

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

DEPARTAMENTO DE PROYECTOS DE INGENIERÍA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

DPI Departamento de
Proyectos de Ingeniería

TESIS DOCTORAL

Identificación y ponderación de las funcionalidades de una TOS (Terminal Operating System) mediante aplicación de método de análisis jerárquico (AHP). Microsimulación de resultados en ambiente real simulado

Realizada por:

Miguel Hervás Peralta

Dirigida por:

Dr. Juan Pascual Pastor Ferrando

Valencia, Marzo 2021

Agradecimientos

Debo agradecer en primer lugar a mi director de tesis, Juan Pascual Pastor, por su tiempo dedicado y por su ayuda en cualquier cuestión planteada desde mi parte. Por siempre buscar el camino más sencillo y práctico de cómo solucionar un problema, por transmitirme en todo momento seguridad en la investigación, hasta en los momentos en que flaqueaba la mía.

A mi familia: a mis padres, Victoria y Miguel, por su pesadez y tozudez preguntando por el estado de la tesis semana sí, semana también. A mis dos peques, Marco y Leyre, porque son los que han sufrido todo el tiempo que no he podido pasar con ellos durante la realización de esta tesis doctoral.

Mi más sincero agradecimiento a mis compañeros en AITEC, Francisco, Gemma y Sara, por la ayuda desinteresada para que pueda llegar a ser doctor, como tod@s ell@s.

Y no puedo olvidarme de mis compañeras de tardes y noches, inseparables, incondicionales... Pulgas, Aurora y Lila, mis 3 gatas que han estado siempre a mi lado eliminando la soledad de los momentos de desarrollo físico de la investigación.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN A LA TESIS.....	23
1.1.INTRODUCCIÓN.....	23
1.2. OBJETIVOS.....	26
1.3. ETAPAS.....	27
1.4. ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO DE TESIS.....	28
CAPÍTULO 2. ESTADO DEL ARTE.....	31
2.1. ANÁLISIS DEL ESTADO DEL ARTE.....	31
2.2. ESTADO DEL ARTE – INTRODUCCIÓN.....	33
2.3. TERMINALES DE CONTENEDORES.....	35
2.4. TERMINAL OPERATING SYSTEMS (TOS).....	41
2.5. EL MÉTODO AHP.....	48
2.6. APLICACIÓN DE AHP A TERMINALES DE CONTENEDORES.....	49
2.7. MICROSIMULACIÓN Y KPIs DE DESEMPEÑO DE UNA TERMINAL.....	51
2.8. CONCLUSIONES.....	57
CAPÍTULO 3. CONSTRUCCIÓN DEL MODELO JERÁRQUICO	59
3.1. INTRODUCCIÓN.....	59
3.2. INTEGRANTES DEL PANEL DE EXPERTOS.....	60
3.3. PRIMERA ESTRUCTURA DE FUNCIONALIDADES PROPUESTA.....	62
3.4. INCIDENCIAS Y ESQUEMA FINAL DE FUNCIONES.....	63
3.5. DESCRIPCIÓN DEL MODELO.....	83
3.6. EL MÉTODO AHP DE AYUDA A TOMA DE DECISIONES Y SUS LIMITACIONES....	84
CAPÍTULO 4. RESULTADOS.....	87
4.1. CUESTIONARIO A EXPERTOS.....	87
4.2. RESULTADOS DE LOS CUESTIONARIOS.....	88
4.3. COMPROBACIÓN DE LA INCONSISTENCIA DE LAS MATRICES.....	112
4.4. PESOS DE LAS FUNCIONALIDADES.....	114
4.5. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD.....	120
4.6. CONCLUSIONES.....	123
CAPÍTULO 5. MICROSIMULACIÓN EN AMBIENTE REAL.....	125
5.1 INTRODUCCIÓN.....	125
5.2 INTERSAGUNTO TERMINALES S.A.	126

5.3 MANIPULACIÓN DE CONTENEDORES EN INTERSAGUNTO S.A.....	136
5.4 PROCESOS TECNOLÓGICOS EN INTERSAGUNTO TERMINALES S.A.....	139
5.5 SIMULACIÓN PROCESOS TECNOLÓGICOS EN INTERSAGUNTO S.A.....	146
5.5.1 MODELANDO LA SIMULACIÓN.....	146
5.5.2 HERRAMIENTA FLEXTERM DE SIMULACIÓN.....	148
5.5.3 MODELO DE SIMULACIÓN.....	150
5.5.4 IMPLEMENTACIÓN TOS 2,SIMULACIÓN Y ANÁLISIS DE KPIS.....	156
5.5.5 IMPLEMENTACIÓN TOS 3,SIMULACIÓN Y ANÁLISIS DE KPIS.....	164
5.5.6 TOS 1, TOS 2 Y TOS 3 – ANÁLISIS COMPARATIVO DE KPIS.....	171
5.6 ANÁLISIS DE KPIS AMBIENTALES.....	178
5.7 CONCLUSIÓN.....	188
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES GLOBALES Y DESARROLLOS FUTUROS.....	193
6.1. CONCLUSIONES GLOBALES.....	193
6.2. DESARROLLOS FUTUROS.....	200
CAPÍTULO 7. DIFUSIÓN DE RESULTADOS.....	203
CAPÍTULO 8. REFERENCIAS.....	205
ANEJO 1: MODELO DE CUESTIONARIO A EXPERTOS PARA LA COMPARACIÓN POR PARES DE FUNCIONALIDADES.....	213

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. CONFIGURACIÓN TÍPICA DE GRÚAS PÓRTICO EN TERMINAL CTA DE HAMBURGO.....	37
FIGURA 2. STRADDLE CARRIER CON SU CONFIGURACIÓN CARACTERÍSTICA.....	37
FIGURA 3. REACH STAKER DEJANDO CONTENEDOR.....	38
FIGURA 4. TERMINAL EAGLE MARINE DE LOS ÁNGELES.....	38
FIGURA 5. SISTEMA DE ESTANTERÍAS EN LA TERMINAL DP WORLD DE DUBAI.....	39
FIGURA 6. ESQUEMA DE UNA TERMINAL PORTUARIA DE CONTENEDORES MOSTRANDO LAS TRES PRINCIPALES ZONAS: ÁREA OPERACIONAL, PATIO DE CONTENEDORES Y EL ÁREA DE OPERACIONES TERRESTRES (TRANSPORTE TERRESTRE, FERROVIARIO Y/O SOBRE VÍAS INTERIORES NAVEGABLES).....	39
FIGURA 7. ESQUEMA DE UNA TERMINAL INTERIOR DE CONTENEDORES MOSTRANDO LAS 3 PARTES PRINCIPALES: DOS ÁREAS OPERACIONALES (ZONAS DE ENTRADA Y DE SALIDA DE LOS DIFERENTES TRANSPORTES QUE ENTRAN Y DEJAN LA TERMINAL) Y EL PATIO DE CONTENEDORES.....	40
FIGURA 8. ESQUEMA DE LA METODOLOGÍA SEGUIDA BASADA EN EL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO.....	59
FIGURA 9. MODELO JERÁRQUICO PROPUESTO DE LAS FUNCIONALIDADES DE UNA TOS.....	83
FIGURA 10. EJEMPLO DE CÁLCULO DE PESO GLOBAL ARMONIZADO.....	115
FIGURA 11. RENDIMIENTO POR TIPO DE CONTENEDOR.....	127
FIGURA 12. PATIO DE CONTENEDORES EN INTERSAGUNTO TERMINALES S.A.....	128
FIGURA 13. ZONAS DE ALMACENAMIENTO DE CONTENEDORES DE INTERSAGUNTO TERMINALES S.A.....	130

FIGURA 14. ALMACENAMIENTO GLOBAL EN BLOQUES DE CONTENEDORES DE LLEGADA POR CARRETERA	131
FIGURA 12. ALMACENAMIENTO GLOBAL EN BLOQUES DE CONTENEDORES DE LLEGADA POR VÍA MARÍTIMA	132
FIGURA 16. NÚMERO DE CONTENEDORES CARGADOS (LOADED) Y DESCARGADOS (UNLOADED) EN/DESDE BUQUES.....	136
FIGURA 17. CONTENEDORES ENVIADOS POR CAMION EN 2017	137
FIGURA 13. CONTENEDORES EXPEDIDOS POR CAMION EN 2017.....	138
FIGURA 19. CONTENEDORES DE LLEGADA POR DÍA EN CAMION EN 2017.....	138
FIGURA 20. PARÁMETROS DE UBICACIÓN EN LA TOS DE INTERSAGUNTO TERMINALES.....	143
FIGURA 21. ASIGNACIÓN DE BLOQUE DE UBICACIÓN EN LA TOS DE INTERSAGUNTO TERMINALES S.A.....	144
FIGURA 22. MODELO DE SIMULACION DE INTERSAGUNTO TERMINALES S.A.....	151
FIGURA 23.4 TEST DE UN MODULO DE SIMULACIÓN.....	152
FIGURA 24. USO DE GRÚA EN INTERSAGUNTO TERMINALES S.A.....	154
FIGURA 25. TIEMPO DE ESPERA MEDIO DE LOS MEDIOS DE TRANSPORTE EN INTERSAGUNTO TERMINALES S.A.....	154
FIGURA 26. KILÓMETROS MEDIOS REALIZADOS POR DÍA POR LOS EQUIPOS DE INTERSAGUNTO TERMINALES S.A.....	155
FIGURA 27. OCUPACIÓN DEL PATIO DE CONTENEDORES A LO LARGO DEL TIEMPO USANDO TOS 2.....	159
FIGURA 28. OCUPACIÓN ESPECÍFICA DEL BLOQUE 12 DEL PATIO DE CONTENEDORES USANDO TOS 2.....	160

