

ÍNDICE

CAPÍTULO 1

1. OBJETIVOS Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Introducción	3
1.2. Objetivos de la investigación.....	4
1.3. Metodología y estructura de los contenidos.....	5

CAPÍTULO 2

2. LA ROTACIÓN DE PUESTO DE TRABAJO.....	9
2.1. Introducción	9
2.2. Definición	11
2.3. La rotación de puestos de trabajo como cambio organizativo	12
2.3.1 Gestión del cambio organizativo	13
2.3.1.1 Fases de la implantación de un modelo organizativo.....	14
2.3.1.2 Tipos de intervenciones organizacionales y su influencia sobre las condiciones laborales.....	17
2.4. Interacciones entre la organización del trabajo y la ergonomía	19
2.5. Principales enfoques de la rotación de puestos de trabajo.....	21
2.5.1 La rotación y el aprendizaje	22
2.5.2 La rotación y la productividad.....	24
2.5.3 La rotación y los trastornos músculo-esqueléticos (TME).....	27
2.5.4 La rotación y los factores psicosociales	34
2.6. La rotación y la integración de trabajadores	36
2.6.1 Influencia de la edad en la rotación de puestos	37
2.6.2 Influencia del género en la rotación de puestos	37
2.7. Consideraciones para implementar un sistema de rotaciones.....	39
2.7.1 El número de puestos a rotar	39
2.7.2 La frecuencia de la rotación	42
2.7.3 El orden de los trabajos a rotar	44
2.8. Discusión sobre la rotación.....	44
2.9. Casos de aplicación de la rotación de puestos de trabajo	46
2.9.1 La rotación de puestos de trabajo en la industria del automóvil en Europa ..	47
2.9.2 La rotación de puestos de trabajo en Estados Unidos en el sector manufacturero	48

2.10. Beneficios y limitaciones de la rotación	50
--	----

CAPÍTULO 3

3. FACTORES DE RIESGO RELACIONADOS CON LOS TRASTORNOS MÚSCULO-ESQUELÉTICOS	57
3.1. Introducción.....	57
3.2. La magnitud del problema de los TME en el marco socio-económico actual.....	59
3.3. Clasificación de los TME	63
3.4. Principales lesiones músculo-esqueléticas y su localización	64
3.4.1 TME en el cuello y hombros	64
3.4.2 TME en los brazos y el codo	64
3.4.3 TME en la mano y la muñeca	65
3.4.4 TME en la columna vertebral.....	65
3.4.5 TME en los miembros inferiores.....	66
3.5. TME considerados enfermedades profesionales	66
3.6. Factores de riesgo relacionados con los TME	69
3.6.1 Factores de riesgo asociados a las distintas partes del cuerpo	71
3.6.1.1 Factores de riesgo relacionados con TME en el cuello y cuello-hombros71	
3.6.1.2 Factores de riesgo relacionados con TME en los hombros	73
3.6.1.3 Factores de riesgo relacionados con TME en el codo	74
3.6.1.4 Factores de riesgo relacionados con TME en la mano y la muñeca.....	75
3.6.1.5 Factores de riesgo relacionados con TME en la espalda	77
3.7. Características individuales del trabajador que influyen en los TME	79
3.7.1 La influencia de la edad y la antigüedad laboral en los TME.....	80
3.7.2 La influencia del género en los TME	82
3.7.3 La influencia de determinadas medidas antropométricas en los TME	85
3.7.4 La influencia del tabaquismo en los TME	87
3.8. La influencia del frío en los TME	88
3.9. La influencia de los factores psicosociales en los TME.....	89

CAPÍTULO 4

4. MÉTODOS DE EVALUACIÓN ERGONÓMICA DE PUESTOS DE TRABAJO 97	
4.1. Introducción.....	97
4.2. Métodos de evaluación ergonómica para el análisis postural	100
4.2.1 El método RULA (Rapid Upper Limb Assessment)	100

4.2.1.1 Aplicación del método	102
4.2.2 El método OWAS (Ovako Working Analysis System)	114
4.2.2.1 Aplicación del método	114
4.3. Métodos para la evaluación del riesgo derivado de la manipulación manual de cargas	122
4.3.1 La ecuación Revisada de NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health).	122
4.3.1.1 Localización Estándar de Levantamiento	124
4.3.1.2 Limitaciones del método	124
4.3.1.3 Aplicación del método	125
4.3.2 Las tablas de Snook y Ciriello	134
4.3.2.1 Observaciones al método	137
4.4. Métodos de evaluación ergonómica para el análisis de la repetitividad	137
4.4.1 El método JSI (Job Strain Index)	138
4.4.1.1 La aplicación del método	139
4.4.2 El método Check List OCRA	144
4.4.2.1 Características del método Check List OCRA	146
4.4.2.2 Aplicación del método Check List OCRA	148
4.4.3 El método Sue Rodgers	164
4.4.3.1 Valoración del nivel de esfuerzo	165
4.4.3.2 Valoración de la duración del Esfuerzo.	167
4.4.3.3 Valoración de la frecuencia del Esfuerzo	167
4.4.3.4 Obtención de la severidad asociada a cada parte del cuerpo	168
4.5. Métodos para la evaluación de factores psicosociales	169
4.6. Métodos para la evaluación de múltiples factores de riesgo	169
4.6.1 El método LEST	170

CAPÍTULO 5

5. METAHEURÍSTICAS PARA LA GENERACIÓN DE AGENDAS DE ROTACIÓN DE PUESTOS DE TRABAJO	177
5.1. Introducción	177
5.2. Métodos heurísticos	178
5.2.1.1 Aplicación de heurísticas para la obtención de agendas de rotación	180
5.3. Metaheurísticas: definición y clasificación	185
5.3.1 Recocido Simulado (Simulated Annealing)	186
5.3.1.1 Definición general	186

5.3.1.2 La propuesta de Kirkpatrick, Gelatt y Vecchi	188
5.3.1.3 Estructura del algoritmo	189
5.3.1.4 Aplicación del recocido simulado a la obtención de agendas de rotación	196
5.3.2 Búsqueda Tabú (Tabu Search)	200
5.3.2.1 Definición general	200
5.3.2.2 La lista tabú y los criterios de aspiración	203
5.3.2.3 Definición del entorno y creación de la lista de candidatos	207
5.3.2.4 Tipos de memoria; estrategias de intensificación y diversificación	207
5.3.3 Computación evolutiva	212
5.3.3.1 Introducción	212
5.3.3.2 Dualidad genotipo / fenotipo	214
5.3.3.3 Técnicas de computación evolutiva	216
5.3.4 Colonias de hormigas	222
5.3.4.1 Aplicación de los algoritmos de hormigas a la obtención de agendas de rotación	226

