
Tabla de contenidos

Resumen	VII
Tabla de contenidos	XIII
Índice de figuras	XVII
Agradecimientos	XIX
1. Introducción	1
1.1. Presentación del Área	1
1.2. Gestión de Proyectos	2
1.3. Descripción del problema	4
1.4. Marco de Trabajo	6
1.4.1. Programación de Proyectos con Recursos Limitados y Único Modo de Ejecución (RCPS)	6
1.4.2. Programación de Proyectos con Recursos Limitados y Múltiples Modos de Ejecución (MRCPS)	7
1.4.3. Generación de Programaciones Robustas	8
1.5. Motivación	9
1.6. Objetivos y Principales Contribuciones	10
1.7. Estructura	11
2. Revisión General del Estado del Arte	13
2.1. Introducción	13
2.2. Formulación de los problemas	14
2.2.1. Programación de proyectos con recursos limitados y modo único RCPS	14
2.2.2. Programación de proyectos con recursos limitados múltiples modos MRCPS	15
2.2.3. Generación de Programaciones Robustas	17
2.3. Métodos de Solución para el RCPS y MRCPS	18

2.3.1.	Métodos de Enumeración Implícita	19
2.3.2.	Métodos Aproximados	22
2.3.2.1.	Métodos Basados en Reglas de Prioridad	22
2.3.2.2.	Métodos Metaheurísticos	26
2.3.3.	Métodos de Mejora de Programaciones Factibles	28
2.3.3.1.	Método de Mejora Forward-Backward para el RCPSP	29
2.3.3.2.	Método Paralelo de Mejora para MRCPSP	29
2.3.3.3.	Método Serie de Mejora para MRCPSP	29
2.3.3.4.	Justificación a la izquierda versión multimodo	30
2.4.	Generación de Programaciones Robustas	31
2.4.1.	Tipos de robustez y medidas	32
2.4.2.	Métodos Proactivos	32
2.5.	Algoritmos Genéticos	34
2.5.1.	Representación de las Soluciones	34
2.5.2.	Tamaño de la Población	35
2.5.3.	Selección	36
2.5.4.	Cruce	37
2.5.5.	Mutación	38
2.5.6.	Reemplazo	39
2.5.7.	Sustitución	39
2.5.8.	Funciones de Fitness utilizadas en el MRCPSP	40
2.5.8.1.	Duración del Proyecto	41
2.5.8.2.	Función de penalización de Hartmann	41
2.5.8.3.	Función de penalización de Alcaraz	41
2.6.	Librerías de Prueba	42
2.6.1.	Librería de pruebas PSPLIB	43
2.6.1.1.	Parámetros para el RCPSP	43
2.6.1.2.	PSPLIB versión Multimodo	44
2.6.2.	Conjunto de Boctor	45
2.7.	Conclusiones	46
3.	Propuesta y Evaluación de Métodos de Solución para el RCPSP	47
3.1.	Introducción	47
3.2.	Nuevos Métodos Desarrollados para el problema RCPSP	48
3.2.1.	Impacto del Método de Mejora y Nueva Heurística Adaptativa	48
3.2.2.	Algoritmo Genético Híbrido	50
3.2.2.1.	Generación de la Población Inicial	51
3.2.2.2.	Tamaño de la Población	51
3.2.2.3.	Operadores Genéticos	52
3.2.2.4.	Método de Búsqueda Local	52
3.3.	Evaluación de los métodos propuestos	53
3.3.1.	Impacto del Método de Mejora FBI	54