FIGURA 29. RESULTADOS ESTADÍSTICOS PARA LA REACH STACKER 1 (TOPLOADER 2) USANDO TOS 2.....	161
FIGURA 30. RESULTADOS ESTADÍSTICOS PARA LA REACH STACKER 2 (TOPLOADER 3) USANDO TOS 2.....	161
FIGURA 31. RESULTADOS ESTADÍSTICOS PARA LA REACH STACKER 3 (TOPLOADER 4) USANDO TOS 2.....	162
FIGURA 32. ESTADÍSTICAS DE MUELLE USANDO TOS 2.....	163
FIGURA 33. RESULTADOS DE SIMULACIÓN DE LA PUERTA USANDO TOS 2.....	164
FIGURA 34. OCUPACIÓN DE PATIO USANDO TOS 3.....	166
FIGURA 35. OCUPACIÓN DE PATIO (ESPECÍFICO BLOQUE 12) USANDO TOS 3.....	167
FIGURA 36. REACH STACKER 1 (TOPLOADER 2) – RESULTADOS USANDO TOS 3.....	168
FIGURA 37. REACH STACKER 2 (TOPLOADER 3) – RESULTADOS USANDO TOS 3.....	168
FIGURA 38. REACH STACKER 3 (TOPLOADER 4) – RESULTADOS USANDO TOS 3.....	169
FIGURA 39. MUELLE – RESULTADOS USANDO TOS 3	170
FIGURA 40. PUERTA – RESULTADOS USANDO TOS 3.....	171
FIGURA 41. CAMBIOS EN EL RENDIMIENTO (THROUGHPUT) DE LA TERMINAL EN LAS DIFERENTES SIMULACIONES	172
FIGURA 42. CAMBIO EN LA OCUPACIÓN DE CONTENEDORES DURANTE SIMULACIONES.....	173
FIGURA 43. CAMBIOS EN LOS TIEMPOS DE PERMANENCIA DE LOS CONTENEDORES EN LAS SIMULACIONES.....	174
FIGURA 44. CAMBIOS EN LA OCUPACIÓN DE LAS REACH STAKERS EN LA	

SIMULACIÓN.....	174
FIGURA 45. CAMBIO EN LOS MOVIMIENTOS NETOS POR HORA DE LAS REACH STAKERS EN LA SIMULACIÓN.....	175
FIGURA 46. COMPARATIVA DE TIEMPO TOTAL Y OPERACIONAL DEL BUQUE USANDO TOS 2 Y TOS 3.....	176
FIGURA 47. RESULTADOS DE RENDIMIENTOS DE BUQUE Y MUELLE EN LA SIMULACIÓN.....	176

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. ESCALA DE SAATY USADA POR LOS EXPERTOS PARA LLEVAR A CABO LAS COMPARACIONES POR PARES.....	62
TABLA 2. DESCRIPCIÓN DE LAS FUNCIONALIDADES O REQUERIMIENTOS TOS.....	65
TABLA 3. MATRIZ DE COMPARACIÓN OBTENIDA PARA LAS FUNCIONALIDADES DE CUARTO NIVEL DEL CLUSTER DE TERCER NIVEL A1.1. YARD CONFIGURATIONS, DEL CLUSTER DE SEGUNDO NIVEL A1.....	84
TABLA 4. VALORES DE ÍNDICE DE CONSISTENCIA ALEATORIOS PARA MATRICES DE DIFERENTES TAMAÑOS (N).....	85
TABLA(S) 5. CONJUNTO DE MATRICES DE CADA EXPERTO PARA A.1.1. YARD CONFIGURATION.....	89
TABLA 6. MATRIZ DE MEDIAS GEOMÉTRICAS DE LAS OPINIONES DE LOS EXPERTOS PARA A.1 YARD CONFIGURATION.....	93
TABLA 7. PESOS RELATIVOS DEL ELEMENTO DE SEGUNDO NIVEL A.1. YARD CONFIGURATION.....	93
TABLA(S) 8. CONJUNTO DE MATRICES DE CADA EXPERTO PARA B.1.1. BERTH MANAGEMENT.....	94
TABLA 9. MATRIZ DE MEDIAS GEOMÉTRICAS DE LAS OPINIONES DE LOS EXPERTOS PARA B.1.1.BERTH MANAGEMENT.....	101
TABLA 10. PESOS RELATIVOS DEL ELEMENTO DE TERCER NIVEL B.1.1.BERTH MANAGEMENT.....	101
TABLA 11. MATRIZ DE CONSENSO PARA LAS FUNCIONALIDADES DE NIVEL 1	102
TABLA 12. MATRIZ DE CONSENSO PARA LA FUNCIONALIDAD 2 A. WAREHOUSE.....	102

TABLA 13. MATRIZ DE CONSENSO PARA LAS FUNCIONALIDADES DE TERCER NIVEL DENTRO DE A.1. YARD MANAGEMENT.....	102
TABLA 14. MATRIZ DE CONSENSO PARA LAS FUNCIONALIDADES DE NIVEL 4 DENTRO DE A.1.1. YARD CONFIGURATION.....	103
TABLA 15. MATRIZ DE CONSENSO PARA LAS FUNCIONALIDADES DE NIVEL 4 DENTRO DE A.1.2. TECHNICAL OPTIMIZATIONS.....	103
TABLA 16. MATRIZ DE CONSENSO PARA LAS FUNCIONALIDADES DE NIVEL 4 DENTRO DE A.2.1. CLAIMS AND INSPECTIONS.....	103
TABLA 17. MATRIZ DE CONSENSO PARA LAS FUNCIONALIDADES DE NIVEL 3 DENTRO DE A.3. CARGO.....	104
TABLA 18. MATRIZ DE CONSENSO PARA LAS FUNCIONALIDADES DE NIVEL 4 DENTRO DE A.3.1. TRACK AND NOTIFICATIONS.....	104
TABLA 19. MATRIZ DE CONSENSO PARA LAS FUNCIONALIDADES DE NIVEL 4 DENTRO DE A.3.2.CARGO CONTROL.....	104
TABLA 20. MATRIZ DE CONSENSO PARA LAS FUNCIONALIDADES DE NIVEL 2 DENTRO DE B.MARITIME OPERATIONS.....	105
TABLA 21. MATRIZ DE CONSENSO PARA LAS FUNCIONALIDADES DE NIVEL 4 DENTRO DE B.1.1. BERTH MANAGEMENT.....	105
TABLA 22. MATRIZ DE CONSENSO PARA LAS FUNCIONALIDADES DE NIVEL 3 DENTRO DE B.2. PORT AND VESSEL OPERATIONS.....	105
TABLA 23. MATRIZ DE CONSENSO PARA LAS FUNCIONALIDADES DE NIVEL 4 DENTRO DE B.2.1.LIST AND CONFIRMATIONS.....	106
TABLA 24. MATRIZ DE CONSENSO PARA LAS FUNCIONALIDADES DE NIVEL 4 DENTRO DE B.2.2 MARITIME REPORTS.....	106
TABLA 25. MATRIZ DE CONSENSO PARA LAS FUNCIONALIDADES DE NIVEL 4 DENTRO	

DE C.1.1.GATE IN-OUT MANAGEMENT.....	106
TABLA 26. MATRIZ DE CONSENSO PARA LAS FUNCIONALIDADES DE NIVEL 2 DENTRO DE D. MASTER DATA.....	107
TABLA 27. MATRIZ DE CONSENSO PARA LAS FUNCIONALIDADES DE NIVEL 4 DENTRO DE D.1.1.VEHICLE AND EQUIPMENT MANAGEMENT.....	107
TABLA 28. MATRIZ DE CONSENSO PARA LAS FUNCIONALIDADES DE NIVEL 4 DENTRO DE D.2.1.HUMAN RESOURCES.....	108
TABLA 29. MATRIZ DE CONSENSO PARA LAS FUNCIONALIDADES DE NIVEL 3 DENTRO DE D.3 INVENTORY AND WAREHOUSE MANAGEMENT.....	108
TABLA 30. MATRIZ DE CONSENSO PARA LAS FUNCIONALIDADES DE NIVEL 4 DENTRO DE D.3.1 INVENTORY MANAGEMENT.....	108
TABLA 31. MATRIZ DE CONSENSO PARA LAS FUNCIONALIDADES DE NIVEL 4 DENTRO DE D.3.2 AUTOMATIONS.....	109
TABLA 32. MATRIZ DE CONSENSO PARA LAS FUNCIONALIDADES DE NIVEL 4 DENTRO DE D.4.1. DOCUMENT MANAGEMENT.....	109
TABLA 33. MATRIZ DE CONSENSO PARA LAS FUNCIONALIDADES DE NIVEL 4 DENTRO DE D.5.1. CUSTOMER RELATIONSHIP MANAGEMENT.....	109
TABLA 34. MATRIZ DE CONSENSO PARA LAS FUNCIONALIDADES DE NIVEL 3 DENTRO DE D.6. INVOICING.....	109
TABLA 35. MATRIZ DE CONSENSO PARA LAS FUNCIONALIDADES DE NIVEL 4 DENTRO DE D.6.1. INVOICING.....	110
TABLA 36. MATRIZ DE CONSENSO PARA LAS FUNCIONALIDADES DE NIVEL 4 DENTRO DE D.6.2. COST ANALYSIS.....	110
TABLA 37. MATRIZ DE CONSENSO PARA LAS FUNCIONALIDADES DE NIVEL 2 DENTRO DE E. ERP DASHBOARD.....	110
TABLA 38. MATRIZ DE CONSENSO PARA LAS FUNCIONALIDADES DE NIVEL 3 DENTRO	