CAPÍTULO 6

6. ALGORITMOS GENÉTICOS Y SU APLICACIÓN A LA GENERACIÓN DE AGENDAS DE ROTACIÓN.....	231
6.1. Introducción.....	231
6.2. Terminología y analogías planteadas	233
6.3. Estructura básica de un algoritmo genético	234
6.3.1 Condiciones para una correcta implementación de los algoritmos genéticos	236
6.4. Base teórica de los algoritmos genéticos	237
6.4.1 Concepto de esquema	237
6.4.2 Teorema fundamental de los algoritmos genéticos. Teorema del esquema o teorema de Holland	238
6.4.3 El paralelismo implícito de los algoritmos genéticos	242
6.4.4 Limitaciones del algoritmo genético básico y de su base teórica	243
6.5. Codificación de las soluciones	245
6.6. Creación de la población inicial.....	247
6.7. La función de evaluación y la función de aptitud.....	248
6.7.1 Desplazamiento y escalado.....	248
6.7.1.1 El escalado lineal.....	249
6.7.1.2 El truncado σ	250

6.7.1.3 El escalado potencial o ley potencial del escalado.....	250
6.8. Los operadores genéticos.....	250
6.8.1 El proceso de selección y reemplazo.....	251
6.8.1.1 Tipos de procesos de selección	251
6.8.1.2 Procesos de reemplazo.....	255
6.8.1.3 Algoritmos generacionales y de estado estacionario.....	257
6.8.1.4 La edad de los individuos	258
6.8.2 Operadores genéticos; efecto de los operadores.....	260
6.8.2.1 El operador cruce	262
6.8.2.2 El operador mutación	267
6.8.2.3 El operador inversión.....	268
6.9. Estrategias frente a los individuos no factibles	270
6.9.1 Descarte o penalización.....	271
6.9.1.1 Funciones de penalización adaptativas.....	272
6.9.2 Reparación.....	273
6.9.3 Codificación cerrada	274
6.10. Parametrización de los algoritmos genéticos.....	275
6.10.1 Meta-algoritmos genéticos para la determinación de parámetros de ejecución	276
6.10.2 Parametrización adaptativa.....	277
6.11. Hibridación de los algoritmos genéticos.....	279
6.11.1 Combinación de metaheurísticas en algoritmos híbridos.....	281
6.12. Algoritmos genéticos aplicados al problema de la rotación de puestos	281
6.12.1 La propuesta de Carnahan.....	282
6.12.1.1 Un algoritmo genético para el diseño de agendas de rotación que minimicen el riesgo por manipulación de cargas.....	283
6.12.1.2 Aplicación de los Algoritmos Genéticos al problema del diseño de tareas de levantamiento manual de cargas.....	291
6.12.2 La propuesta de Nantahvanij y Kullpattaranirun.....	292
6.12.2.1 Aplicación de un algoritmo genético para la generación de rotaciones que reduzcan la exposición diaria al ruido.....	292

CAPÍTULO 7

7. METODOLOGÍA PROPUESTA.....	303
7.1. Introducción	303
7.2. Descripción general de la metodología propuesta	307
7.3. Fase 1: detección de la necesidad.....	310

7.4. Fase 2: obtención del apoyo de la dirección y de los trabajadores	313
7.4.1 Creación del equipo de seguimiento	314
7.5. Fase 3: selección de los puestos a rotar	315
7.5.1 Número de puestos a rotar.....	318
7.6. Fase 4: selección de los trabajadores a rotar.....	319
7.7. Fase 5: elección de los criterios de generación de las agenda de rotación	321
7.8. Fase 6: definición y valoración de indicadores o ítems	322
7.8.1 Métodos de evaluación para la medición de los factores de riesgo	323
7.9. Fase 7: definición y valoración de capacidades	325
7.10. Fase 8: recopilación de asignaciones vetadas y preferencias de los trabajadores	326
7.11. Fase 9: determinación del número y duración de las rotaciones y las pausas	327
7.12. Fase 10: cálculo de agendas de rotación mediante la aplicación de un AG ..	330
7.12.1 Definición del problema	330
7.12.2 Descripción del AG.....	331
7.12.3 Codificación de las agendas de rotación	332
7.12.4 Formación de la población inicial de soluciones.....	334
7.12.5 Evaluación de la adaptación de los individuos de la población al medio... 335	
7.12.5.1 Fase 1: actualización del valor de los ítems de los trabajadores	335
7.12.5.2 Fase 2: evaluación de la aptitud o fitness de cada individuo	339
7.12.6 Aplicación de penalizaciones	340
7.12.7 El proceso de Selección de individuos para la siguiente generación	341
7.12.8 El proceso de Reemplazo de individuos entre generaciones	342
7.12.9 El proceso de Reproducción o Cruce.....	344
7.12.10 El proceso de Mutación	345
7.12.11 Proceso de intensificación de la búsqueda	346
7.13. Fase 11: Implantación de la agenda de rotación y seguimiento.....	350
7.13.1 Definición de indicadores para el análisis de los resultados de la implantación	352

CAPÍTULO 8

8. VALIDACIÓN DE LA METODOLOGÍA PROPUESTA	357
8.1. Introducción.....	357
8.2. Descripción del caso de estudio.....	357
8.2.1 Fase 1: detección de la necesidad	358

