado

Tiempos prolongados en la manufactura de partes

ELEMENTOS DEL PROBLEMA

- MasterCAM V9 modulo mill, menú toolpath y NC

Software para la generación de trayectorias de mecanizado teniendo como base un diseño CAD y de acuerdo a parámetros de herramientas y materiales. Pos procesa la trayectoria y la convierte en código G.

- Herramientas

Conocimiento de los materiales de las herramientas, compatibilidades con los materiales de la pieza de trabajo y parámetros básicos para el uso adecuado de estas.

- Operaciones de manufactura

Conocimiento de las operaciones básicas para realizar mecanizados en centros de mecanizado verticales de 3 ejes y la configuración de los parámetros básicos.

- Metodología

Documentación de la metodología para llevar a cabo el proceso de producción.

RECOPILACIÓN DE DATOS

Medios consultados para la documentación de la investigación:

Consulta de proyectos de grado UIS
Asesoría profesores UIS – UNAB
Manuales disponibles de masterCAM
Literatura disponible de operaciones de manufactura en centros de mecanizado verticales de 3 ejes.
Manuales y tablas de los fabricantes de herramientas
Exploración de opciones disponibles para programación de CAM en software masterCAM

ANÁLISIS DE DATOS

Los manuales disponibles del software masterCAM son complejos, no presentan detalle ni claridad en las explicaciones y están disponibles en idioma inglés.

Los manuales de los fabricantes de herramienta son muy generales para la industria metalmecánica y están disponibles en idioma inglés.

Ausencia de un sistema de información que permita una consulta fácil a la literatura existente.

Falta de información organizada que proporcione un acceso fácil y rápido.

Necesidad de una metodología estructurada para el planeamiento de la manufactura asistida por computador.

Posibilidad de desarrollo de un software CAPP que soporte al usuario en la interacción entre el CAD y el CAM.

SOLUCIONES



Redacción de un manual de consulta detallado y en español del software masterCAM V9 modulo mill, menú toolpath y NC; digitalizado y disponible en las estaciones de trabajo.

Redacción de un manual básico sobre operaciones de desprendimiento de viruta para centros de mecanizado de 3 ejes, digitalizado y disponible en las estaciones de trabajo.

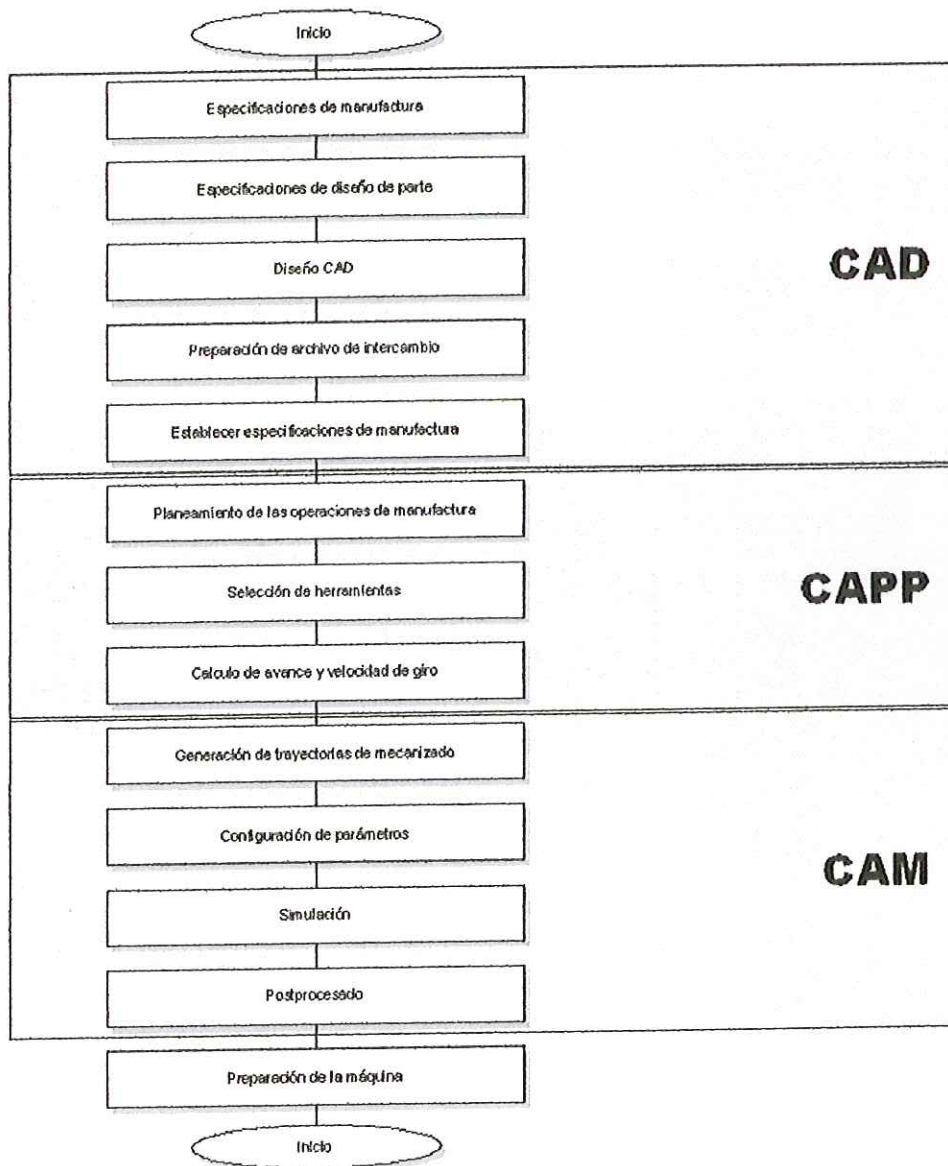
Planteamiento de metodología para la selección de herramientas y operaciones de manufactura en centros de mecanizado de 3 ejes.

Desarrollo de software de apoyo para el planeamiento del proceso y la selección de herramientas disponibles para la programación de las trayectorias en el software CAM. Adicionalmente proporciona información de las herramientas disponibles a los diseñadores.