DE E.1. DATA ANALYTICS AND REPORTING.....	110
TABLA 39. MATRIZ DE CONSENSO PARA LAS FUNCIONALIDADES DE NIVEL 4 DENTRO DE E.1.1. DATA REPORTING.....	111
TABLA 40. MATRIZ DE CONSENSO PARA LAS FUNCIONALIDADES DE NIVEL 4 DENTRO DE E.2.1. PERFORMANCE ANALYSIS.....	111
TABLA 41. MATRIZ DE CONSENSO PARA LAS FUNCIONALIDADES DE NIVEL 2 DENTRO DE F. COMMUNICATIONS.....	111
TABLA 42. MATRIZ DE CONSENSO PARA LAS FUNCIONALIDADES DE NIVEL 4 DENTRO DE F.1.1. COMMUNICATIONS AND MESSAGING.....	112
TABLA 43. MATRIZ DE CONSENSO PARA LAS FUNCIONALIDADES DE NIVEL 4 DENTRO DE F.2.1. PARTNER AND CLIENT NOTIFICATION.....	112
TABLA 44. MATRIZ DE CONSENSO PARA LAS FUNCIONALIDADES DE NIVEL 4 DENTRO DE F.3.1. TRACK AND TRACE.....	112
TABLA 45. VALORES DEL ÍNDICE DE CONSISTENCIA ALEATORIA (RI) PARA CADA TAMAÑO DE MATRIZ N.....	113
TABLA 46. ÍNDICES DE INCONSISTENCIA DE LAS MATRICES DE CONSENSO.....	114
TABLA 47. FUNCIONALIDADES PRIORITARIAS, EN ORDEN DESCENDENTE DE PREFERENCIA, CON SU PESO GLOBAL NORMALIZADO Y LOS PESOS ACUMULADOS.....	116
TABLA 48. SUMA DE PESOS POR CADA CLUSTER PARA EVIDENCIAR RESULTADO FINAL DE 1 EN CADA UNO DE ELLOS.....	119
TABLA 49. NÚMERO DE FUNCIONALIDADES QUE SUMAN EL 80% DEL PESO TOTAL DESPUÉS DE VARIAR EN UN $\pm 20\%$ LOS VALORES DE w_{C_i} DE LAS ÁREAS PRINCIPALES DE ALMACÉN A, OPERACIONES MARÍTIMAS B, PUERTA C, DATOS MAESTROS D, CUADRO DE MANDO E-ERP Y F-COMUNICACIONES.....	121

TABLA 50. RANKING DE PRIORIDADES DE LAS FUNCIONALIDADES MÁS RELEVANTES DEL ANÁLISIS DE CUARTO NIVEL A LA HORA DE INCREMENTAR LOS VALORES DE W_{C_i} DE LAS ÁREAS PRINCIPALES DE ALMACÉN A, OPERACIONES MARÍTIMAS B, PUERTA C, DATOS MAESTROS D, CUADRO DE MANDO E-ERP Y COMUNICACIONES F.....	122
TABLA 51. RENDIMIENTO REAL DE CONTENEDORES EN INTERSAGUNTO TERMINALES EN 2017.....	127
TABLA 52. EQUIPAMIENTO DE INTERSAGUNTO TERMINALES S.A.....	134
TABLA 53. LISTA Y CARACTERÍSTICAS DE LOS BUQUES QUE TRABAJARON EN INTERSAGUNTO TERMINALES S.A. EN EL AÑO 2017.....	137
TABLA 54. DESEMPEÑO OPERACIONAL PARA LOS BUQUES QUE LLEGAN A INTERSAGUNTO TERMINALES S.A.....	140
TABLA 55. VALIDEZ REPLICATIVA – DATOS GENERADOS POR EL MODULO DE ACUERDO CON LA TOMA DE DATOS INICIAL, POR TIPO DE CONTENEDOR.....	155
TABLA 56. VALIDEZ REPLICATIVA - DATOS GENERADOS POR EL MODULO DE ACUERDO CON LA TOMA DE DATOS INICIAL, POR BLOQUE.....	155
TABLA 57. FUNCIONALIDADES DE TOS ANALIZADAS Y VARIABLES DE SIMULACIÓN RELACIONADAS UTILIZADAS EN LA SIMULACIÓN.....	157
TABLA 58. VALORES DE LAS VARIABLES DE SIMULACIÓN PARA CADA UNA DE LAS TOS.....	158
TABLA 59. RESULTADOS DE SIMULACIÓN PARA GRÚAS USANDO TOS 2.....	163
TABLA 60. GRÚAS – RESULTADOS USANDO TOS 3.....	170
TABLA 61. RENDIMIENTO Y OCUPACIÓN SIMULADAS.....	177
TABLA 62. TIEMPOS DE PERMANENCIA SIMULADOS.....	177

TABLA 63. ESTADÍSTICAS SIMULADAS DE LOS EQUIPOS DE LA TERMINAL.....	177
TABLA 64. RESULTADOS SOBRE LAS GRÚAS DE LA TERMINAL.....	177
TABLA 65. COMPARATIVA DE TIEMPOS Y DESEMPEÑOS DE BUQUE Y MUELLE.....	177
TABLA 66. GRÚAS – COMPARATIVA DE MOVIMIENTOS NETOS POR HORA.....	179
TABLA 67. GRÚAS – COMPARATIVA DE RENDIMIENTOS.....	179
TABLA 68. GRÚAS – COMPARATIVA DE CONSUMOS ELÉCTRICOS.....	180
TABLA 69. COMPARATIVA DE CONSUMOS ELÉCTRICOS GLOBALES.....	180
TABLA 70. REACH STAKERS - COMPARATIVA DE KM/DÍA.....	180
TABLA 71. REACH STAKERS - COMPARATIVA DE RENDIMIENTOS.....	180
TABLA 72. REACH STAKERS – CONSUMO DE CARBURANTE (GLOBAL).....	181
TABLA 73. REACH STAKERS – CONSUMO DE CARBURANTE (POR TEU).....	181
TABLA 74. TRACTORES DE PATIO – KILÓMETROS RECORRIDOS (POR DÍA).....	181
TABLA 75. TRACTORES DE PATIO – RENDIMIENTO.....	182
TABLA 76. TRACTORES DE PATIO – CONSUMO DE CARBURANTE (TOTAL).....	182
TABLA 77. TRACTORES DE PATIO – CONSUMO DE CARBURANTE (POR TEU).....	182
TABLA 78. CONSUMO DE CARBURANTE (POR TOS).....	183
TABLA 79. CONSUMO ELÉCTRICO DE GRÚAS (POR TOS).....	183
TABLA 80. CONSUMOS ELÉCTRICO DE GRÚAS (KW).....	183
TABLA 81. RENDIMIENTO DE LAS GRÚAS.....	184

TABLA 82. GRÚAS - HUELLA DE CARBONO GLOBAL.....	184
TABLA 83. GRÚAS - HUELLA DE CARBONO (POR TEU).....	184
TABLA 84. REACH STAKERS – CONSUMO DE CARBURANTE.....	185
TABLA 85. REACH STAKERS – RENDIMIENTO.....	185
TABLA 86. REACH STAKERS – HUELLA DE CARBONO GLOBAL.....	185
TABLA 87. REACH STAKERS – HUELLA DE CARBONO (POR TEU).....	185
TABLA 88. TRACTORES DE PATIO – CONSUMO DE CARBURANTE.....	186
TABLA 89. TRACTORES DE PATIO – RENDIMIENTO.....	186
TABLA 90. TRACTORES DE PATIO – HUELLA DE CARBONO GLOBAL.....	186
TABLA 91. TRACTORES DE PATIO – HUELLA DE CARBONO (POR TEU).....	187
TABLA 92. EMISIONES DE CO2 POR TOS (POR EQUIPAMIENTO).....	187
TABLA 93. EMISIONES DE CO2 POR TOS (TERMINAL).....	187
TABLA 94. REDUCCIÓN DE HUELLA DE CARBON EN TOS 2 Y TOS 3.....	191
TABLA 95. COMPARATIVA DE RENDIMIENTO Y OCUPACIÓN POR TOS.....	196
TABLA 96. COMPARATIVA DE TIEMPOS DE PERMANENCIA POR TOS.....	197
TABLA 97. COMPARATIVA DE TIEMPOS Y DESEMPEÑO POR TOS.....	197
TABLA 98. COMPARATIVA DE CONSUMO	198
TABLA 99. COMPARATIVA DE CONSUMO ELECTRICO POR TOS DE CARBURANTE POR EQUIPAMIENTO Y TOS.....	198

TABLA 100. EMISIONES DE CARBONO DE LOS EQUIPAMIENTOS DE MANEJO DE
CONTENEDORES EN INTERSAGUNTO TERMINALES POR TOS.....199

TABLA 101. EMISIONES DE CARBONO DE LA TERMINAL POR TOS199

RESUMEN

El transporte marítimo en la Unión Europea ha aumentado en los últimos años, produciendo congestión en algunos de los puertos marítimos más importantes del continente.

Muchos trabajos han subrayado cómo la conexión entre estos puertos y puertos secos pueden contribuir a la reducción de la congestión global portuaria y la emisión de gases de efecto invernadero (GHGs). Este trabajo tiene como objetivo aumentar el conocimiento sobre las funcionalidades de los sistemas operativos de terminales (TOS) gestionando terminales de cualquier tipo (portuarias, interiores...) con el fin de mejorar su desempeño y contribuir a la reducción de esa congestión.

La contribución y novedad de este trabajo en el ámbito de las terminales es el uso del método matemático del Proceso Analítico Jerárquico (AHP) para identificar y jerarquizar las potencialidades de la TOS.

La robustez del modelo ha sido comprobada mediante la aplicación de un análisis de sensibilidad a los datos obtenidos.

117 funcionalidades han sido agrupadas en 6 clusters principales: Almacén, Operaciones marítimas, Puerta, Master Data, Comunicaciones y ERP Dashboard.

Los resultados muestran que el traqueo del timing de los buques, la optimización de espacio, el desarrollo de listas de carga y/o descarga y la optimización de las ubicaciones de los contenedores son las funcionalidades más importantes de una TOS, y no deberían de faltar en ninguna de ellas que se precie para ser un buen cerebro de una terminal.

Posteriormente, mediante una simulación en ambiente real, se perseguía el objetivo de verificar si profundizar en esas funcionalidades de una TOS efectivamente producía una mejora en los indicadores clave de desempeño de una terminal.

Este trabajo va dirigido a desarrolladores, dueños, gestores y usuarios de TOS e investigadores que trabajen en el desempeño de terminales de contenedores.

ABSTRACT

Maritime transport in the European Union has increased in the last years, triggering congestion in many of the most important sea and river ports.

A lot of works have highlighted how the connection between these ports and dry ports can contribute to reducing port congestion and emission of greenhouse gases (GHGs).