8.2.2 Fase 2: obtención del apoyo de la dirección y de los trabajadores	358
8.2.3 Fase 3: selección de los puestos a rotar	358
8.2.4 Fase 4: selección de los trabajadores a rotar.....	359
8.2.5 Fase 5: elección de los criterios de generación de las agenda de rotación	359
8.2.6 Fase 6: definición y valoración de los indicadores o ítems	360
8.2.6.1 Valoración de los ítems de movimiento para los puestos.....	361
8.2.6.2 Valoración de los ítems de movimiento para los trabajadores	362
8.2.7 Fase 7: definición y valoración de capacidades	363
8.2.7.1 Valoración de los ítems correspondientes a las Capacidades Globales, Psíquicas y de Comunicación para los puestos	364
8.2.7.2 Valoración de los ítems correspondientes a las Capacidades Globales, Psíquicas y de Comunicación para los trabajadores.....	365
8.2.8 Fase 8: Recopilación de asignaciones vetadas y preferencias de los trabajadores	366
8.2.9 Análisis de las valoraciones de los puestos y trabajadores	368
8.2.10 Fase 9: determinación del número y duración de las rotaciones y las pausas	369
8.3. Fase 10: cálculo de agendas de rotación mediante la aplicación del AG	369
8.3.1 Parametrización del AG	370
8.3.2 Parámetros del AG dependientes de las especificaciones del problema o <i>inputs</i>	370
8.3.3 Parámetros del AG determinados experimentalmente.....	372
8.3.4 Descripción de los experimentos	373
8.3.5 Exposición y análisis de los resultados de los experimentos	376
8.3.6 Efecto del parámetro de uniformidad (<i>u</i>) sobre los resultados del AG	381
8.3.7 Efecto de la consideración de las preferencias de los trabajadores.....	385
8.3.8 Efecto de la variación del número, duración y distribución de las pausas sobre los resultado del AG.....	387
8.3.9 Análisis de los resultados proporcionados por el AG.....	393

CAPÍTULO 9

9. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS	405
9.1. Conclusiones	405
9.2. Trabajos futuros	407

CAPÍTULO 10

10. RESULTADOS DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS	411
---	-----

10.1. Experimentos de parametrización (E_1 a E_{13}).....	411
10.1.1 Parámetros del AG dependientes de las especificaciones del problema empleados en los experimentos E_1 a E_{13}	411
10.1.2 Asignaciones vetadas correspondientes a las limitaciones de los trabajadores empleadas en los experimentos E_1 a E_{13}	411
10.1.3 Experimento E_1	412
10.1.4 Experimento E_2	413
10.1.5 Experimento E_3	415
10.1.6 Experimento E_4	417
10.1.7 Experimento E_5	419
10.1.8 Experimento E_6	421
10.1.9 Experimento E_7	423
10.1.10 Experimento E_8	425
10.1.11 Experimento E_9	427
10.1.12 Experimento E_{10}	429
10.1.13 Experimento E_{11}	431
10.1.14 Experimento E_{12}	433
10.1.15 Análisis del efecto del parámetro de uniformidad u (E_{13}).....	435
10.2. Análisis del efecto de la consideración de las preferencias de los trabajadores (E_{14}).....	437
10.2.1 Parámetros del AG dependientes de las especificaciones del problema empleados en E_{14}	437
10.2.2 Asignaciones vetadas (limitaciones más preferencias) en E_{14}	438
10.3. Análisis del efecto de la duración y distribución de las pausas (E_{15} a E_{21}).....	440
10.3.1 Parámetros del AG dependientes de las especificaciones del problema o inputs empleados en E_{15} a E_{22}	440
10.3.2 Asignaciones vetadas (limitaciones más preferencias) empleadas en los experimentos E_{15} a E_{22}	441
10.3.3 Parámetros de ejecución para los experimentos E_{15} a E_{21}	441
10.3.4 Experimento E_{15}	442
10.3.5 Experimento E_{16}	443
10.3.6 Experimento E_{17}	444
10.3.7 Experimento E_{18}	446
10.3.8 Experimento E_{19}	447
10.3.9 Experimento E_{20}	449
10.3.10 Experimento E_{21}	450
10.3.11 Análisis del efecto del aumento del parámetro de uniformidad (E_{22}).....	452

CAPÍTULO 11

11. IMPLEMENTACIÓN INFORMÁTICA DEL AG PARA LA GENERACIÓN DE AGENDAS DE ROTACIÓN	457
11.1. Introducción	457
11.2. Gestión de estudios	458
11.3. Introducción de datos.....	459
11.3.1 Introducción de los ítems ergonómicos.....	460
11.3.2 Introducción de las secciones	461
11.3.3 Introducción de los puestos.....	461
11.3.4 Introducción de los trabajadores	462
11.4. Visualización y modificación de los datos introducidos	463
11.4.1 Visualización y modificación de las secciones	463
11.4.2 Visualización y modificación de los puestos.....	463
11.4.3 Visualización y modificación de los trabajadores	464
11.5. Introducción de horarios.....	465
11.6. Introducción de penalizaciones y opciones de ejecución.....	466
11.7. Generación de la agenda de rotación	467
11.8. Visualización de resultados.....	469
11.8.1 Visualización por Tabla de Asignación.....	470
11.8.2 Visualización gráfica de la solución.....	471
11.8.3 Visualización de la Función acumulativa por trabajador	473
11.9. Generación de informes.....	474

CAPÍTULO 12

12. BIBLIOGRAFÍA.....	479
-----------------------	-----

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

Figura 2.1: Factores derivados de la organización del trabajo que influyen en los desórdenes músculo-esqueléticos de origen laboral (WRMDs, Work-related musculoskeletal disorders)(Adaptado de [Haims et al., 02]).	19
Figura 2.2: Un modelo ilustrativo de las interacciones significativas entre la organización del trabajo y la ergonomía (flechas de 1 a 5).	21
Figura 2.3: Diagrama lógico para el diseño de sistemas de rotaciones con el objetivo de prevenir los TME (Adaptado de [Aptel et al., 08]).	33
Figura 2.4: Sistema de rotaciones en la línea B según el orden de rotación P11-P02 (Adaptado de [Aptel et al., 08]).	40
Figura 2.5: Plan de rotaciones ergonómico (Adaptado de [Sánchez-Fajardo, 05]).	41
Figura 2.6: Estudio con electromiógrafo de tres estaciones de trabajo de ensamblado de indicadores.	43
Figura 2.7: Número de trabajos diferentes en los que cada ensamblador debe ser competente para cada una de las plantas analizadas (Adaptado de [Freiboth et al., 97]).	48

CAPÍTULO 3

Figura 3.1: Porcentajes de localización de los TME en las diferentes partes del cuerpo (Adaptado de [Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 07]).	60
Figura 3.2: Hernia discal (fuente [González-Maestre, 08]).	66