ANEXO A

METODOLOGÍA PARA SELECCIÓN DE HERRAMIENTAS Y OPERACIONES DE MANUFACTURA EN CENTROS DE MECANIZADO DE 3 EJES

Metodología para selección de herramientas



- Especificaciones de manufactura
 - Desplazamiento máximo de la máquina
 - Tipo de máquina
 - Numero de ejes
 - Material
 - Acabados
- Especificaciones de diseño de parte
 - Dimensiones o planos
 - Tolerancias
 - Acabados
 - Forma de la parte
 - Nombre de la parte
- Diseño CAD
 - Software a utilizar
 - Tipo de construcción (sólidos o superficies)
- Preparación archivo de intercambio
 - Tipo archivo intercambio (iges)
- Establecer especificaciones de manufactura
 - Tipos de operaciones
 - Diámetros mínimos
 - Ángulos de corte
- Material
 - Dureza
 - Stock to leave
 - Acabados
- Planeamiento de operaciones de manufactura
 - Profundidad de corte
 - Numero de pasadas
 - Estrategias de maquinado
 - Avance
 - Velocidad de giro
 - Distancia entre pasadas
 - Sujeción de la pieza
 - Refrigerante
- Selección de herramientas
 - Tipo
 - Material
 - Porta herramientas
 - Numero de insertos
 - Dimensiones
 - Geometría de corte
- Calculo de avance y velocidad de giro
 - Velocidad inicial
 - Avance inicial
 - Avance
 - Velocidad de giro

- Generación de trayectorias de mecanizado
 - Tipo de trayectoria
 - Parámetros de la trayectoria
 - Acabados
 - Entrada y salida de la herramienta

 - Configuración de parámetros
 - Avance
 - Velocidad de giro
 - Refrigerante
 - Herramientas

 - Simulación
 - Verificación de trayectoria
 - Verificación de colisiones
 - Verificación de geometría requerida

 - Post procesado
 - Generación del código G
 - Tipo de procesador

 - Preparación de máquina
 - Sujeción física de la pieza
 - Montaje de herramientas
 - Afilado de herramientas
 - Compensación de herramientas
 - Refrigerantes
- Ajustes finales
Verificación de medidas y acabado

ANEXO B

Desarrollo para Plásticos de Santander Ltda.

January 2005

Manual de usuario

Version 0.3

Archivos incluidos

- *Documentacion.doc*

Este documento, contiene toda la documentación textual del sistema. Editable.

- *Documentacion.pdf*

Este documento, contiene toda la documentación textual del sistema. No editable.

- *ER_diagram.html*

Documento detallado sobre el diagrama E-R. Contiene cada una de las tablas, con todos los tipos de datos y comentarios sobre cada uno de los campos. El reporte por defectos del programa no muestra las llaves foráneas (FK), pero estas pueden observarse en el editable del diagrama, en la imagen o en el código SQL.

- *Codigo SQL.txt*

Documento que contiene el código SQL para la creación de las tablas en la base de datos. Permite observar todas las PK y FK.

- *UML editables*

Directorio que contiene los diagramas UML y E-R para editar en Poseidon for UML CE 2.6 y DBDesigner 4.0.5.6 beta.

- *UML imagenes*

Directorio que contiene los diagramas UML y E-R en formato JPG.

- *UI*

Directorio que contiene la documentación de la interfaz de usuario.

Términos y campos utilizados

UCD: Use Case diagram

AD: Activity diagram

Probable: Cuando el campo puede existir o puede que se requiera crearlo

Ctool: Cutting tool – herramienta de corte

Wpmaterial: Workpiece material – material de la pieza de trabajo

Diagramas UML incluidos

Para los diagramas USE CASE y ACTIVITIES se incluye el diagrama para editar en Poseidon for UML CE 2.6.

Para el diagrama E-R se incluye el diagrama para editar en DBDesigner 4.0.5.6 beta

Un reporte detallado del diagrama E-R se incluye en formato HTML.

El código SQL para la creación de las tablas en la database se incluye en formato ASCII. (codigo SQL1.1.txt)

Para cada uno de los diagramas incluidos existe un archivo de imagen JPG.

Classes

Para el desarrollo del sistema, se han identificado los siguientes tipos de objetos (JavaBean)

Calculate

set: parámetros requeridos para el calculo de avances y velocidades

get: tasa de avance y velocidad de giro

Conectores

set: dirección de la base de datos

get: conexión con la base de datos

DBResults

set: un resultado de una búsqueda

get: un resultado de una búsqueda en formato array

DatabaseUtilities

set: una búsqueda

get: un resultado de una búsqueda

Delete

set: registro a eliminar

get: registro eliminado

Login

set: identificación de usuario

get: acceso al usuario

QueryInsert

set: tipos de búsqueda

get: resultado de una búsqueda

Search

set: tipo de búsqueda

get: resultado de una búsqueda

Select

set: tabla

get: registros de la tabla

ValidateAdd, ValidateAdd1, ValidateAdd2

set: parámetros entrados por el usuario

get: valida y graba registros

Software requerido

- Se requiere la instalación del servidor HTTP Apache tomcat 5.0.28. La librería tools.jar debe ser copiada del directorio \SDK\lib al directorio \common\lib del servidor para que el tomcat compile correctamente.
- Se requiere la instalación de J2SDK 1.4.2
- Se requiere la configuración del servidor HTTP. Esto incluye los usuarios, permisos, programas desplegados, etc.
- Se requiere la instalación del servidor DB PostgreSQL 8.0.0 win32
- Se requiere conocer el nombre del driver JDBC para realizar la conexión.
- Se requiere la instalación de NetBeans para el desarrollo de los beans y servlets.
- Se requiere configurar "el sitio" en Macromedia Dreamweaver

La documentación de beans y servlets se realizó a través de *javadoc tool*.

Documentación de la UI

Diagrama preliminar de la UI.

En el diagrama se muestra un bosquejo de la UI implementada para nuestro sistema de información. Esta compuesta de 3 marcos.

El leftFrame es un marco que permanece estático durante toda la aplicación, que muestra las posibles opciones de búsqueda del sistema.

El topFrame es un marco que cambia de acuerdo a la opción de búsqueda que se ha seleccionado en el leftFrame. Como las opciones de búsqueda del sistema son 4, así mismo los posibles topFrames de la aplicación son 4.

El mainFrame es el encargado de mostrar todos los resultados de las búsquedas ejecutadas. Deberá ser entonces una página en blanco donde se pueda incrustar código HTML generado de acuerdo a los resultados de las búsquedas.

Adicionalmente se deben tener en cuenta los frames que se muestra al ingresar a la aplicación.