This work aims to improve the knowledge about the functionalities of Terminal Operating Systems (TOSs) managing container terminals of sea, river, and dry ports, with the aim of improving their performance and contributing to reducing congestion and GHG emissions to achieve a higher sustainability.

The contribution and novelty of this project in the field of container-terminals logistics research is the use of the Analytic Hierarchy Process (AHP) to identify and hierarchize TOS functionalities. The robustness of the model was checked by applying a sensitivity analysis.

One hundred and seven functionalities were grouped into six main clusters: Warehouse, Maritime Operations, Gate, Master Data, Communications, and ERP (Enterprise Resource Planning) Dashboard. The results show that time tracking of vessels, space optimization, development of loading and unloading lists, and optimization of container locations are the most important functionalities of a TOS.

After this, using a simulation on a real environment, the target sought was to verify, if deepening in these functionalities of a TOS, there was an improvement of the terminal key performance indicators.

This work is addressed to developers, sellers, managers, and users of TOSs and researchers working on container-terminal performance.

RESUM

El transport marítim a la Unió Europea ha pujat al últims anys, produïnt inclús congestió en alguns dels ports més importants del continent.

Molts treballs han subratllat com la connexió entre aquests ports i ports secs pot contribuir a la reducció de la congestió global portuària i la emissió de gasos d'efecte hivernacle (GHG). Aquest treball té com a objectiu augmentar el coneixement de les funcionalitats de les TOS gestionant terminales de qualsevol tipus (portuàries, interiors...) amb la fi de millorar el seu compliment i contribuir a la reducció d'aquesta congestió.

La contribució i novetat d'aquest treball en l'àmbit de les terminales es fa més del mètode matemàtic del Procés Analític Jeràrquic (AHP) per a identificar i jerarquitzar les potencialitats de la TOS.

La robustesa del model ha sigut comprovada mitjançant la aplicació d'un anàlisi de sensibilitat a la informació obtinguda.

117 funcionalitats han sigut agrupades en 6 clusters principals: Magatzem, Operacions marítimes, Porta, Master Data, Comunicacions i ERP Dashboard.

El resultat mostren que el seguiment del timing dels barcs, la optimització de l'espai, el desenvolupament de llistes de càrrega o descàrrega i la optimització de les ubicacions dels contenidors són les funcionalitats més importants d'una TOS, i no deuen de faltar en ninguna que vulga ser un bon cervell d'una terminal.

Posteriorment, mitjançant una simulació en ambient real, es perseguia l'objectiu de verificar si, profunditzant en eixes funcionalitats d'una TOS, efectivament es produïa una millora en els indicadors claus d'acompliment d'una terminal.

Gerents, gestors i usuaris de TOS i a investigadors que treballen en el compliment de terminales de contenidors.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN A LA TESIS

1.1. INTRODUCCIÓN

El transporte marítimo se ha visto incrementado mucho en los últimos años en todo el mundo, no solamente en número de viajes sino también en el propio tamaño de los buques portacontenedores.

Es por ello que las terminales de contenedores han tenido que ir progresando no solamente a nivel de instalaciones sino también a nivel de recursos que tener a la hora de ponerlos a disposición de sus actividades principales: carga, descarga y almacenamiento de dichas unidades multimodales de transporte.

Además, vemos que tres de las realidades que están marcando la evolución de las terminales de contenedores a nivel europeo actualmente, son básicamente:

- Los barcos, cada vez de mayor tamaño (VCLS y UCLS) En este sentido, las terminales no sólo han de ser capaces de prestar servicios eficientes a estos buques, sino que también han de ofrecerles la posibilidad de utilizar el espacio que precisan para sus operaciones en puerto y, desde luego, todo ello bajo las premisas de eficiencia y sostenibilidad. Por lo cual, cada vez se necesitan zonas de muelle más largas si una terminal quiere trabajar con esta serie de superbarcos.
- La seguridad en la zona de contenedores, que cobra cada vez mayor relevancia como requisito exigido a los operadores de terminales.
- El desarrollo tecnológico y la automatización, elementos clave para la optimización de las operaciones.

Este documento busca la mejora dentro del desarrollo tecnológico de uno de esos recursos, principal de cara a conseguir un desempeño óptimo en las terminales; los *Terminal Operating Systems* (TOS), es decir, los softwares que controlan la operativa interna (y también partes de la externa) en una terminal de contenedores.

Los *Terminal Operating Systems* son aplicaciones cuyas principales funciones son gestionar los procesos de tráfico de carga marítima, estiba y descarga de buques, además de apoyar integralmente la planificación, operación y localización de la logística portuaria, incluyendo recursos humanos, equipamiento y almacenamiento.

El sistema operativo para terminales de contenedores (TOS) idóneo puede asegurar el éxito a largo plazo de una terminal al aportar eficiencia, adaptabilidad, rentabilidad y ampliabilidad. En

este mundo en continuo cambio, los operadores de terminales necesitan un sistema de gestión que aumente la eficiencia operativa de las terminales de contenedores y apoye el crecimiento futuro, reduciendo al mismo tiempo los costes operativos y manteniendo unos servicios orientados al cliente.

Dicho sistema debería permitir al menos:

- Conocer la localización exacta y las condiciones en que se encuentran los contenedores en las diferentes áreas de la terminal.
- Optimizar los movimientos del contenedor dentro de la terminal.
- Conocer e incrementar la eficiencia en la terminal.
- La integración con los sistemas de información de los distintos grupos de interés que intervienen en el movimiento del contenedor en la terminal.
- La integración con los actuales sistemas y aplicaciones utilizados por la terminal para otras operaciones.

En este contexto, en Europa encontramos un considerable número de terminales de contenedores de tamaño medio que no visualiza como rentable la adquisición de los softwares de gestión más extendidos en el mercado. Estos suelen en general ofrecer potentes funcionalidades que están muy por encima de sus necesidades y que, por lo tanto, corresponden a presupuestos muy elevados.

Teniendo ello en cuenta, y siempre enfocados a ofrecer una respuesta adecuada a las necesidades identificadas, es posible afirmar que en este tipo de terminales es recomendable implantar un sistema de información cuyo alcance abarque al menos:

- Control de la localización en tiempo real.
- Trazabilidad de movimientos dentro de la terminal.
- Optimización de desplazamientos dentro de la terminal.
- Control del estado del contenedor (aduana, para-aduana).
- Control de incidencias.
- Integración con tecnologías de la identificación: OCR, RFID, código de barras, etc.
- Explotación de informes de datos.

Para incorporar con éxito estas tecnologías, especialmente para operadores globales, existe un interés en establecer un marco que facilite el diseño, implementación y funcionamiento de este nuevo concepto de terminales.

Esta investigación parte de la idea de que las TOS se pueden optimizar profundizando en sus funcionalidades más importantes y eso puede llevar a una optimización del desempeño global de la terminal.

Para ello, el primer paso era identificar un esquema de funcionalidades básicas de una TOS para una terminal de contenedores (ya sea de puerto marítimo o de puerto seco) con la ayuda de la opinión de desarrolladores experimentados y con una amplia búsqueda bibliográfica en la literatura científica.

Posteriormente, se debía definir un panel de expertos multidisciplinar que cumpliera dos funciones básicas, tener el know how necesario para:

- i) validar el esquema de funcionalidades propuesto
- ii) poder priorizar por pares cada una de estas funcionalidades, etapa necesaria para aplicar el método AHP de priorización.

Las funcionalidades que salieran con mayor peso de esta priorización por parte de un panel multidisciplinar deberían ser las que se deberían tener en cuenta prioritariamente en el desarrollo e implantación de TOS para conseguir un aumento en el rendimiento operacional de la propia terminal.

Sin embargo, no tendríamos ninguna evidencia de que la implantación o profundización en dichas funcionalidades mejoran el rendimiento de las terminales.

Por ello, se ha llevado a cabo una segunda parte de esta investigación cuyo objetivo primordial era poder evidenciar que, si estas funcionalidades priorizadas eran potenciadas en la TOS de una terminal, efectivamente se produciría una mejora en el desempeño operacional y medioambiental de la terminal de contenedores la cual gestionara dicha TOS.

Por lo tanto, el objetivo de esta segunda parte de la investigación fue el analizar el desempeño de una terminal como caso piloto, usando diferentes niveles de TOS, diseñados teniendo en cuenta las funcionalidades priorizadas con el método AHP y con la ayuda de los expertos.

Para este fin se utilizaron 3 TOS diferentes, la TOS 1 (la usada por la terminal del caso de estudio, Intersagunto Terminales, en la localidad valenciana de Sagunto) y las TOS 2 y 3 (2 nuevas TOS construidas sobre la base de una ya existente, Bellerophon, de la empresa valenciana INFOPORTS, profundizando en las funcionalidades que se habían determinado como prioritarias mediante el método AHP).

A partir de los datos extraídos de este proceso de microsimulación se indicarán las conclusiones generales de la investigación y se postularán los posibles desarrollos futuros en pos de mejorar e intentar universalizar la investigación.

1.2. OBJETIVOS

El objetivo principal de esta investigación es dotar de criterios técnicos en base a la opinión de expertos, a los grandes decisores en terminales de contenedores (gestores de terminales) ó a desarrolladores de TOS , para determinar qué funcionalidades debe incluir la TOS que gestione las terminales.

Y determinar si la mejora en dichas funcionalidades realmente repercute en una mejora en el desempeño de la terminal.

Para conseguirlo, se plantean varias preguntas cuya respuesta será necesaria para cumplir el objetivo anterior:

1. ¿Qué funcionalidades debe tener un TOS?
2. ¿Cómo podemos definir y acotar cada una de esas funcionalidades?
3. ¿Cómo se crea un panel de expertos óptimo para poder ponderar dichas funcionalidades?
4. ¿Cuáles son las funcionalidades más importantes (según el panel de expertos) de una TOS?
5. ¿En qué puede ayudar identificar dichas potencialidades?
6. ¿A quién puede interesarle este análisis detallado de los sistemas de control de terminales?
7. ¿Qué metodología seguir para verificar si la mejora en dichas funcionalidades repercute en el aumento del desempeño de la terminal?