CAPÍTULO 4

Figura 4.1: Esquema de reducción del riesgo mediante el rediseño de puestos y la rotación al actuar sobre dos de las dimensiones definidas por [Winkel et al., 92]: amplitud y duración.	97
Figura 4.2: Medición de ángulo incorrecta frente a una medición correcta (en verdadera magnitud).	101
Figura 4.3: División del cuerpo en el lado derecho y el lado izquierdo por el plano sagital.	101
Figura 4.4: Grupos de evaluación en el método Rula.	102
Figura 4.5: Posiciones del brazo.	103
Figura 4.6: Eje de referencia para la medición del ángulo de los brazos.	104
Figura 4.7: Posiciones que modifican la puntuación del brazo.	104
Figura 4.8: Posiciones del antebrazo.	105
Figura 4.9: Referencia para la medición del ángulo del antebrazo.	105
Figura 4.10: Posiciones que modifican la puntuación del antebrazo.	106
Figura 4.11. Posiciones de la muñeca.	106
Figura 4.12: Modificación de la puntuación de la muñeca.	107
Figura 4.13: Giro de la muñeca.	107
Figura 4.14: Posiciones del cuello.	108
Figura 4.15: Posiciones que modifican la puntuación del cuello.	108
Figura 4.16: Posiciones del tronco.	109
Figura 4.17: Posiciones que modifican la puntuación del tronco.	109
Figura 4.18: Posición de las piernas.	110
Figura 4.19: Flujo de obtención de puntuaciones en el método RULA.	113
Figura 4.20: Esquema de codificación de las posturas observadas (Código de postura).	116
Figura 4.21: Posición estándar de levantamiento.	124

Figura 4.22: Medición del Ángulo de Asimetría.....	127
Figura 4.23: Árbol de Decisión para la determinación del tipo de agarre (Adaptado de [Waters et al., 94]).....	133
Figura 4.24: Ejemplos de tipo de agarre.....	133
Figura 4.25: Escala de color para el riesgo asociado al Índice Check List Oca.....	160

CAPÍTULO 5

Figura 5.1: Diagrama de flujo de un método heurístico para minimizar el número total de días perdidos por lesiones de espalda (adaptado de [Tharmmaphornphilas et al., 07]).....	184
Figura 5.2: Escape de un óptimo local mediante la aceptación de configuraciones de mayor energía en el “Simulated annealing”.....	189
Figura 5.3: Simulated annealing aplicado a un problema de optimización (adaptado de [Santamarina, 95]).....	191
Figura 5.4: pseudocódigo del algoritmo de SA propuesto por [Seçkiner et al., 07a].	200
Figura 5.5: Ciclos en la búsqueda tabú; la lista tabú impide que las situaciones a y b se alternen indefinidamente.....	202
Figura 5.6: Diagrama de flujo de búsqueda tabú; memoria a corto plazo. Adaptado de [Youssef et al., 01].....	202
Figura 5.7: Actualización de la lista tabú.....	203
Figura 5.8: Estrategia de intensificación.....	209
Figura 5.9: Estrategia de diversificación.....	210
Figura 5.10: Path Relinking en proceso de intensificación.....	211
Figura 5.11: Path Relinking en proceso de diversificación.....	211
Figura 5.12 Esquema general de un Algoritmo Evolutivo.....	214
Figura 5.13: Pleitropía (a) y poligenia (b).....	215
Figura 5.14: Relación entre el espacio de los genotipos y el de los fenotipos. Topografía de la función objetivo.....	216
Figura 5.15: a) Las hormigas en su búsqueda de alimento topan con un obstáculo. b) De manera aleatoria las hormigas deciden el camino a seguir; en su camino dejan un rastro de feromonas. c) las hormigas siguen el camino más corto debido al rastro de feromonas más intenso. (Adaptado de [Dorigo et al., 97]).....	225
Figura 5.16: pseudocódigo del algoritmo de colonia de hormigas propuesto por [Seçkiner et al., 07b].....	228

CAPÍTULO 6

Figura 2.1: Estructura celular.....	231
Figura 6.2: Analogías en los algoritmos genéticos, donde cada Pi (gen) corresponde a un puesto. Adaptado de [Diego-Mas, 06].....	234
Figura 6.3: Esquema general de un algoritmo genético.....	235
Figura 6.4: Posibles puntos de ruptura de un esquema. Adaptado de [Santamarina, 95].....	239
Figura 6.5: Los dieciséis esquemas representativos de una cadena de longitud cuatro.....	242
Figura 6.6: Selección por Ruleta.....	253
Figura 6.7: Probabilidades de selección con (a) y sin (b) Rank Selection.....	254
Figura 6.8: Proceso de selección-reemplazo en un SGA (adaptado de [Pérez, 04]).....	256
Figura 6.9: Esquema de la aplicación de una estrategia elitista.....	257
Figura 6.10: Esquema de un algoritmo genético con edades.....	260
Figura 6.11: Efectos intensificadores y diversificadores de los operadores cruce y mutación.....	262
Figura 6.12: Cruce monopunto.....	263

Figura 6.13: Ejemplo de esquema no heredable mediante cruce monopunto.	263
Figura 6.14: Cruce bipunto.	263
Figura 6.15: Generación de uno de los descendientes en un cruce uniforme.	264
Figura 6.16: Actuación del operador inversión.	269
Figura 6.17: Cadenas representativas de individuos no factibles.	270
Figura 6.18: Resolución de infactibilidades mediante remapping fijo.	273
Figura 6.19: Meta-algoritmo genético. Los individuos de la población son, algoritmos genéticos.	277
Figura 6.20: Emulación del gradiente. El individuo original es sustituido por aquel que, obtenido variando el valor de un bit, proporcione un mayor descenso (ascenso) de la aptitud.	281
Figura 6.21: Matriz de 32 caracteres para representar una agenda de rotación de puestos (fuente [Carnahan et al., 00]).	284
Figura 6.22: Reproducción en la que dos soluciones generan una solución descendiente (X= posición de cruce seleccionada aleatoriamente entre los dos padres) (fuente [Carnahan et al., 00]).	287
Figura 6.23: Modelo general de programación entera (fuente [Carnahan et al., 00])	288
La Figura 6.24: Mejora de la aptitud de las sub-poblaciones a los largo de las generaciones (fuente [Carnahan et al., 00]).	289