Localizaciones para backup

Para llevar a cabo un backup completo del sistema se requiere que se graben los siguientes directorios

- program files\apache software foundation\tomcat "version"\webapps\appname"
- documents and settings\user\.\netbeans\version\javadoc\packagename"
- DB backup

para realizar el backup de la DB se deben utilizar las herramientas pg_dump y pg_restore que se encuentran en el directorio program files\postgresql\version\bin.

pg_dump "DBname" -D -U postgres -v -f [c:\out.backup](#) **mirar documentación para info de las opciones seleccionadas.

pg_restore -c -d template1 -U postgres [c:\out.backup](#)

Creación de archivo de configuración de conexión de la DB

user/password: sofia (admin) Todos los privilegios

user/password: sofia1 (user) privilegios de adición de registros solamente

DB name: sofia

para crear la base de datos se debe primero crear el usuario, el usuario debe poder crear bases de datos para que el mismo usuario pueda crear la DB

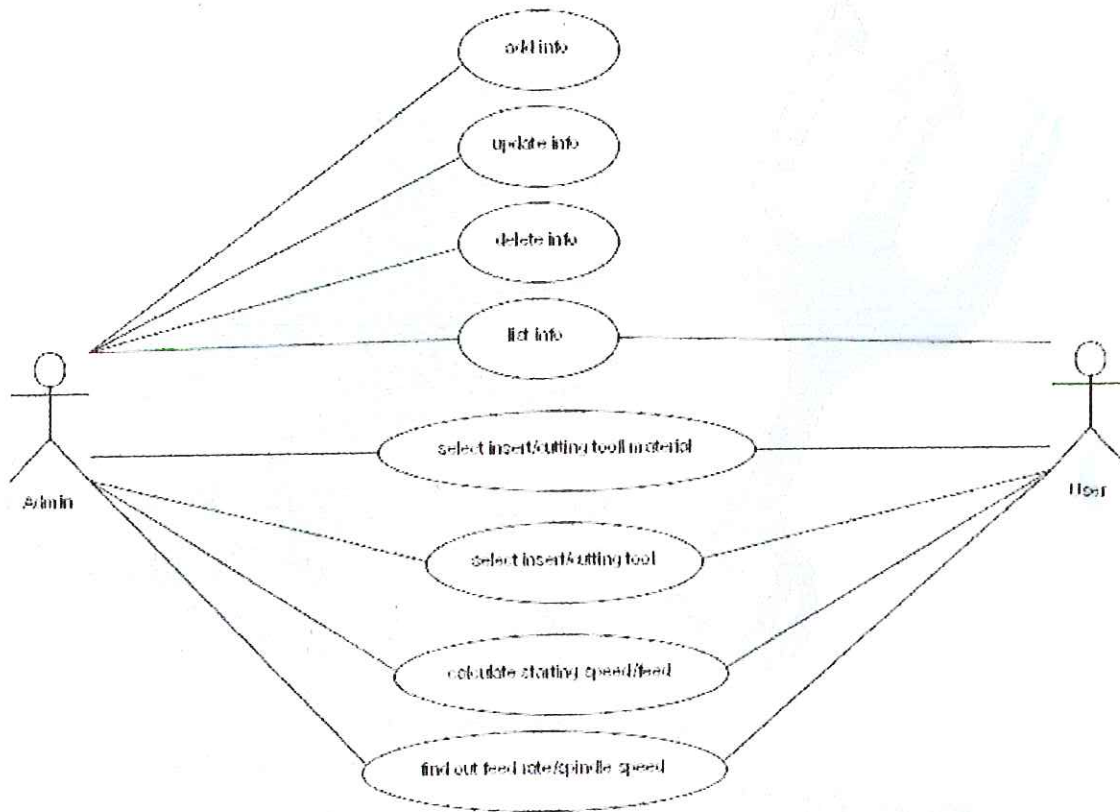
Tabulación de la información en la DB

Para la tabulación de los registros de la DB, se usara la misma interfaz gráfica del programa.

System users

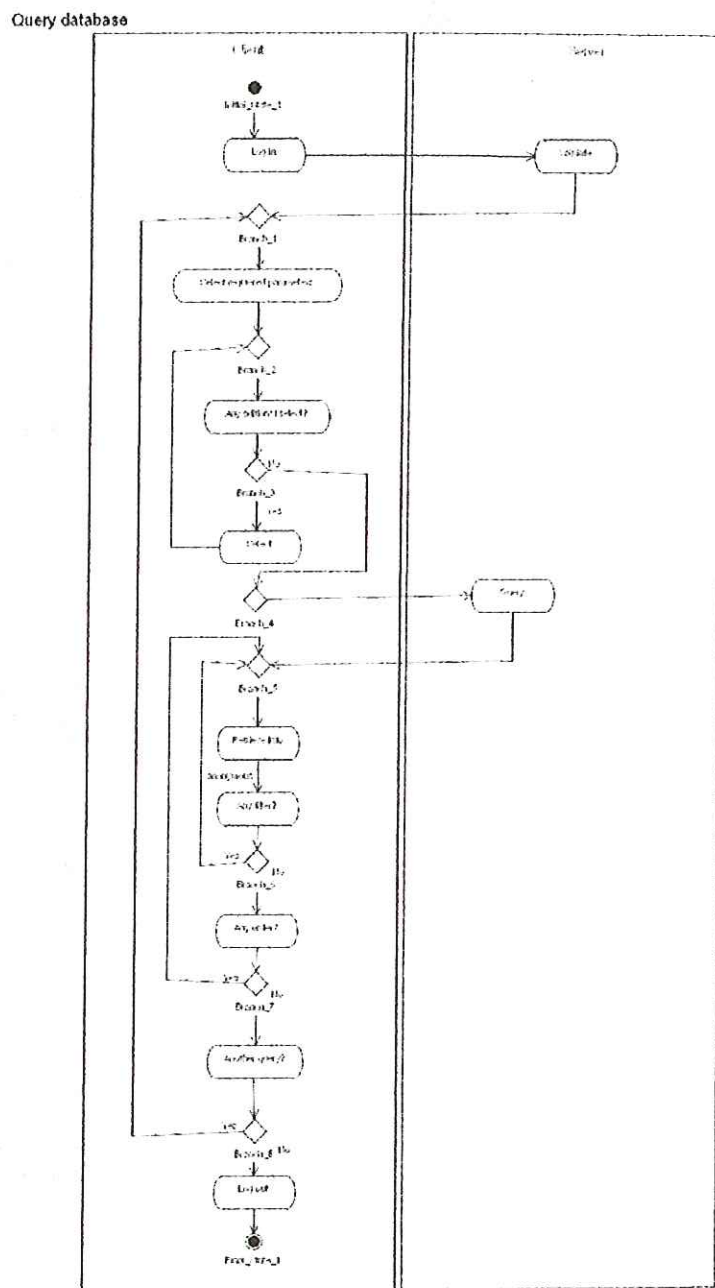
username	password	privileges
admin	admin	admin
user	user	user