Para conseguir este objetivo principal, se han tenido que ir superando las siguientes metas:

1. Llevar a cabo una investigación inicial sobre las TOS para hacer una identificación pormenorizada de sus funcionalidades básicas, investigando sobre un aspecto del que no se había realizado antes ningún acercamiento desde el mundo científico.
2. Crear un panel de expertos capacitado para ponderar desde su punto de vista técnico dichas funcionalidades.
3. Construir un modelo basado en el método multicriterio AHP, capaz de ser ponderado por parte de los diferentes expertos.
4. Priorizar las funcionalidades
5. Verificar, mediante procesos de microsimulación, si la mejora en las TOS particularizadas según dichas funcionalidades dota de una mejora real en el desempeño a la terminal

1.3. ETAPAS

La metodología de esta investigación puede ser dividida en 10 pasos principales:

1. Identificación de las funcionalidades de una TOS: el primer paso es la identificación de las funcionalidades de una TOS (incluyendo tanto las funcionalidades actuales como las potenciales que pudieran mejorar el desempeño de la TOS y aumentar la eficiencia de una terminal de cualquier tipo: portuaria, interior...)
La selección de métodos para reunir los requisitos fue realizada siguiendo la metodología desarrollada por Carrizo et al (2014) . La selección de estas funcionalidades fue en principio realizada mediante un estudio del estado del arte, obteniendo un primer borrador de las funcionalidades que fue expandida por el panel de expertos por medio de entrevistas individuales con cada uno de ellos.
2. Construcción del modelo jerárquico: después de la identificación de las funcionalidades de la TOS, estas fueron agrupadas en diferentes clusters, formando el modelo jerárquico. El número de funcionalidades en cada cluster debía de ser de, como máximo, 7 debido a que hay un límite en la cantidad de información que la mente humana puede procesar y un número mayor de variables reduciría la consistencia y validez de los resultados [Saaty et al, 2003; Ozdemir et al, 2017]
3. Validación por parte del panel de expertos: las funciones del panel de expertos fueron: (a) añadir, eliminar y/o validar las funcionalidades definidas en (1); (b) cambiar o validar el modelo jerárquico definido, y (c) realizar una comparación por pares de las funcionalidades incluidas en cada uno de los clusters o niveles del modelo con respecto al enfoque general, usando la escala de Saaty [Saaty et al, 1987]
4. Obtención de las matrices de comparación: para obtener una matriz simple de comparación para cada uno de los clusters de funcionalidades, el consenso entre las respuestas del panel de expertos se obtuvo mediante el cálculo del ratio de inconsistencia de cada una de dichas matrices [Saaty et al, 1980]
5. Priorización de las funcionalidades de la TOS: que fue llevada a cabo usando el software SuperDecisions, que usa el método AHP para la priorización de criterios.
6. Análisis de sensibilidad: posteriormente, se llevó a cabo un análisis de sensibilidad de los resultados finales, modificando los pesos de las funcionalidades de primer nivel en un $\pm 20\%$, para evaluar la robustez de los resultados.
7. Adecuación de 2 TOS a los resultados obtenidos: en este paso, con la ayuda de la empresa INFOPORT, se han desarrollado, sobre la base de su TOS BELLEROPHON, dos TOS profundizando en las funcionalidades que salieron como prioritarias en los pasos anteriores.
8. Como paso previo a llevar a cabo una microsimulación de los resultados, se hizo un estudio de cuáles deberían ser los indicadores de desempeño clave (KPIs) sobre los que basar la comparación de las diferentes TOS.

9. Microsimulación: se llevaron a cabo 3 procesos de microsimulación sobre la base del software FlexTerm (FlexSim adaptado a terminales de contenedores) del funcionamiento de la terminal siendo controlada por cada una de las 3 TOS (la actual de la terminal y las dos TOS mejoradas).
10. Conclusiones: comparativa de principales KPIs de la terminal usando diferentes TOS como software de gestión de operaciones.

1.4. ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO DE TESIS

A partir de este capítulo introductorio, el documento va a constar de una serie de capítulos que se detallan a continuación.

En el capítulo 2 se llevará a cabo un profundo estudio del arte sobre los principales elementos sobre los que trata esta investigación: las terminales de contenedores, las TOS, el método matemático a utilizar para la priorización de funcionalidades (AHP), la aplicación de dicho método en terminales, los procesos de microsimulación y su aplicación en terminales y los indicadores de desempeño clave de una terminal de contenedores, sobre los cuales poder dar un resultado final a la investigación.

Posteriormente, en el capítulo 3, se van a llevar a cabo dos labores base cruciales para el método AHP a aplicar: la formación de un panel de expertos multidisciplinar y la identificación de las funcionalidades clave que una TOS debe poseer por parte de este panel de expertos. Esta identificación de funciones, además, debe cumplir ciertas limitaciones impuestas por el método AHP y que, como veremos, han dado algún que otro problema al doctorando.

En el capítulo 4 se lleva a cabo la definición del modelo AHP con el cual trabajar con el panel de expertos. Además, se incluye la metodología y recursos a utilizar para definir el cuestionario en base al cual se van a identificar las opiniones de los integrantes del panel de expertos sobre la priorización de las funcionalidades de la TOS.

Posteriormente, se van a listar los resultados obtenidos en dicha priorización y una prueba de robustez de resultados basada en un análisis de sensibilidad de los datos.

En el capítulo 5 se va a detallar todo lo perteneciente a los procesos de microsimulación: la elección de la terminal que utilizaremos de caso de estudio, el desarrollo de dos nuevas TOS

teniendo en cuenta las funcionalidades prioritarias según la opiniones del panel de expertos, el software elegido para llevar a cabo los procesos, las variables definidas para la microsimulación y los valores finales de los KPIs para cada una de las 3 TOS simuladas.

El capítulo 6 incluye toda la comparativa de resultados de las conclusiones del proceso de microsimulación, las conclusiones a las cuales podemos llegar teniendo en cuenta dichos resultados, las limitaciones de la investigación y los posibles desarrollos futuros.

El siguiente capítulo, el 7, enumera los documentos de difusión de resultados de esta investigación en el ámbito científico.

CAPÍTULO 2. ESTADO DEL ARTE

2.1. ANÁLISIS DEL ESTADO DEL ARTE

Dentro de la búsqueda bibliográfica de cara a la consecución de analizar la literatura científica existente hasta la actualidad, referente a esta investigación, el doctorando se ha centrado en cuatro de los conceptos más importantes a tener en cuenta en la tesis:

- La instalación sobre la que se aplican las TOS, es decir, las terminales de contenedores. En esta investigación vamos a centrarnos en las terminales portuarias, es decir, aquellas en las cuales la mercancía puede llegar o salir de la instalación en buques portacontenedores.
- El concepto a mejorar, las Terminal Operating System (TOS), centrando el análisis en la búsqueda de una lista de funcionalidades que haya sido ya planteada en la literatura ya existente.
- El método de jerarquización de funcionalidades, es decir, la aplicación de la metodología AHP en todo lo concerniente a terminales de contenedores.
- El método de comprobación de si la profundización en dichas funcionalidades de una TOS puede llevar inequívocamente a la mejora del desempeño global de la terminal que gestiona. En este caso, hablamos de las técnicas de microsimulación y del software utilizado para su aplicación, FlexTerm. Junto a este método, se tratarán los indicadores clave de desempeño de una terminal de los que podremos extraer información valiosa mediante el proceso de microsimulación.

Para llevar a cabo esta búsqueda de literatura científica se han utilizado diversos buscadores y bases de datos especializados, entre los que sobresalen, por cantidad y calidad de artículos relacionados, los siguientes:

- SCOPUS: base de datos de referencias bibliográficas y citas de la empresa Elsevier, de literatura *peer review* (revisada por pares) y contenido web de calidad, con herramientas para el seguimiento análisis y visualización de la investigación.
- Web of Science: propiedad de la empresa Clarivate Analytics, es la colección de bases de datos de referencias bibliográficas y citas de publicaciones periódicas que recogen información desde 1900 a la actualidad. La WOS está compuesta por la colección básica Core Collection que abarca los índices de Ciencias, Ciencias Sociales y Artes y

Humanidades, además de los *Proceedings* tanto de Ciencias como de Ciencias Sociales y Humanidades junto con las herramientas para análisis y evaluación, como son el Journal Citation Report y Essential Science Indicators. Adicionalmente, cuenta con las bases de datos que la complementan incluidas en la licencia para España: Medline, Scielo y Korean Citation Index.

- Google Scholar: particularización del reputado buscador de internet Google, específico para literatura científica. Es el menos preciso de los 3 debido a que podemos encontrar literatura no revisada, pero muy útil para localizar algunos artículos que no encontramos en los dos buscadores anteriores.

Como se adelantaba anteriormente, la búsqueda se ha centrado en determinadas áreas clave. A continuación se van a detallar algunas de las principales palabras clave utilizadas en la búsqueda de cada aspecto de esta investigación:

- Terminal de contenedores: “container terminal”, “port terminal”, “sea ports”, “dry ports”, “container at ports”, “logistic terminal”...
- Terminal operating system: “terminal operating system”, “container terminal system”, “TOS system”, “TOS”, “management container terminal”, “port operating system”...
- AHP: “AHP container terminal”, “AHP TOS”, “AHP management software”, “AHP terminal”, “AHP functionalities”, “AHP limitations”...
- Microsimulación y KPIs: “microsimulation container terminal”, “KPI container terminal”, “container terminal performance”, “simulation container terminal”, “port simulation”, “flexterm”, “flexterm container terminal”...

En total se han analizado 937 artículos de todas las temáticas relacionadas con la investigación, aunque muchos de ellos finalmente no han sido utilizados pero sí que han servido como antesala de otros artículos no identificados en la búsqueda pero que podían aportar información valiosa en el planteamiento base de esta tesis.

El primer objetivo del análisis del estudio del arte fue el evidenciar que no se había llevado a cabo ninguna investigación parecida a la llevada a cabo por el doctorando, lo cual se confirmó.

Por otro lado, se buscaba evidenciar que la temática de las TOS se tenía en cuenta en la literatura

científica, y se han encontrado varios artículos que así lo atestiguan.