CAPÍTULO 7

Figura 7.1: Esquema general de la metodología propuesta para la generación de agendas de rotación.	310
Figura 7.2: Esquema para la selección de los puestos a rotar.	316
Figura 7.3: Diagrama general de flujo del AG.	332
Figura 7.4: Codificación de una solución para $nrot = 4$ y $nwor = 18$	333
Figura 7.5: Ejemplo de matriz no factible para $nrot = 2$ y $nwor = 2$	333
Figura 7.6: Codificación de la población de soluciones con n_i individuos.	334
Figura 7.7: Pseudocódigo para la generación de la población inicial de soluciones factibles.	335
Figura 7.8: Ejemplo de evolución del valor de los ítems para un trabajador durante 4 rotaciones y una pausa para comer obtenidas mediante la Ecuación 2.	338
Figura 7.9: Analogía de la Selección por Ruleta.	335
Figura 7.10: Proceso de reemplazo al vuelo o inmediato en el AG.	344
Figura 7.12: Generación de dos individuos a partir del cruce de dos progenitores.	345
Figura 7.14: Ampliación del operador mutación a una solución con $im = 1$	346
Figura 7.15: Ampliación del operador mutación a una solución con $im = 3$	346
Figura 7.16: Movimientos para la obtención de soluciones vecinas a partir de una solución actual.	347
Figura 7.17: Procedimiento de intensificación local de la búsqueda.	342
Figura 7.18: Diagrama general del flujo del AG con fase de búsqueda local.	350
Figura 7.19: Ejemplo de formato de ficha elaborado por el departamento de ergonomía de Ford (España) [Sánchez-Fajardo, 05].	352

CAPÍTULO 8

Figura 8.1: Variación de los niveles de riesgo de los ítems de movimiento de los puestos.	359
Figura 8.2: Duración y distribución de las rotaciones y las pausas.	369
Figura 8.3: Valor de la aptitud media, máxima y mínima alcanzada en los experimentos E_1 al E_{12} y generación media de la mejor solución alcanzada.	377
Figura 8.4: valor de la mejor aptitud a lo largo de las generaciones en el experimento E_1	378

Figura 8.5: valor medio de las mejores aptitudes a lo largo de las generaciones en el experimento E ₁	378
Figura 8.6: valor de la mejor aptitud a lo largo de las generaciones en el experimento E ₂	379
Figura 8.7: Variación de las mejores aptitudes al modificar los valores de los operadores genéticos.....	380
Figura 8.8: Costes de las asignaciones de los trabajadores a los puestos de las mejores soluciones obtenidas en E ₂ y E ₁₃	384
Figura 8.9: Costes de las asignaciones de los trabajadores de las mejores soluciones obtenidas en E ₂ , E ₁₃ y E ₁₄	386
Figura 8.10: Representación gráfica de la distribución y duración de las pausas en los experimentos E ₁₅ a E ₂₀	388
Figura 8.11: Representación gráfica de la variación de las aptitudes mínimas alcanzadas para diferentes distribución y duración de las pausas en los experimentos E ₁₅ a E ₂₀	391
Figura 8.12: Costes de las asignaciones de los trabajadores de las mejores soluciones obtenidas en E ₂ , E ₁₆ y E ₂₁	392
Figura 8.13: Evolución de la aptitud a lo largo de las generaciones en el experimento E ₁₄	394
Figura 8.14: Tiempos de ejecución de los experimentos E ₁ a E ₂₂	394
Figura 8.15: Evolución de los valores de los ítems del trabajador 12 a lo largo de las rotaciones en la solución obtenida en E ₁₄ en la ejecución 4.....	401
Figura 8.16: Evolución de los valores de los ítems del trabajador 1 a lo largo de las rotaciones en la solución obtenida en E ₁₄ en la ejecución 4.....	401

CAPÍTULO 11

Figura 11.1: Interfaz principal de la aplicación informática MORE.....	458
Figura 11.2: Ventana para la gestión de datos.....	460
Figura 11.3: Interface de introducción de ítems ergonómicos.....	460
Figura 11.4: Formulario de introducción de las Secciones.....	461
Figura 11.5: Interface de introducción de puestos.....	462
Figura 11.6: Interface de introducción de trabajadores.....	462
Figura 11.7: Formulario de consulta de las secciones.....	463
Figura 11.8: Formulario de consulta de los puestos y acceso a los ítems ergonómicos del puesto.....	464
Figura 11.9: Formulario de consulta de los trabajadores.....	465
Figura 11.10: Formulario de introducción del número y duración de las rotaciones y pausas.....	466
Figura 11.11: Formulario de introducción de penalizaciones y opciones de ejecución.....	467
Figura 11.12: Formulario para el cálculo de la Agenda de rotación.....	469
Figura 11.13: Ventana de selección de la opción de visualización.....	470
Figura 11.14: Ventana de la solución en forma de matriz.....	470
Figura 11.15: Opciones de optimización de la solución obtenida.....	471
Figura 11.16: Pantalla de visualización gráfica de la solución.....	472
Figura 11.17: Modificación manual de la solución en la pantalla de visualización gráfica.....	473
Figura 11.18: Pantalla de visualización de la Función acumulativa por trabajador.....	474
Figura 11.19: Ventana de selección de informes.....	474
Figura 11.20: Informe de Valoración de la asignación.....	475
Figura 11.21: Informe de Asignación (por puesto).....	475

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO 2

Tabla 2.1: Tipos y ejemplos de intervenciones organizacionales del trabajo (fuente [Haims et al., 02]).....	17
Tabla 2.2: Porcentajes de utilización de diversas clases de formación no formal en 1993 y 1999, en empresas con inversión en formación (fuente [Vanhoven et al., 01]).	23
Tabla 2.3: Clasificación de los factores psicosociales (fuente [Gurrea-Gracia et al., 03]).....	35
Tabla 2.4: Ejemplo de agenda de rotación para las tareas de levantamiento A, B, C y D organizada por percentiles que representan las capacidades de levantamiento (fuente [Carnahan et al., 00]).	39
Tabla 2.5: El efecto de la rotación en las exigencias de trabajo según el número de trabajadores implicados (fuente [Frazer, 04]).	41
Tabla 2.6: Tabla resumen de los beneficios de la rotación y sus referencias bibliográficas (Parte I).	51
Tabla 2.7: Tabla resumen de los beneficios de la rotación y sus referencias bibliográficas (Parte II).	52
Tabla 2.8: Tabla resumen de las limitaciones de la rotación y sus referencias bibliográficas.	53