Diagrama de casos y usos



Fuente: Tomado de PoseidonUML

Diagrama de actividades



Fuente: Tomado de PoseidonUML

ANEXO D

FUNCIONAMIENTO INTERNO DEL SOFTWARE DE APOYO DE PLANEAMIENTO DEL PROCESO

- Formulas utilizadas

$$SPINDLE(RPM) = \frac{SFM}{D} \times 3.82$$

$$FEED(IPM) = ipt \times nt \times RPM$$

$$3.82 = 12 / \pi$$

- Tablas de soporte teórico

Tablas proporcionadas por el fabricante de herramientas KENNAMETAL®

Figura 332. Tabla ejemplo para aceros de bajo carbono

Low-Carbon Steels (< 220 BHN)

AISI: 1008, 1010, 1018, 1020, 1108, 1117, 1141, 1151, 12L13, 12L14

2nd step - Grade – Select By Application

wear resistance setup rigidity	light	general	heavy
	KT195M/HT7	KC792M/KC715M	KC725M
	KC792M/KC715M	KC725M	CG4
	KC725M	CG4	KC720

feed / chip load
toughness

3rd step - Feed – Chip Load/Inches Per Tooth

grade	.002	.004	.006	.008	.010	.012	.014	.016	starting feed
KT195M/HT7	.003			.010					.004
KC792M	.004		.008						.005
KC715M	.003			.010					.005
CG4	.004					.014			.007
KC725M	.003					.014			.007
KC720	.004						.016		.005

4th step - Speed – Surface Feet Per Minute

grade	coolant wet/dry	speed range							starting speed
		low						high	
		200	400	600	800	1000	1200	1400	
KT195M/HT7	dry			500			1200		330
KC792M	dry			600			1150		700
KC715M	dry		450				1100		650
CG4	fwet dry		500			1000			600
KC725M	fwet dry		350		900				600
KC720	fwet dry	200		700					400

Fuente: Tomado de KENNAMETAL Milling catalog 8040

- Objetos y relaciones

Objetos

Material de la pieza de trabajo (wpmaterial)

Insertos (insert)

Cortadores (cutter)

Herramienta de corte (cutting tool)

Relaciones

Relación inserto – cortador

Relación inserto – material de la pieza de trabajo

Relación herramienta de corte – material de la pieza de trabajo

Relación inserto – material de la pieza de trabajo – velocidad inicial (según tablas proporcionadas por el fabricante)

Relación inserto – material de la pieza de trabajo – avance inicial (según tablas proporcionadas por el fabricante)

Relación inserto – material de inserto

Relación herramienta de corte – material herramienta de corte

Relación material de inserto – grupo material del inserto

Relación material de la pieza de trabajo – grupo del material de la pieza de trabajo

Relación grupo wpmaterial – super grupo wpmaterial

- Diagrama E-R

En el diagrama de entidades-relaciones se identificaron cuatro áreas principalmente: wpmaterials, cutters & inserts, ctools y starting values.

Área wpmaterials

Esta área contiene cinco tablas:

- table_wpmaterial
- table_wpmaterialgroup
- table_wpmaterialspecificgroup
- table_ctoolwpmaterialuse
- table_insertwpmaterialuse

Área cutters & inserts

Esta área contiene cuatro tablas:

- table_cutter
- table_insert
- table_insertmaterial
- table_insertcutter

Área ctools

Esta área contiene dos tablas:

- table_ctool
- table_ctoolmaterial

Área starting values

Esta área contiene cuatro tablas:

- table_ctoolwpmaterial_startfeed
- table_ctoolwpmaterial_startspeed
- table_insertwpmaterial_startfeed
- table_insertwpmaterial_startspeed

ANEXO E

FUNCIONES PRINCIPALES DEL SOFTWARE

Creación de registros

Creación de relaciones

Listado de registros

Borrado de registros

Acceso al manual de masterCAM

Acceso al manual de operaciones de desprendimiento de viruta

Selección del material de la herramienta de acuerdo al material de la pieza de trabajo

Selección de la herramienta de acuerdo al material de la pieza de trabajo, operación de manufactura y diámetro requerido

Listado de avance y velocidad inicial

Calculo de avance y velocidad de giro

DIAGRAMA USE CASE

El diagrama Use Case muestra las diferentes funciones que tiene el sistema.

En el diagrama mencionado anteriormente se especifican dos tipos de actores diferentes.

Admin: Este actor tiene privilegios en el sistema que le permiten adicionar, actualizar, listar y borrar registros del sistema, adicionalmente tiene acceso a todas los tipos de consulta implementados.

User: Este actor tiene privilegios en el sistema para realizar todos los tipos de consultas implementadas así como para listar todos los registros del sistema.

Adicionar información/add info

Este caso de uso se presenta cuando el admin desea adicionar registros al sistema de apoyo. El usuario puede ingresar registros de los cuatros tipos de objetos mencionados.