A continuación, la investigación quería ayudarse en la literatura científica para determinar una lista de funcionalidades básicas de una TOS. Se han encontrado varias referencias que han ayudado en este aspecto, evidenciando también que es un tema interesante y ya presente en algunos artículos analizados.

También estaba el objetivo de evidenciar que la técnica de microsimulación es la correcta a la hora de analizar el desempeño de una terminal a partir de datos reales.

Y, por último, se ha encontrado suficiente literatura sobre qué KPIs poder utilizar como resultados en el proceso de microsimulación para poder tener suficiente información objetiva sobre si la profundización en las funcionalidades top jerarquizadas con el método AHP, lleva consigo asociada una mejora en el desempeño (operacional y medioambiental) de la terminal.

2.2. ESTADO DEL ARTE - INTRODUCCIÓN

El transporte marítimo en la Unión Europea se ha visto incrementado en los últimos años desde 898 millones de toneladas en 2013 a 985 millones de toneladas en el segundo semestre de 2017 [EUROSTAT, 2018]. En los EEUU, el ratio anual de crecimiento de importaciones marítimas a los puertos europeos es de, al menos, un 10% mientras que las exportaciones se han incrementado un 4,6 % en 2015 comparado con los años anteriores [Prokopowicz et al, 2016].

Varios países europeos han mostrado un incremento en el tráfico de mercancías en sus terminales. Este incremento ha sido traducido en un incremento en el transporte oceánico. En 2014, las grandes líneas marítimas mostraron un incremento del 400% comparado con el año 1992 [Oskin et al, 2018]. Este crecimiento se ha debido al rápido crecimiento en el tráfico desde China a otros países, y se espera que en 2030 el volumen de negocio sea el doble que en 2009 [Selfin et al, 2011].

Adicionalmente, se espera que el Tratado Transatlántico de Comercio e inversiones (TTIP) estimulará aún más el tráfico marítimo y, sobre todo, los envíos bidireccionales entre Europa y los Estados Unidos [Prokopowicz et al, 2016], así como la promoción de la construcción de buques de contenedores cada vez mayores que necesitarán unas instalaciones de carga y descarga más veloces, que solamente podrán ser una realidad con un alto nivel de automatización.

Hoy en día, buques como el OOCL (Orient Overseas Container Line) Hong Kong [OOCL, 2018], con una capacidad de más de 22.000 TEUs (contenedores multimodales), han sido ya construidos;

y esos valores de carga serán incrementados cada vez más en el tiempo. Esto crea la necesidad de terminales de contenedores capaces de operar este tipo de grandes buques, no solamente respecto a las dimensiones del muelle y de la terminal o el equipamiento usado, sino la gestión y capacidad para este número de contenedores en una sola descarga/carga. Y, para mejorar estas capacidades logísticas, las terminales deben optimizar sus sistemas centrales de control (TOS).

Pero no sólo las terminales portuarias pueden tener una mejora sustancial con el desarrollo de estos TOS. En los últimos 25 años, ha emergido una gran cantidad de literatura sobre el desarrollo de puertos interiores. Witte et al (2019) revisaron un total de 80 artículos, desde 1992 a 2017, mostrando que la cantidad de investigación sobre terminales interiores se empezó a incrementar a partir del año 2000 y que muchos de esos estudios estaban concentrados en el rol de las terminales interiores como parte de la cadena de suministro.

Woxenius et al (2004) indicaron que el concepto de "puerto seco" está basado en la idea de "un puerto marino directamente conectado con una terminal intermodal interior donde las mercancías, en unidades intermodales de carga, pueden ser devueltas directamente al puerto marino". Una terminal interior puede ser entendida como una instalación interior que está directamente conectada con una terminal portuaria mediante tren, vías de navegación interiores y/o transporte por carretera, ofreciendo servicios que solamente están disponibles en las terminales marítimas (mantenimiento, declaración de aduanas...), y es un lugar en el que los clientes pueden dejar y/o tomar sus unidades de transporte estandarizadas de la misma forma que en una terminal portuaria [Roso et al, 2009]. El desarrollo y uso de este tipo de instalaciones ha mostrado potencial en la descongestión de los puertos y en la reducción de variables como las huellas de carbono [Hanaoka et al, 2011; Tsao et al, 2018].

También, ubicando puertos secos cerca de localizaciones urbanas estratégicas se puede reducir el número de viajes y, por lo tanto, de costes [Bask et al, 2014]. Wiegmans et al (2015) analizaron factores que afectaban al desempeño de los puertos interiores y concluyeron que una buena conexión por carretera de la terminal interior es un punto clave para mejorar su desempeño en términos de volumen de trasiego y crecimiento.

Añadidos a los esfuerzos llevados a cabo hasta el momento, tanto terminales de contenedores portuarias como interiores pueden todavía ser optimizados mediante la mejora de sus sistemas de gestión, el equipamiento utilizado y/o sus infraestructura. La optimización de los elementos interiores es muy importante para mejorar el desempeño de la terminal de contenedores. Desde los diferentes elementos de la terminal (ej: sistemas tecnológicos de información y comunicación (ICT), equipamiento de manejo de contenedores, infraestructura y desempeño de los operadores de la terminal), es importante el subrayar el "cerebro" de la terminal, conocido como TOS, que es

el sistema de gestión computacional a cargo de todos los procesos llevados a cabo en la terminal y que es el foco de esta investigación.

Las terminales portuarias usan diferentes tipos de sistemas de información. Heilig and Voß (2017) los dividieron en 10 grandes tipos diferentes: ventanas únicas nacionales, *port community systems*, servicio de tráfico de buques, TOSs, sistemas de planificación de puertas, sistemas automatizados de puertas, sistemas automatizados de patio, sistemas de información de control de tráfico, sistemas inteligentes de transporte y sistemas de conexión con infraestructuras terrestres, y analizaron su potencial para la mejora de la eficiencia de la cadena de suministro global.

Carlan et al (2017) indicaron que las principales razones detrás de la decisión de invertir en innovación en el sector portuario son la reducción de costes, mejora del nivel de servicio, aumento del control de monitoreo del transporte y la mejora en elementos de seguridad y protección . También sentenciaron que el objetivo más importante de las plataformas portuarias es optimizar el uso de capacidad de infraestructura para reducir la congestión portuaria, lo cual es uno de los grandes objetivos de un TOS.

2.3. TERMINALES DE CONTENEDORES

Una terminal de contenedores es una instalación intermodal que usualmente conecta buques de contenedores del mar (en caso de terminales portuarias) con camiones en tierra firme (Zhan et al, 2003) y, en muchos casos, también con transporte ferroviario o vías navegables interiores (Kim et al, 2015; Clott et al, 2016; Santarremigia et al, 2018)

El uso en el transporte de contenedores es debido a su alta eficiencia y algunas de sus ventajas son las siguientes (Soloviova, 2020):

- Reducción de costes globales debido a la rápida manipulación de la carga
- Los contenedores aseguran la integridad de la carga y su protección
- La estandarización en el uso de contenedores ha promovido una gran automatización de los procesos logísticos
- La estandarización en el tamaño de contenedores ha unificado los mecanismos de carga y descarga

- El contenedor, como pequeño almacén, ha reducido la necesidad de instalaciones de almacenamiento

Aunque las terminales de contenedores pueden diferir mucho en tamaño, funciones y *layout* (la estructura ó configuración de los contenedores almacenados), todas consisten de los mismos tres subsistemas operacionales (Böse et al, 2011); ver Figura 1:

1. El área operacional entre el muelle y el patio de contenedores (área justo detrás de la zona de atraque). Este área está equipada de grúas de diferentes tipos para llevar a cabo las operaciones de carga y descarga de contenedores del/al buque que haya atracado en el muelle.
2. El patio de contenedores (zona de almacenamiento de la terminal, el área de apilamiento): la zona donde los contenedores son almacenados y donde se llevan a cabo las operaciones de carga y descarga de estas unidades logísticas. Este área está dividida en una serie de bloques de contenedores, los cuales normalmente están divididos en diferentes tipos (importación, exportación, refers, contenedores vacíos...)

En este área podemos encontrar diferentes configuraciones que dependen de la maquinaria utilizada para la manipulación de contenedores; pudiendo distinguir distintas configuraciones en una terminal (Böse et al, 2011; Monfort et al, 2011):

- a) La configuración de bloques de pilas (*block stack*) que se utiliza cuando el espacio de la terminal es escaso respecto al número de contenedores que se deben almacenar. En este tipo de estructura de terminal, el elemento principal de manipulación de contenedores es la grúa pórtico, que los dispone para su transporte horizontal por medio de tractores (tractores de patio) hacia/desde las grúas del muelle. Podemos encontrarnos con bloques de 8 contenedores por fila y hasta 5 alturas.



Figura 1. Configuración típica de grúas portico en Terminal CTA de Hamburgo
Fuente: Google earth

- b) La configuración de pilas lineales en el cual se utiliza otro tipo de maquinaria, las llamadas carretillas pórtico (*straddle carrier*). En este tipo de configuración se necesita tener espacio intermedio entre las diferentes pilas de contenedores. Normalmente, las pilas tienen 3 alturas de 1 contenedor de ancho (Monfort et al, 2011)



Figura 2. *Straddle carrier* con su configuración característica

- c) La configuración típica de la utilización de carretillas (*reach staker*), con filas de 3-4 contenedores de ancho y entre 5 y 7 de altura. Entre cada pila, para facilitar el movimiento y, sobre todo la realización de maniobras por parte de la maquinaria, se necesitan al menos 10 metros de separación.



Figura 3. *Reach staker* dejando contenedor

- d) La configuración resultante de la utilización de plataformas de remolques nos da un dibujo de grupos de contenedores en filas de 1 contenedor y 1 altura. Cabe indicar que, en este caso, se necesita una plataforma para cada uno de los contenedores almacenados y, por supuesto, un equipo adicional para poder moverlas (tractoras de camión).