3.3.2.	Heurística Adaptativa	56
3.3.3.	Algoritmo Genético	58
3.3.3.1.	Algoritmo genético con sustitución poblacional y población estática	58
3.3.3.2.	Algoritmo genético con sustitución poblacional y población dinámica	59
3.3.3.3.	Algoritmo genético con sustitución inmediata y población dinámica	60
3.3.3.4.	Algoritmo genético con población estática y sustitución inmediata	62
3.4.	Comparación	62
3.4.1.	Heurística Adaptativa	62
3.4.2.	Algoritmo Genético	63
3.5.	Conclusiones	65
4.	Propuesta y Evaluación de Métodos de Solución para el MRCPSP	69
4.1.	Introducción	69
4.2.	Aportaciones en el problema MRCPSP	69
4.2.1.	Método de Mejora de Programaciones Factibles - MM-FBI	70
4.2.1.1.	Esfuerzo computacional del Método MM-FBI	71
4.2.1.2.	Ejemplo	72
4.2.2.	Selección del Modo de Ejecución de las Actividades	73
4.2.3.	Algoritmo Genético Híbrido	75
4.2.3.1.	Evaluación de los individuos	75
4.2.3.2.	Población Inicial	77
4.2.3.3.	Nuevo Operador de Mutación para la lista de modos	78
4.3.	Evaluación de las aportaciones para el MRCPSP	78
4.3.1.	Desempeño de la Función Evaluación de los individuos	80
4.3.2.	Evaluación de la Asignación de Modos y de la Generación de la Población Inicial	81
4.3.3.	Desempeño del operador de mutación masiva en el Algoritmo Genético Básico	81
4.3.4.	Impacto del método de mejora sobre el Algoritmo Genético Básico	82
4.3.5.	Desempeño del MM-HGA en el problema MRCPSP	83
4.4.	Comparación con los mejores algoritmos reportados	86
4.5.	Conclusiones	87
5.	Generación y Evaluación de Programaciones Robustas	89
5.1.	Introducción	89
5.2.	Aportaciones en la generación proactiva de programaciones	90

5.2.1.	Algoritmo Genético para generación de programaciones robustas - RGA	90
5.2.1.1.	Representación de los Individuos	91
5.2.1.2.	Generación de la Población Inicial	91
5.2.1.3.	Operadores Genéticos	92
5.2.1.4.	Evaluación de los Individuos	92
5.2.1.5.	Ejemplo	94
5.2.2.	Medidas de Robustez de la Secuencia Realizada	95
5.3.	Evaluación y Comparación	96
5.3.1.	Procedimiento Reactivo	96
5.3.2.	Escenarios de Variabilidad	97
5.3.3.	Método Aleatorio de Inserción de Buffers	97
5.3.4.	Pesos de Inestabilidad de las Actividades	98
5.3.5.	Robustez Promedio de la Secuencia Base (ABSR)	98
5.3.6.	Promedio Porcentual de Retraso de la Finalización del Proyecto (%ADPC)	98
5.3.7.	Coste de Estabilidad	101
5.3.8.	Impacto de las características del proyecto	105
5.4.	Conclusiones	115
6.	Conclusiones	121
6.1.	Aportaciones	121
6.1.1.	RCPSP	122
6.1.2.	MRCPS	122
6.1.3.	Generación de Programaciones Robustas	124
6.2.	Líneas Futuras de Investigación	125
6.3.	Publicaciones	125
	Referencias	129

Índice de figuras

1.1. Triángulo del Proyecto	3
1.2. Ciclo de Vida del Proyecto	4
3.1. Mejora de Resultados de las Heurísticas	55
3.2. Mejora de las programaciones utilizando el método aleatorizado	57
4.1. (a) Solución Inicial Factible (b) Solución luego de aplicar MM-B (c) solución luego de aplicar MM-F	74
4.2. Impacto del operador de mutación masiva en el AG básico.....	82
4.3. Desempeño del AG Básico y del MM-HGA en los conjuntos J10 y J20	84
5.1. Representación del Individuo RGA	91
5.2. Instancia de Ejemplo Disponibilidad $(R1, R2)=(6,5)$	94
5.3. Duración Mínima del Proyecto	94
5.4. Programación Robusta	95
5.5. ABSR, escenario de alta variabilidad	99
5.6. ABSR, escenario de baja variabilidad	100
5.7. %ADPC, escenario de alta variabilidad	102
5.8. %ADPC, escenario de baja variabilidad	103
5.9. Impacto de la Complejidad de la Red en la medida ABSR - escenario de alta variabilidad	107
5.10. Impacto de la Complejidad de la Red en la medida ABSR - escenario de baja variabilidad	108
5.11. Impacto de la complejidad de la red en la medida %ADPC - escenario de alta variabilidad	109
5.12. Impacto de la complejidad de la red en la medida %ADPC - escenario de baja variabilidad	110
5.13. Impacto del Factor de Recurso en la medida ABSR - escenario de alta variabilidad	111