CAPÍTULO 3

Tabla 3.1: Porcentaje de trabajadores que informa sobre diferentes síntomas en Europa (fuente [Eurofound, 05]).....	60
Tabla 3.2: Accidentes de trabajo y enfermedades profesionales (fuente [Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 05]).....	61
Tabla 3.3: Listado de enfermedades profesionales aprobado en el REAL DECRETO 1299/2006, Parte I (fuente [Ministerio de Trabajos y Asuntos Sociales., 06]).	67
Tabla 3.4: Continuación del Listado de enfermedades profesionales aprobado en el REAL DECRETO 1299/2006, Parte II (fuente [Ministerio de Trabajos y Asuntos Sociales., 06]).	68
Tabla 3.5: Continuación del Listado de enfermedades profesionales aprobado en el REAL DECRETO 1299/2006 ,Parte III (fuente [Ministerio de Trabajos y Asuntos Sociales., 06]).	69
Tabla 3.6 Factores que potencialmente contribuyen al desarrollo de TME ([Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo, 07]).....	70
Tabla 3.7: Riesgos relacionados con los TME ordenados por los expertos de mayor a menor relevancia (Adaptado de [European Agency for Safety and Health at Work, 05]).....	71
Tabla 3.8: Factores de riesgo físico más importantes y porcentaje de trabajadores expuestos (fuente[Díez-de-Ulzurrun et al., 07]).	71
Tabla 3.9: Grado de evidencia de la relación entre los TME en el cuello y la zona del cuello-hombros y los factores de riesgo: repetición, fuerza, postura y vibración (adaptado de [Bernard, 97]).	73
Tabla 3.10: Grado de evidencia de la relación entre los TME en los hombros y los factores de riesgo: repetición, fuerza, postura y vibración (adaptado de [Bernard, 97]).	74
Tabla 3.11: Grado de evidencia de la relación entre los TME en el codo (epicondilitis) y los factores de riesgo: repetición, fuerza, postura y combinación de factores (adaptado de [Bernard, 97]).	75

Tabla 3.12: Grado de evidencia de la relación del STC y los factores de riesgo: repetición, fuerza, postura, vibraciones y combinación de factores (adaptado de [Bernard, 97]).	76
Tabla 3.13: Grado de evidencia de la relación de la tendinitis y los factores de riesgo: repetición, fuerza, postura y combinación de factores (adaptado de [Bernard, 97]).	76
Tabla 3.14: Grado de evidencia de la relación de los TME en la espalda y factores de riesgos como: el levantamiento o los movimientos enérgicos, las posturas forzadas, el trabajo físico pesado, las vibraciones en todo el cuerpo y las posturas estáticas combinación de factores (adaptado de [Bernard, 97]).	79
Tabla 3.15: Diferencias de género en TME (fuente [Vega-Martínez, 06]).	82
Tabla 3.16: Tabla resumen de los factores psicosociales que pueden afectar a las diferentes partes del cuerpo (Adaptado de [Devereux et al., 04]).	90

CAPÍTULO 4

Tabla 4.1: Puntuación del brazo (fuente [McAtamney et al., 93]).	103
Tabla 4.2: Modificaciones sobre la puntuación del brazo (fuente [McAtamney et al., 93]).	104
Tabla 4.3: Puntuación del antebrazo (fuente [McAtamney et al., 93]).	105
Tabla 4.4: Modificación de la puntuación del antebrazo (fuente [McAtamney et al., 93]).	106
Tabla 4.5: Puntuación de la muñeca (fuente [McAtamney et al., 93]).	106
Tabla 4.6: Puntuación del giro de la muñeca (fuente [McAtamney et al., 93]).	107
Tabla 4.7: Puntuación del giro de la muñeca (fuente [McAtamney et al., 93]).	107
Tabla 4.8: Puntuación del cuello (fuente [McAtamney et al., 93]).	108
Tabla 4.9: Modificación de la puntuación del cuello (fuente [McAtamney et al., 93]).	108
Tabla 4.10: Puntuación del tronco (fuente [McAtamney et al., 93]).	109
Tabla 4.11: Modificación de la puntuación del tronco (fuente [McAtamney et al., 93]).	109
Tabla 4.12: Puntuación de las piernas (fuente [McAtamney et al., 93]).	110
Tabla 4.13: Puntuación global para el grupo A (fuente [McAtamney et al., 93]).	111
Tabla 4.14: Puntuación global para el grupo B (fuente [McAtamney et al., 93]).	111
Tabla 4.15: Puntuación para la actividad muscular y las fuerzas ejercida (fuente [McAtamney et al., 93]).	112
Tabla 4.16: Puntuación final (fuente [McAtamney et al., 93]).	112
Tabla 4.17: Niveles de actuación según la puntuación final obtenida (fuente [McAtamney et al., 93]).	114
Tabla 4.18: Codificación de las posiciones de la espalda (Adaptado de fuente [Karhu et al., 77]).	117
Tabla 4.19. Codificación de las posiciones de los brazos (Adaptado de fuente [Karhu et al., 77]).	117
Tabla 4.20: Codificación de las posiciones de las piernas (Adaptado de fuente [Karhu et al., 77]).	118
Tabla 4.21: Codificación de las cargas y fuerzas soportadas (Adaptado de fuente [Karhu et al., 77]).	119
Tabla 4.22: Ejemplo de codificación de fases.	119
Tabla 4.23: Tabla de Categorías de Riesgo y Acciones correctivas (Adaptado de fuente [Karhu et al., 77]).	120
Tabla 4.24: Tabla de clasificación de las Categorías de Riesgo de los "Códigos de postura" (Adaptado de fuente [Karhu et al., 77]).	120
Tabla 4.25: Tabla de clasificación de las Categorías de Riesgo de las posiciones del cuerpo según su frecuencia relativa (Adaptado de fuente [Karhu et al., 77]).	121
Tabla 4.26: Cálculo del Factor de Frecuencia.	132
Tabla 4.27: Cálculo de la duración de la tarea.	132