Figura 4. Terminal Eagle Marine de Los Ángeles
Fuente: Google earth

- e) La última configuración es posiblemente la menos utilizada de todas las indicadas, pero es utilizada en partes de la superficie de grandes puertos como el de Hong Kong. Se podría denominar como estanterías de contenedores (*high bay racking*), que son perfectas para terminales con un gran movimiento de contenedores (alto rendimiento ó *throughput*) pero muy poca superficie. En Hong Kong encontramos estanterías de hasta 12 niveles de altura.



Figura 5. Sistema de estanterías en la terminal DP WORLD de Dubai

3. La zona de la terminal donde se realizan las operaciones terrestres que incluye la puerta, el aparcamiento, los edificios de oficina, las instalaciones de aduanas, zona de carga de contenedores a unidades terrestres con zona de llenado y vaciado, almacenamiento de contenedores vacíos, el área de mantenimiento y reparación de contenedores,...

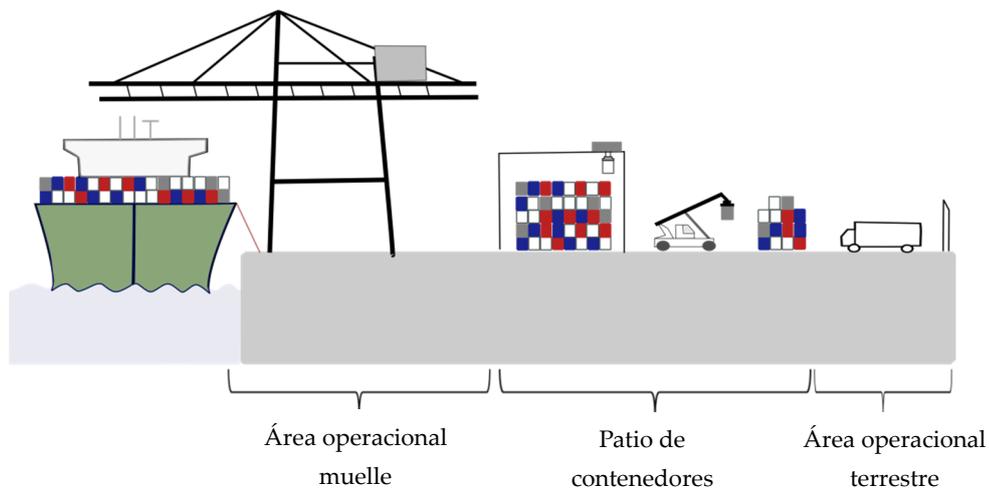


Figura 6. Esquema de una terminal portuaria de contenedores mostrando las tres principales zonas: área operacional de muelle, patio de contenedores y el área de operaciones terrestres (transporte terrestre, ferroviario y/o sobre vías interiores navegables)

Los procesos más comunes en la terminal son la carga/descarga desde buque mediante grúas, transporte interno mediante los tractores de patio (unidades de transporte de patio), también llamados *tug masters* o *yard tractors*, o mediante AGVs (vehículos autoguiados) a la zona de almacenamiento (la ubicación de almacenamiento normalmente se da por bloque, fila y altura), la carga/descarga de contenedores en el propio patio y el almacenamiento temporal de los contenedores antes de su carga en buques, camiones o trenes. Todos estos procesos, así como el equipamiento involucrado, necesitan ser monitorizados y gestionados de la forma más automatizada posible [Shen et al, 2008].

Similar a las terminales portuarias, las terminales interiores de contenedores también tienen diferentes zonas (ver Figura 7); el patio de contenedores y las áreas operacionales para cada modo de transporte que entra y sale de la terminal.

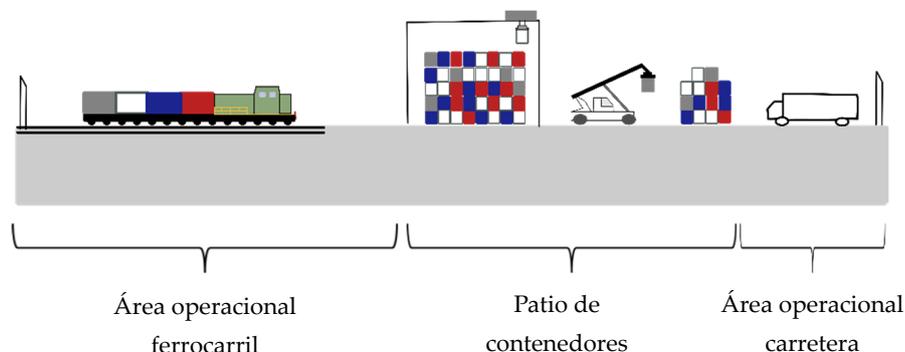


Figura 7. Esquema de una terminal interior de contenedores mostrando las 3 partes principales: dos áreas operacionales (zonas de entrada y de salida de los diferentes transportes que entran y dejan la terminal) y el patio de contenedores.

La eficiencia de una terminal (Stojakovic et al, 2019) depende de lo bien organizada que esté y de la coordinación que haya entre sus diferentes subsistemas, aunque el tiempo que un buque debe pasar en el muelle depende mayoritariamente de la productividad y eficiencia del subsistema de muelle (*berth*).

La literatura científica también habla de los principales problemas de diseño de una terminal de contenedores (Günther et al, 2006; Steenken et al, 2004):

- Las conexiones multimodales: en contraste con las terminales asiáticas, las terminales europeas suelen ser más multimodales, es decir, hacer de conexión entre varios modos de transporte más allá del buque y el transporte por carretera, teniendo conexiones con el ferrocarril o incluso con vías interiores navegables. La integración óptima de todos estos modos de transporte tiene un gran impacto en el diseño de la terminal.
- La selección de los equipos de trabajo: aunque hay equipos que podemos encontrar en la mayoría de terminales (como los tractores de patio), el diseño de una terminal depende sobre todo del equipo central de manipulación de contenedores que se vaya a implantar en la zona del patio de contenedores. Ya se ha hablado de grúas pórtico, *straddles carriers*, *reach stackers* o, incluso, tractoras de camión. La elección de uno de ellos influye mucho en la capacidad de automatización que vaya a tener dicha terminal. En este ámbito hay trabajos (Santarremigia et al, 2018) sobre las capacidades de cada equipo y las connotaciones operativas, medioambientales y de eficiencia general que llevan asociados.
- *Layout* (configuración) de la terminal: queda muy asociado a la elección llevada a cabo en

el apartado anterior, pero el *layout* queda, sobre todo, influenciado por el espacio disponible para poder construir la instalación y el rendimiento de contenedores planeado que tendrá la terminal (*throughput*). En la búsqueda de la configuración deseada, además deben reservarse áreas para contenedores particulares como los *reefers* (contenedores refrigerados), los vacíos y los que contengan mercancías peligrosas.

- Capacidad del muelle: este elemento no solamente influye en el número y tamaño de los buques sobre los que se pueda trabajar sino que va a ser muy importante su influjo sobre la flota de vehículos necesarios y el espacio general de almacenaje.
- Asignación de equipos: antes que un buque vaya a llevar a cabo el atraque en el muelle de una terminal, se debe haber realizado una asignación de equipos de trabajo, no solamente a nivel material (grúas, tractores de patio, equipos de patio...) sino también a nivel humano. Una óptima selección de estos equipos es lo que lleva a la terminal a tener una eficiencia operativa y económica.

Como se puede deducir, el control logístico en una terminal de contenedores es una tarea ardua y tremendamente compleja que requiere tomar decisiones inmediatas y en tiempo real. Estos principales problemas de una terminal se pueden controlar y gestionar por medio de softwares de control y gestión de los diferentes procesos logísticos. Y, los principales softwares de gestión en las terminales, son las TOS.

Por ello, esta investigación, cuya finalidad es tratar de optimizar las TOS mediante la optimización de sus funcionalidades, puede llevar a una terminal de contenedores a aumentar su eficacia y el desempeño general dando solución a los problemas ordinarios de la operativa de la terminal.

2.4. TERMINAL OPERATING SYSTEMS (TOS)

La necesidad de optimizar la operativa de las terminales de contenedores se ha hecho cada vez más importante en los últimos años. Stahlbock and Voß (2008) llevaron a cabo una exhaustiva revisión de operaciones en terminales de contenedores y métodos de optimización, incluyendo el análisis de operaciones para los procesos de planeamiento de buques, almacenamiento y logística de apilamiento, optimización del transporte y el análisis de enfoques integradores. Los autores identificaron factores clave para la eficiencia: la automatización del transporte en el patio, almacenamiento y apilamiento, el uso de métodos de optimización y, debido a la complejidad de las operaciones en la terminal, una optimización integrada de las operaciones.

Diferentes métodos de investigación de la operativa se han usado en la literatura científica con propósitos de pura optimización [Steenken et al, 2004] (ej: experimentos computacionales en planeamiento de buques [Li et al, 1998], modelos matemáticos para almacenamiento y apilamiento [Kim et al, 1997; Kim et al, 1998], o algoritmos heurísticos para la optimización del transporte [Bruno et al, 2000] Además, el interés en el estudio y la mejora de las TOS también se ha visto incrementado. Desde 2005, ha habido una explosión en el número de artículos científicos que han tratado con estos elementos de gestión de terminales.

Una búsqueda de las palabras clave "terminal operating system" en Google Scholar no da referencias anteriores a 2005. De 2005 a 2009, hay alrededor de 50 referencias; de 2010 a 2014, unas 100, siendo el periodo de tiempo con un mayor número de referencias para este elemento. De 2015 a 2017, el número de publicaciones fue mayor de 50 [Renken net al, 2018].

La TOS es el sistema nervioso central de una terminal de contenedores, capaz de automatizar un gran número de procesos que, de otra forma, deberían llevarse a cabo manualmente.