5. Workpiece material
6. Ctool (cutting tool)
7. Cutter
8. Insert

Actualizar información/Update info

Este caso de uso se presenta cuando el admin desea actualizar registros del sistema. Se considera esta opción para registros digitados erradamente. El sistema requiere y presenta a través de la UI:

- Selección de la tabla
- Selección del registro
- Edición del registro
- Guardar el registro

Borrar información/Delete info

Este caso de uso se presenta cuando el admin desea eliminar registros del sistema. Se considera esta opción para el caso de herramientas que no sean utilizadas después de un tiempo específico o materiales obsoletos. El sistema requiere y presenta a través de la UI:

- Selección de la tabla
- Selección del registro
- Borrado del registro

Listar información/List info

Este caso de uso se presenta cuando el admin desea listar todos los registros de

una tabla o en su defecto de la totalidad de los registros del sistema. Se considera esta opción para el caso de necesidad de análisis de los registros o inventarios de herramientas. El sistema requiere y presenta a través de la UI:

Selección de la tabla

Seleccionar material del inserto o herramienta de corte/Select insert or ctool material

Este caso de uso se presenta cuando el admin o user desea seleccionar el material del inserto o broca que sea mas eficiente según el tipo de material de la pieza de trabajo. El sistema requiere y presenta a través de la UI:

Requerido: workpiece material group

Opcional: diámetro de la herramienta y/o tipo de operación requerida

Filtrar resultados por: cualquier característica

Ordenar resultados por: cualquier característica

Seleccionar inserto o herramienta de corte/Select insert or ctool

Este caso de uso se presenta cuando el admin o user desea seleccionar el inserto o broca que sea mas eficiente según el tipo de material de la pieza de trabajo. El sistema requiere y presenta a través de la UI:

Requerido: workpiece material, diámetro de la herramienta y/o tipo de operación requerida

Opcional: diámetro de la herramienta y/o tipo de operación requerida (probable)

Filtrar resultados por: cualquier característica

Ordenar resultados por: cualquier característica

Calcular avance y velocidad inicial/Calculate starting speed and feed

Este caso de uso se presenta cuando el admin o user desea estimar el avance y velocidad inicial para una herramienta y un material de trabajo específico. El sistema requiere y presenta a través de la UI:

Requerido: workpiece material, herramienta especifica

Opcional: no aplica

Filtrar resultados por: cualquier característica

Ordenar resultados por: cualquier característica

Encontrar la velocidad de avance y velocidad de giro del husillo/Find out feed rate and spindle speed

Este caso de uso se presenta cuando el admin o user desea encontrar la velocidad de avance y la velocidad de giro del husillo. El sistema requiere y presenta a través de la UI:

390

Requerido: avance y velocidad inicial, numero de dientes de la herramienta y potencia de la maquina.

Opcional: no aplica

Filtrar resultados por: no aplica

Ordenar resultados por: no aplica

ANEXO F

EXPLICACIÓN GENERAL DE LA OPERACIÓN DEL SOFTWARE DESARROLLADO

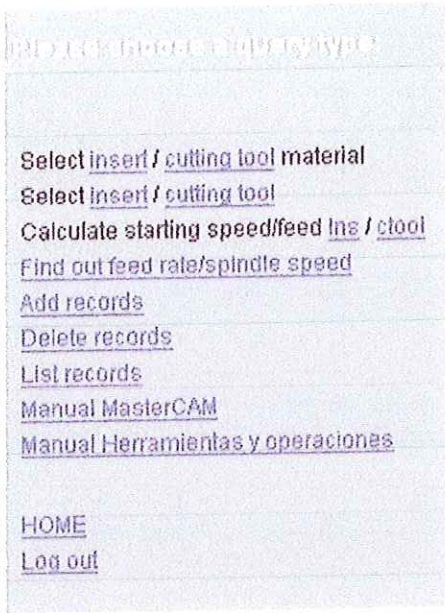
Figura 333. Pantalla inicio de sesión

Please sign in:

<input type="text" value="admin"/>	Username
<input type="password" value="password"/>	Password
<input type="button" value="Enviar"/>	

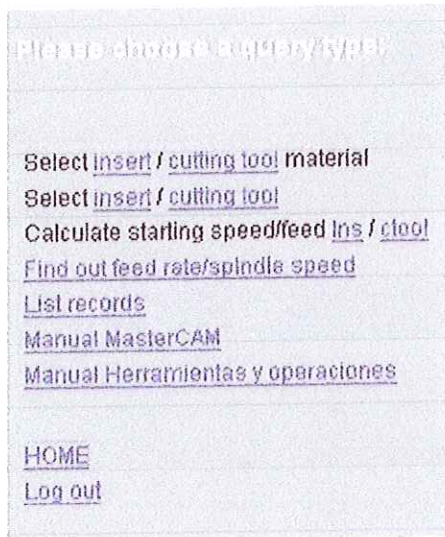
Esta pantalla se muestra al iniciar el software, y permite que el usuario o administrador validen sus permisos.

Figura 334. Menú del usuario administrador



Opciones disponibles para el usuario tipo admin.

Figura 335. Menú del usuario sin privilegios



Opciones disponibles para el usuario sin privilegios

SELECCIÓN DEL MATERIAL PARA INSERTOS Y HERRAMIENTAS DE CORTE

Figura 336. Pantalla para selección de material de pieza de trabajo

Seleccione el material a mecanizar:

Aceros endurecidos y hierros	Select
------------------------------	--------

Esta pantalla se muestra cuando se selecciona alguna de las opciones para selección de material de insertos o de herramientas de corte.

Figura 337. Pantalla resultados selección material

id_insertwpmaterial_use	name_wpmaterialsupergroup	name_insertmaterial
7	Aceros endurecidos y hierros	K090

Esta pantalla se muestra una vez se ha seleccionado el material de la pieza de trabajo. En este caso se pidió la selección de insertos, el procedimiento es el mismo para la selección de herramientas de corte (figura 336).

SELECCIÓN DE INSERTO O HERRAMIENTA DE CORTE

Figura 338. Selección de material pieza de trabajo, diámetro y tipo de operación.

Seleccione el material a mecanizar y chequee las opciones adicionales de búsqueda:

Wpmaterial:

Diametro herramienta: (Inches)

Tipo de operacion:

Esta pantalla permite seleccionar el material a mecanizar, el diámetro de herramienta requerido para realizar la operación y el tipo de operación. Se puede filtrar la búsqueda por uno o por los dos parámetros mencionados según se seleccione la casilla.

Figura 339. Resultados selección de inserto o herramienta

name_wpmaterialsupergroup	name_insertmaterial	name_insert	name_cutter	diameter_cutter	operationspecific_cutter
Aceros inoxidable austeniticos	CG4	insertos1	cortador1	16	desbaste
Aceros inoxidable austeniticos	CG4	insertos1	cortador2	15	taladrado
Aceros inoxidable austeniticos	CG4	insertos1	cortador4	12	taladrado

Esta pantalla se muestra una vez se ha seleccionado el material de la pieza de trabajo y cualquiera si es el caso de los otros parámetros posibles. En este caso se pidió la selección de insertos, el procedimiento es el mismo para la selección de herramientas de corte (figura 338).