Tabla 4.28: Cálculo del factor de agarre	133
Tabla 4.29: Datos necesarios para la consulta de las tablas de elevación y descarga de [Snook et al., 91].	135
Tabla 4.30: Datos necesarios para la consulta de las tablas de empuje y arrastre de [Snook et al., 91].	136
Tabla 4.31: Datos necesarios para la consulta de la tabla de transporte de [Snook et al., 91].	136
Tabla 4.32: Casos de corrección de los pesos tabulados en [Snook et al., 91].	136
Tabla 4.33: Tabla de valoración de la intensidad del esfuerzo (adaptado de [Moore et al., 95]).	140
Tabla 4.34: Tabla de valoración del porcentaje de duración del esfuerzo (fuente [Moore et al., 95]).	141
Tabla 4.35: Tabla de valoración de los esfuerzos por minuto (fuente [Moore et al., 95]).	141
Tabla 4.36: Tabla de valoración de la posición de la mano (fuente [Moore et al., 95]).	142
Tabla 4.37: Tabla de valoración de la velocidad del trabajo (fuente [Moore et al., 95]).	142
Tabla 4.38: Tabla de valoración de la duración de la tarea por día (fuente [Moore et al., 95]).	143
Tabla 4.39: Tabla de valoración del multiplicador Intensidad del esfuerzo(fuente [Moore et al., 95]).	143
Tabla 4.40: Tabla de valoración del multiplicador Intensidad del esfuerzo (fuente [Moore et al., 95]).	143
Tabla 4.41: Tabla de valoración del multiplicador Esfuerzo por minuto (fuente [Moore et al., 95]).	143
Tabla 4.42: Tabla de valoración del multiplicador Postura de muñeca (fuente [Moore et al., 95]).	143
Tabla 4.43: Tabla de valoración del multiplicador Velocidad de trabajo (fuente [Moore et al., 95]).	144
Tabla 4.44: Tabla de valoración del multiplicador Duración por día (fuente [Moore et al., 95]).	144
Tabla 4.45: Tabla para la evaluación de la duración neta de la tarea repetitiva y del ciclo (fuente [Unità di ricerca Ergonomia della Postura e del Movimento (EPM)]). .	150
Tabla 4.46: Tabla de puntuación del factor de recuperación (fuente [Unità di ricerca Ergonomia della Postura e del Movimento (EPM)]).	152
Tabla 4.47: Tabla de puntuación del factor de frecuencias para acciones técnicas dinámicas (fuente [Unità di ricerca Ergonomia della Postura e del Movimento (EPM)]).	153
Tabla 4.48: Tabla de puntuación del factor de frecuencias para acciones técnicas estáticas (fuente [Unità di ricerca Ergonomia della Postura e del Movimento (EPM)]).	153
Tabla 4.49: Ejemplos de acciones técnicas (fuente [Unità di ricerca Ergonomia della Postura e del Movimento (EPM)]).	154
Tabla 4.50: Escala de Borg CR-10 (fuente [Borg, 98])	154
Tabla 4.51: Puntuación del factor de fuerza con fuerza moderada (3-4 puntos en la escala de Borg) (fuente [Unità di ricerca Ergonomia della Postura e del Movimento (EPM)]).	155
Tabla 4.52: Puntuación del factor de fuerza con fuerza casi máxima (8 puntos en la escala de Borg) (fuente [Unità di ricerca Ergonomia della Postura e del Movimento (EPM)]).	155
Tabla 4.53: Puntuación del factor de fuerza con fuerza intensa (8 puntos en la escala de Borg) (fuente [Unità di ricerca Ergonomia della Postura e del Movimento (EPM)]).	155

Tabla 4.54: Puntuación del factor de postura para el HOMBRO (fuente [Colombini et al., 02]).	156
Tabla 4.55: Puntuación del factor de postura para el CODO (fuente [Colombini et al., 02]).	156
Tabla 4.56: Puntuación del factor de postura para la MUÑECA (fuente [Colombini et al., 02]).	157
Tabla 4.57: Tipos de AGARRE (fuente [Colombini et al., 02]).	157
Tabla 4.58: Puntuación del factor de postura para el AGARRE (fuente [Colombini et al., 02]).	157
Tabla 4.59: Puntuación de los movimientos estereotipados (fuente [Colombini et al., 02]).	157
Tabla 4.60: Puntuación de los factores adicionales (fuente [Unità di ricerca Ergonomia della Postura e del Movimento (EPM)]).	158
Tabla 4.61: Puntuación del ritmo de trabajo (fuente [Unità di ricerca Ergonomia della Postura e del Movimento (EPM)]).	158
Tabla 4.62: Puntuación para el multiplicador de duración neta del movimiento repetitivo (fuente [Unità di ricerca Ergonomia della Postura e del Movimento (EPM)]).	159
Tabla 4.63: Tabla de clasificación del Índice Check List OCRA (fuente [Unità di ricerca Ergonomia della Postura e del Movimento (EPM)]).	160
Tabla 4.64: Formulario para la aplicación del método Sue Rodgers.	165
Tabla 4.65: Tabla de asignación de prioridad en función de los valores de esfuerzo-duración-frecuencia.	165
Tabla 4.66: Descripción de niveles de esfuerzo para cada grupo muscular.	166
Tabla 4.67: Descripción de niveles de esfuerzo para los grupos mayores de músculos.	167
Tabla 4.68: Valoración de la duración del esfuerzo.	167
Tabla 4.69: Valoración de la frecuencia del esfuerzo.	168
Tabla 4.70: Ejemplo de aplicación de método Sue Rodgers para la evaluación de un puesto de trabajo.	168
Tabla 4.71: Factores de riesgo analizados por los métodos generalista RENAULT, FAGOR, ANACT y EWA (fuentes [Mondelo et al., 01; Dalmau-Pons et al., 08]).	170
Tabla 4.72: Dimensiones y variables consideradas en la implementación del método.	171
Tabla 4.73: Sistema de puntuación del método LEST.	171
Tabla 4.74: Datos requeridos por el método LEST para la evaluación de la dimensión Carga Física.	172
Tabla 4.75: Datos requeridos por el método LEST para la evaluación de la dimensión Entorno físico.	172
Tabla 4.76: Datos requeridos por el método LEST para la evaluación de la dimensión Carga Mental.	173
Tabla 4.77: Datos requeridos por el método LEST para la evaluación de la dimensión Aspectos Psicosociales.	173
Tabla 4.78: Datos requeridos por el método LEST para la evaluación de la dimensión Tiempos de trabajo.	174

CAPÍTULO 5

Tabla 5.1: Ejemplo de rotación de puestos para 4 trabajadores y 4 tareas (fuente [Tharmmaphornphilas et al., 07]).	182
Tabla 5.2: Ejemplo de soluciones vecinas para el periodo 8:00-9:00 tareas (fuente [Tharmmaphornphilas et al., 07]).	182
Tabla 5.3: Ejemplo de solución del algoritmo de recocido"o simulado de [Seçkiner et al., 07a].	198

Tabla 5.4: Una clasificación de los criterios de aspiración. Adaptado de [Glover et al., 03].	206
---	-----