CALCULO DE LAS VELOCIDADES INICIALES DE CORTE Y AVANCE

Figura 340. Selección de material de la pieza de trabajo y herramienta

Seleccione el material a mecanizar y el material del inserto:

Aceros de bajo carbono (<220BHN)

CG4

Esta pantalla nos permite seleccionar el tipo de material que vamos a mecanizar y el tipo de inserto o herramienta de corte que se usara para cortar el material. Con base en estos datos el sistema lista las velocidades iniciales recomendadas por el fabricante para esta operación.

Figura 341. Resultados velocidades iniciales

Velocidad Inicial (Surface feed per minute)

id_insertwpmaterial_startspeed	name_wpmaterialgroup	name_insertmaterial	lowlimit_value	highlimit_value	start_value	doc_value	brn_value
2	Aceros de bajo carbono (<220BHN)	CG4	400	1000	500	0.1	220

Avance Inicial (Chip load / Inches per tooth)

id_insertwpmaterial_startfeed	name_wpmaterialgroup	name_insertmaterial	lowlimit_value	highlimit_value	start_value
2	Aceros de bajo carbono (<220BHN)	CG4	0.004	0.014	0.007

Esta pantalla se muestra una vez se ha seleccionado el material de la pieza de trabajo y el material de la herramienta de corte o inserto. En este caso se pidió la selección de insertos, el procedimiento es el mismo para la selección de herramientas de corte (figura 340).

ENCONTRAR PARÁMETROS DE AVANCE Y VELOCIDAD DE GIRO DEL HUSILLO

Figura 342. Entrada de parámetros de trayectoria

Por favor digite los valores requeridos:

Digite avance inicial (Chip load / Inches per tooth):

Digite velocidad inicial (Surface feed per minute):

Digite No de dientes efectivos en la herramienta:

Digite diametro de la herramienta (Inches):

<input type="text"/>	(DECIMAL)
<input type="text"/>	(INTEGER)
<input type="text"/>	(INTEGER)
<input type="text"/>	(INTEGER)
Select	

Esta pantalla permite al usuario ingresar los datos requeridos para el cálculo del avance y la velocidad de giro del husillo. En frente de cada campo se especifica el tipo de dato requerido. Existe una clase que valida los datos ingresados por el usuario antes de realizar los cálculos.

Figura 343. Resultado parámetros de trayectoria

Spindle speed (RPM)	0.02674
Feed rate (inches per minute feed)	80.22

Esta pantalla muestra los resultados del cálculo de los parámetros de trayectoria. Estos parámetros ya son los finales requeridos por el controlador de la maquina (figura 342).

ADICIONAR REGISTROS

Figura 344. Selección de objeto a adicionar

Please select an object to add:

En esta pantalla se debe seleccionar que tipo de objeto se desea agregar a la base de datos.

Herramienta de corte

Figura 345. Selección material herramienta de corte

Seleccione el material de la cutting tool:

En esta pantalla se debe seleccionar el tipo de material de la herramienta de corte.

Figura 346. Entrada de parámetros herramienta de corte

Add a cutting tool:

Nombre de la herramienta:	<input type="text"/>	VARCHAR(80)
Material:	<input type="text" value="Carburo"/>	VARCHAR(80)
Referencia de compra:	<input type="text"/>	VARCHAR(80)
Diámetro:	<input type="text"/>	(pul) FLOAT
Tipo de operación:	<input type="text"/>	(desbaste, superficie, taladrado) VARCHAR(45)
	<input type="button" value="Add"/>	

Esta pantalla permite ingresar todos los parámetros de la herramienta de corte que se requieren para crear el registro en la base de datos. En frente de cada campo se especifica el tipo de dato requerido. El campo de material aparece no modificable debido a que ha sido seleccionado anteriormente (figura 345).

Figura 347. Entrada nuevo material herramienta de corte

Digite el nombre del nuevo material de la cutting tool:

Nombre del material:	<input type="text"/>	VARCHAR(30) not null
Descripción del material:	<input type="text"/>	VARCHAR(255)
	<input type="button" value="Add"/>	

Pantalla para la creación de un nuevo material para herramientas de corte. En frente de cada campo se especifica el tipo de datos requerido. Existe una validación de datos entrados por el usuario antes de proceder con la creación del registro en la base de datos (transparente para el usuario).

Cortador

Figura 348. Creación de un nuevo cortador

Presione el botón para adicionar un nuevo cutter:

Add

Este botón permite re direccionar al usuario hacia la pantalla donde se puede realizar la entrada de un objeto tipo cortador.

Figura 349. Entrada de parámetros cortador

Add a cutter:

Nombre de la herramienta:	<input type="text"/>	VARCHAR(80)
Referencia de compra:	<input type="text"/>	VARCHAR(80)
Díametro:	<input type="text"/>	(pul) FLOAT
Tipo de operacion :	<input type="text"/>	(desbaste, superficie, taladrado) VARCHAR(45)

Add

Esta pantalla permite ingresar todos los parámetros del cortador que se requieren para crear el registro en la base de datos. En frente de cada campo se especifica el tipo de dato requerido.

Inserto

Figura 350. Selección del grupo del material del inserto

Seleccione el grupo al que pertenece el material del inserto:

En esta pantalla se debe seleccionar el grupo al cual pertenece el tipo de material del inserto que se va a crear en el sistema.

Figura 351. Selección del material del inserto

Seleccione el material al que pertenece el inserto:

En esta pantalla se debe seleccionar el material del inserto a crear.

Figura 352. Entrada de parámetros inserto

Add an insert:

Nombre del inserto:

VARCHAR(80)

Material:

VARCHAR(80)

Referencia de compra:

VARCHAR(80)

Geometría del inserto:

(redondo, cuadrado, inclinado) VARCHAR(45)

Angulo de entrada:

(grado inclinación) INTEGER

Esta pantalla permite ingresar todos los parámetros del inserto requeridos para crear el registro en la base de datos. En frente de cada campo se especifica el tipo

de dato requerido. El campo de material aparece no modificable debido a que ha sido seleccionado anteriormente (figura 351).