CAPÍTULO 6

Tabla 6.1: Descripción de sub-tareas de una tarea A (fuente [Carnahan et al., 00]).	284
Tabla 6.2: Género y capacidad de los empleados en la célula de fabricación (fuente [Carnahan et al., 00]).	285
Tabla 6.3: Valores máximos del índice JSI obtenidos por los métodos de Programación entera y con el algoritmo genético.	288
Tabla 6.4: Ejemplo de agenda de rotación con alto grado de aptitud generaciones (fuente [Carnahan et al., 00]).	290
Tabla 6.5: Problemas de asignación sin restricciones (fuente [Kullpattaranirun et al., 05]).	296
Tabla 6.6 Algoritmo genético convencional: Asignaciones diarias para 5 trabajadores, 5 estaciones y 8 periodos (problema 5-5-8) (fuente [Kullpattaranirun et al., 05]).	296
Tabla 6.7 Algoritmo genético heurístico: Asignaciones diarias para 5 trabajadores, 5 estaciones y 8 periodos (problema 5-5-8) (fuente [Kullpattaranirun et al., 05]).	296
Tabla 6.8: Indicadores de rendimiento para un problema sin restricciones balanceado para 5 trabajadores y 5 estaciones (C= AG convencional, H= AG heurístico) (fuente [Kullpattaranirun et al., 05]).	297
Tabla 6.9: Ejemplo de asignación para un problema balanceado con restricciones 10-10-4 generada con el AG convencional (fuente [Kullpattaranirun et al., 05]).	297
Tabla 6.10: Ejemplo de asignación para un problema balanceado con restricciones 10-10-4 generada con el AG heurístico (fuente [Kullpattaranirun et al., 05]).	298
Tabla 6.11: Indicadores de rendimiento para problemas con restricciones (C= AG convencional, H= AG heurístico) (adaptado de [Kullpattaranirun et al., 05]).	298

CAPÍTULO 7

Tabla 7.1: Clasificación de movimientos según la zona del cuerpo [Diego-Mas et al., 09].	324
Tabla 7.2: Valoración del riesgo del factor repetitividad en función de la frecuencia de movimientos por minuto [Diego-Mas et al., 09].	324
Tabla 7.3: Ejemplo de valoración de las capacidades globales.	325
Tabla 7.4: Ejemplo de asignaciones vetadas para 3 trabajadores y 3 puestos.	326

CAPÍTULO 8

Tabla 8.1: Ítems de movimiento para cuantificar el cumplimiento del criterio de diseño 1.	361
Tabla 8.2: Puntuación asignada a los movimientos requeridos en un puesto según su frecuencia.	361
Tabla 8.3: Valoración de los ítems de movimientos para los 18 puestos seleccionados para la rotación.	362
Tabla 8.4: Puntuación de los ítems de movimiento según la capacidad del trabajador de realizar el movimiento.	362
Tabla 8.5: Valoración de los ítems de movimientos para los 18 trabajadores seleccionados para la rotación.	363
Tabla 8.6: Ítems de capacidades correspondientes al grupo Capacidades Globales.	364
Tabla 8.7: Ítems de capacidades correspondientes a las Capacidades Psíquicas.	364
Tabla 8.8: Ítems de capacidades del grupo Capacidades de Comunicación.	364

Tabla 8.9: Tabla de puntuación de los ítems correspondientes a las Capacidades Globales, Psíquicas y de Comunicación de los puestos.	365
Tabla 8.10: Valoración de los ítems de Capacidades para los 18 puestos.	365
Tabla 8.11: Tabla de puntuación de los ítems correspondientes a las Capacidades de los trabajadores.	366
Tabla 8.12: Valoración de los ítems de capacidades para los 18 trabajadores.	366
Tabla 8.13: Tabla de puntuación de las asignaciones no deseadas.	367
Tabla 8.14: Asignaciones a puestos no deseadas por los 18 trabajadores.	367
Tabla 8.15: Asignaciones vetadas.	368
Tabla 8.16: Parámetros del AG derivados de las especificaciones del problema.	371
Tabla 8.17: Asignaciones vetadas correspondientes a las limitaciones de los trabajadores empleadas en la parametrización del AG.	371
Tabla 8.18: Valores de experimentación de los parámetros del AG.	372
Tabla 8.19: Parámetros empleados en los experimentos de parametrización E ₁ a E ₆	375
Tabla 8.20: Parámetros empleados en los experimentos de parametrización E ₇ a E ₁₂	375
Tabla 8.21: Resumen de los resultados de los experimentos E ₁ al E ₆	376
Tabla 8.22: Resumen de los resultados de los experimentos E ₇ al E ₁₂	376
Tabla 8.23: Valores de los parámetros resultantes de la fase parametrización.	381
Tabla 8.24: Resumen de los resultados del experimento E ₁₃ y E ₂	382
Tabla 8.25: Mejor agenda de rotación obtenida en la ejecución 1 del experimento E ₂	383
Tabla 8.26: Mejor agenda de rotación obtenida en la ejecución 7 del experimento E ₁₃	384
Tabla 8.27: Resumen de los resultados del experimento E ₁₄ y E ₂	386
Tabla 8.28: Mejor agenda de rotación obtenida en la ejecución 4 del experimento E ₁₄	387
Tabla 8.29: Mejor agenda de rotación obtenida en la ejecución 10 del experimento E ₁₆	390
Tabla 8.30: Resumen de los resultados de los experimentos E ₁₅ al E ₂₁	391
Tabla 8.31: Mejor agenda de rotación obtenida en la ejecución 4 del experimento E ₂₂	393
Tabla 8.32: Evolución del valor de los ítems de los trabajadores 1 a 5 para cada rotación en la solución obtenida en E ₁₄ en la ejecución 4.	397
Tabla 8.33: Evolución del valor de los ítems de los trabajadores 6 a 9 para cada rotación en la solución obtenida en E ₁₄ en la ejecución 4.	398
Tabla 8.34: Evolución del valor de los ítems de los trabajadores 10 a 14 para cada rotación en la solución obtenida en E ₁₄ en la ejecución 4.	399
Tabla 8.35: Evolución del valor de los ítems de los trabajadores 14 a 18 para cada rotación en la solución obtenida en E ₁₄ en la ejecución 4.	400

CAPÍTULO 11

Tabla 11.1: Valores de los parámetros por defecto definidos en MORE.	459
---	-----