Figura 353. Entrada nuevo grupo de material y material del inserto

Digite el nombre del nuevo grupo de material y el nombre del inserto:

Nombre del grupo:	<input type="text"/>	VARCHAR(80) not null
Descripcion del grupo:	<input type="text"/>	VARCHAR(255)
Nombre del material:	<input type="text"/>	VARCHAR(80) not null
Descripcion del material:	<input type="text"/>	VARCHAR(255)
	<input type="button" value="Add"/>	

En esta pantalla se debe realizar el ingreso de un nuevo grupo de material y un material para insertos. En frente de cada campo se especifica que tipo de dato se requiere.

Figura 354. Entrada nuevo material de inserto

Digite el grupo al que pertenece el inserto:

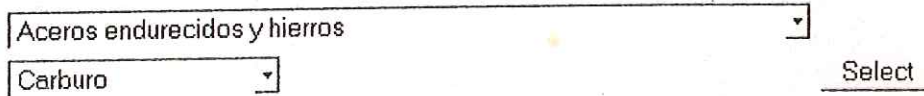
Nombre:	<input type="text"/>	VARCHAR(80) not null
Descripcion:	<input type="text"/>	VARCHAR(255)
	<input type="button" value="Add"/>	

En esta pantalla se debe realizar el ingreso de un nuevo material para insertos. En frente de cada campo se especifica que tipo de dato se requiere.

Relación material pieza de trabajo y herramienta de corte

Figura 355. Selección del material pieza de trabajo y herramienta de corte

Seleccione una cutting tool y un wpmaterial compatibles:



The screenshot shows a software interface with two dropdown menus and a 'Select' button. The top dropdown menu is labeled 'Aceros endurecidos y hierros' and has a small downward arrow on its right side. The bottom dropdown menu is labeled 'Carburo' and also has a small downward arrow on its right side. To the right of the bottom dropdown menu is a button labeled 'Select'.

Esta pantalla permite seleccionar un material pieza de trabajo y un material de herramienta de corte para crear una compatibilidad entre ellos. Esta relación se usa para la selección de herramientas o materiales de acuerdo al tipo de material pieza de trabajo.

Relación material pieza de trabajo e inserto

Figura 356. Selección de material pieza de trabajo e inserto

Seleccione un insert y un wpmaterial compatibles:



The screenshot shows a software interface with two dropdown menus and a 'Select' button. The top dropdown menu is labeled 'Aceros endurecidos y hierros' and has a small downward arrow on its right side. The bottom dropdown menu is labeled 'CG4' and also has a small downward arrow on its right side. To the right of the bottom dropdown menu is a button labeled 'Select'.

Esta pantalla permite seleccionar un material pieza de trabajo y un material de inserto para crear una compatibilidad entre ellos. Esta relación se usa para la selección de herramientas o materiales de acuerdo al tipo de material pieza de trabajo.

Relación inserto y cortador

Figura 357. Selección de inserto y cortador

Seleccione un insert y un cutter compatibles:

Esta pantalla permite seleccionar un inserto y un cortador. Esto con el fin de saber que insertos se pueden usar con cual cortador.

Material pieza de trabajo

Figura 358. Selección del grupo de material pieza de trabajo

Seleccione el grupo al que pertenece el workpiece material:

Esta pantalla permite seleccionar el grupo al que pertenece el material pieza de trabajo que se va a adicionar.

Figura 359. Selección del subgrupo material pieza de trabajo

Seleccion el subgrupo al que pertenece el workpiece material:

Esta pantalla permite seleccionar el subgrupo al que pertenece el material pieza de trabajo que se va a adicionar.

Figura 360. Entrada de parámetros material pieza de trabajo

Add a material:

Nombre del material:	<input type="text"/>	VARCHAR(80)
Dureza del material:	<input type="text"/>	(BHN) INTEGER
Temperatura trat. termico:	<input type="text"/>	(°C) INTEGER
Procedimiento trat. termico:	<input type="text"/>	VARCHAR(80)
Referencia de compra:	<input type="text"/>	VARCHAR(80)
Nombre del sub grupo:	Aceros, aceros inoxidables y hierros (450-700BHN)	VARCHAR(80)
Nombre del grupo:	Aceros endurecidos y hierros	VARCHAR(80)
	<input type="button" value="Add"/>	

Esta pantalla permite ingresar todos los parámetros del material pieza de trabajo requeridos para crear el registro en la base de datos. En frente de cada campo se especifica el tipo de dato requerido. El campo nombre de grupo y subgrupo aparecen no modificable debido a que han sido seleccionados anteriormente (figura 359).

Figura 361. Entrada nuevo grupo y subgrupo material pieza de trabajo

Digite el nombre del nuevo "super grupo" y grupo de workpiece material:

Nombre supergrupo:	<input type="text"/>	VARCHAR(80) not null
Descripcion de supergrupo:	<input type="text"/>	VARCHAR(255)
Nombre del grupo:	<input type="text"/>	VARCHAR(80) not null
Descripcion de grupo:	<input type="text"/>	VARCHAR(255)
	<input type="button" value="Add"/>	

En esta pantalla se debe realizar el ingreso de un nuevo grupo y subgrupo de material de la pieza de trabajo. En frente de cada campo se especifica que tipo de dato se requiere.

Figura 362. Entrada nuevo grupo material pieza de trabajo

Digite el grupo al que pertenece el workpiece material:

Nombre:	<input type="text"/>	VARCHAR(80) not null
Descripcion:	<input type="text"/>	VARCHAR(255)
	<input type="button" value="Add"/>	

En esta pantalla se debe realizar el ingreso de un nuevo grupo de material de la pieza de trabajo. En frente de cada campo se especifica que tipo de dato se requiere.

ELIMINAR REGISTROS

Figura 363. Selección de objeto a eliminar

Please select an object to delete:

Workpiece material ▾
Search

En esta pantalla se debe seleccionar que tipo de objeto se desea eliminar de la base de datos.

Figura 364. Selección del registro a eliminar

id_ctool	name_ctool	reference_ctool	diameter_ctool	operationspecific_ctool	name_ctoolmaterial
2	Escareador1	ghj-10f	0.3	desbaste	HSS
3	Escareador2	esc-88f	0.5	desbaste	Carburo
4	buril1	jkdf-90e	0.2	taladrado	Carburo
5	Escareador3	kjgfg-099d	0.4	desbaste	Carburo
6	Escareador4	esc-98d	2	desbaste	Carburo

Delete

Una vez seleccionado el tipo de objeto a eliminar, se muestra un listado de todos los registros actuales en la base de datos. En frente de cada campo hay un botón de selección para escoger cual de todos los campos se desea eliminar; una vez seleccionado el registro se presiona el botón eliminar.

LISTADO DE REGISTROS

Figura 365. Selección de objeto a listar

Please select an object to list:

Workpiece material

En esta pantalla se debe seleccionar que tipo de objeto se desea listar de la base de datos.

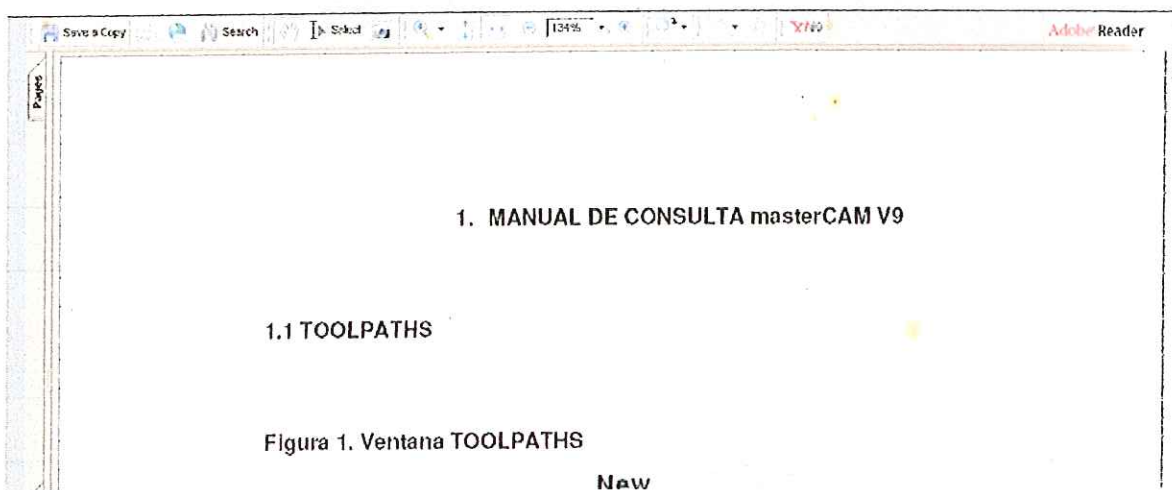
Figura 366. Resultados del listado

id_insert	name_insert	reference_insert	name_insertmaterial	geometry_insert	leadangle_insert
2	insertos1	hgf-12	CG4	redondo	0
3	inserto2	insert-678-okj	KC705M	cuadrado	0
4	inserto3	ljhfd-0983	KC792M	cuadrado	0

Una vez seleccionado el tipo de objeto a listar, se muestra un listado de todos los registros actuales en la base de datos.

AYUDA DE MANUALES

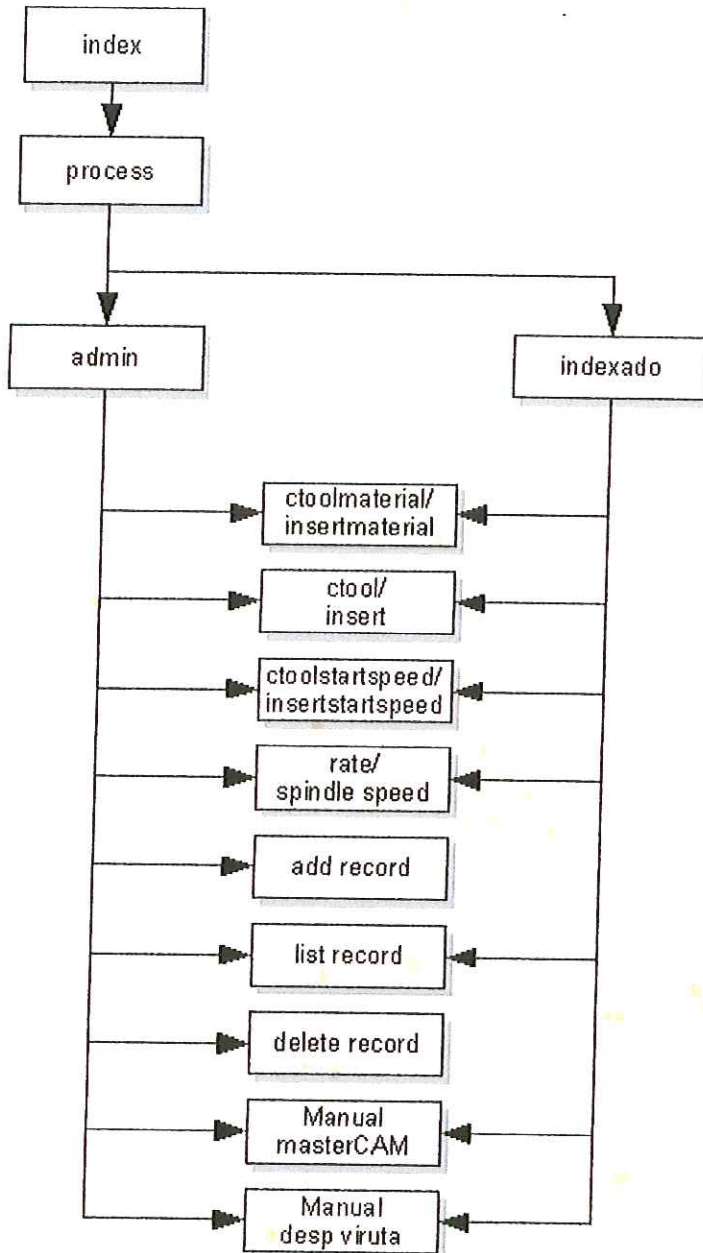
Figura 367. Manuales de ayuda disponibles



En esta opción se presentan los dos manuales de ayuda para selección de herramientas y posibilidades del software masterCAM.

ANEXO G

MAPA DEL SITIO



Admin es la cuenta del administrador.

Indexado es la del usuario sin privilegios.

Dentro de cada uno de los destinos posibles se usa la siguiente especificación:

Por ejemplo para la pagina addrecord;

addrecord para entrar los datos.

addrecordprocess para procesar los datos.

addrecordresults para mostrar los resultados del ingreso de datos del usuario.

Cuando hay errores en la entrada de datos se usa addrecordretry para solicitar el reingreso de datos.

El código fuente de los archivos JSP y las clases se encuentran disponibles en el CD.