Podemos encontrar diferentes definiciones de TOS en la literatura científica. Algunos autores han definido las TOS como:

- Software que provee gestión, almacenamiento y control del movimiento de diferentes tipos de cargas en terminales, cuya función básica es el soporte de procesos logísticos [Buhl et al, 2016]
- Un sistema computerizado que está diseñado para planificar, monitorizar y gestionar el movimiento y almacenamiento de todas las cargas, el uso de recursos, y el despliegue del cuerpo de trabajadores dentro y alrededor de la terminal portuaria o el propio puerto a tiempo real [Min et al, 2017]
- La TOS es la aplicación básica usada en las terminales de contenedores para las labores de planeamiento, monitorización y ejecución de movimientos de contenedores desde las unidades terrestres al patio, del patio a las unidades terrestres, de las unidades terrestres a los buques y de los buques a las unidades terrestres usando equipos pesados de levantamiento (*CHE - Container Handling Equipment*) [Jamal et al, 2017]
- Una TOS provee de un conjunto de aplicaciones para recopilar, almacenar, gestionar, analizar y diseminar información desde diferentes actividades de la terminales para proveer una vista integrada en los procesos básicos y asegurar un uso eficiente de recursos de manejo de cargas [Heilig et al, 2017]

Por lo tanto, fusionando definiciones, una TOS puede ser definida como el software principal de una terminal cuyas funciones incluyen el planeamiento, gestión y monitorización de todos los procesos llevados a cabo en la terminal (ej: carga, descarga, transporte, almacenamiento) y sus alrededores (ej: planeamiento de llegadas de buques/camiones, gestión de colas en puertas..) así como la asignación de recursos humanos a los diferentes procesos, a tiempo real, con el objetivo de asegurar un eficiente uso de los recursos.

Originalmente las TOS fueron sistemas administrativos que aseguraban que la información sobre los contenedores estuviera resguardada y completamente disponible (Agerschou et al, 2004). Esto, inicialmente significaba ser capaz de localizar rápidamente un contenedor, conocer si tenía algún tratamiento especial (alimentación, mercancías peligrosas...) y evaluar sus necesidades en cuanto a aduanas...

Ahora, sin embargo, todos los procesos operacionales son controlados por la TOS: planeamiento de buque, control del patio, gestión de los equipos de manejo de contenedores y manejo del sistema de puerta de entrada y salida. Además, controlan toda la información del flujo de movimiento del contenedor, incluyendo su facturación. Por ello, actualmente se considera la TOS como el corazón de la terminal (Boer et al, 2012).

Una TOS puede ser integrada con otros sistemas y tecnologías para monitorizar las cargas en la terminal (ej: RFID-Identificación por radio frecuencia, GPS - Sistema de posicionamiento global) y para compartir datos con entidades externas (ej: *Port community systems*) y, usualmente, incluye aplicaciones de soporte de decisión basadas en simulaciones o algoritmos de optimización para un planeamiento y planificación más eficiente [Kia et al, 2000]. Las tendencias actuales van hacia el uso de plataformas colaborativas en la nube y el análisis de Big Data (por ejemplo, para mantenimiento) [Heilig et al, 2017]

Para entender la importancia de una TOS en una terminal de contenedores, su implementación por primera vez o su modificación por una nueva puede ser considerado como un trasplante del corazón de la propia terminal [Willis, 2019]. La implementación de una TOS en una terminal es uno de los proyectos más exigentes que emprenderá un operador de terminal, requiriendo un grandísimo esfuerzo por parte de dicho operador.

Los operadores de terminales de cualquier tamaño pueden cosechar tremendos beneficios mediante la implementación de una TOS comercial. Por ejemplo, las terminales de un modesto tamaño pueden reducir sustancialmente el número de procesos realizados de modo manual, incrementar la exactitud de los datos, mejorar las capacidades de reporte, mejorar la comunicación con sus socios de negocio y, en general, agilizar su operativa [Michele et al, 2014]

Por ello, puede concluirse que la TOS es el elemento de planeamiento y gestión más importante a ser considerado en la optimización de cualquier tipo de terminal.

Como base de la investigación, se preveía crear un esquema con mucho detalle de las funcionalidades de las TOS por lo cual se hizo una gran búsqueda en la literatura científica para identificar las funcionalidades que una TOS debería poseer.

Heilig et al (2017) publicaron una categorización de los principales sistemas de información en puertos marítimos dentro de la cual incluyeron numerosos sistemas: RFID (radiofrecuencia), EDI (intercambio de datos), OCR (paso de documentos escritos a electrónicos), RTLS (localización a tiempo real), WSN (redes de sensores *wireless*), NSW (las *singles windows*), PCS (*port community systems*), VTA (servicios de tráfico de buques). La inmensa mayoría de estos sistemas de información están fusionados en la TOS de la terminal de contenedores.

Citan como las más importantes TOS comerciales la Navis SPARCS N4 y la CITOS de PSA International (la que usa, por ejemplo, el Puerto de Singapur)

Shen et al (2008) desarrollaron una primera aproximación a un modelo de estructura de una TOS, identificando siete principales módulos: datos fundamentales, entrada por puerta, salida por puerta, operaciones de descarga, operaciones de carga, gestión de movimientos y operaciones de patio. Además de esto, describieron lo que entendieron como los cinco procesos clave en la gestión de una TOS: control de equipos, estiba de buques, planificación del patio, planificación de descargas y de cargas.

Mazouz et al (2017) ya indicaron que la puerta es una parte clave de la terminal y una precondition para muchas de las operaciones que se llevan a cabo en la terminal. Por ello, la gestión de puerta será uno de los aspectos clave dentro del esquema de funcionalidades

Kim et al (2015) esquematizaron un sistema de planeamiento de una TOS con 4 módulos fundamentales: Planeamiento del muelle, Planeamiento del patio, Planeamiento de recursos y Planeamiento de las operaciones con buques.

Para cada uno de estos módulos fundamentales, indicaron una serie de características que, según los investigadores, deberían cumplir. Por poner un ejemplo, en el planeamiento del patio se indica que se debería definir normas para el apilamiento automático para contenedores de importación/exportación/tránsito, la prevención de los flujos de entrada y salida de contenedores, la visualización del mapa del patio mostrando las pilas por grupos de contenedores...

Min et al (2017) amplían el anterior esquema, proponiendo una TOS para incrementar la eficiencia de la operativa de terminales portuarias que fue dividida en seis principales módulos:

planificación en muelle, planeamiento del patio, planificación de buques, planificación de recursos, comunicaciones y módulos de interfaz.

Recientemente, el módulo de comunicación se entiende como una expansión de la propia TOS con la cual se gastan muchos esfuerzos en permitir a las partes interesadas (*stakeholders*) el intercambio de datos e información [Renken et al, 2018]. Otro módulo que está siendo estudiado o está bajo desarrollo incluye tecnologías suplementarias, como herramientas automatizadas de capturas de datos [Kia et al, 2000] o sistema de monitorización en tiempo real [Jamal et al, 2017], que deberían ser añadidos y/o integrados a las TOS para un crecimiento de la terminal.

Renken et al (2018) indican que el deseado incremento en eficacia, transparencia, disponibilidad de datos e información obliga a incrementar el interés en las TOS, añadiendo que desde 2010 hay una explosión en la publicación de papers cuya temática circula alrededor de dichos sistemas informáticos de gestión. Las TOS tienen una demanda cada vez más creciente ya que se pueden considerar la única vía de programar una carga/descarga de contenedores entre el patio (campa) y el buque/tren/camión, sin perder la pista de ningún contenedor.

Añaden que el público objetivo de las TOS estaba en el momento del estudio en más de 19000 posibles clientes y que hay un gran interés en las pequeñas y medianas terminales en la implantación de una TOS que gestione la instalación.

Las mejoras de una TOS deben ser aplicadas simultáneamente tanto en terminales portuarias como en terminales terrestres, trabajando como variables interdependientes. Debería haber una conexión directa entre terminales portuarias e interiores para compartir información en tiempo real, para incrementar su eficiencia en tareas de gestión y programación de las instalaciones, reduciendo tiempos de espera durante los procedimientos de carga y descarga de cualquier unidad.

Hace más de 25 años, las tecnologías de la información comenzaron a ser cada vez más importantes y usadas en la logística de contenedores. Las primeras empresas de software que se atrevieron a dar el paso en el desarrollo de TOS fueron NAVIS, TSB y RBS. Estos softwares iniciales tenían como objetivos principales el planeamiento de la operativa de buques, la gestión del patio y la supervisión de la operativa de la terminal (Saanen, 2010)

Actualmente podemos encontrar multitud de TOS en el mercado. Cada una de ellas ofrece diferentes funcionalidades, y la selección de una u otra por parte de un usuario final no es una decisión fácil para los gestores de la terminal debido a que la información no es totalmente clara y que puede haber lagunas importantes en el conocimiento sobre el potencial global de cada solución de gestión de la terminal.

A continuación, se enumeran los principales desarrolladores de TOS del mercado internacional y sus productos:

1. NAVIS (www.navis.com): Es la compañía proveedora líder a nivel mundial de TOS. Forma parte de CARGOTEC CORPORATION, una compañía finlandesa que, además, fabrica maquinaria de manejo de cargas para barcos, puertos y terminales por lo cual tienen una visión multidisciplinar del contexto de las terminales. Su TOS se llama NAVIS N4 y tiene más de 340 clientes en unos 80 países. Según la propia compañía “NAVIS es el standard global en cuanto a TOS y N4 ha sido implementado en más terminales que cualquier otra TOS y ninguna otra TOS puede compararse con la capacidad única de NAVIS para optimizar el planeamiento y gestión de contenedores y equipos en una terminal”

Cabe destacar que KALMAR, otra compañía que forma parte de CARGOTEC, ha formado equipo con NAVIS para desarrollar ONETERMINAL, la primera oferta integrada para terminales completamente automatizadas.

2. JADE LOGISTICS (www.jadelogistics.com): es una compañía cuya TOS, MASTER TERMINAL, utilizan unas 120 terminales en todo el mundo. Según la propia compañía, las grandes ventajas de su producto son:
 - a. Forma un sistema simple integrado con una vista a tiempo real de la actividad en todo el puerto
 - b. Soporta todo tipo de cargas y todos los estilos de puertos
 - c. Escalable y flexible, puede ser perfectamente particularizada para cada cliente.
 - d. Gran conocimiento de la industria portuaria
3. RBS (www.rbs-tops.com): La compañía australiana, cuyo nombre completo es Realtime Business Solutions, está especializada en el manejo de contenedores. Su producto, TOPS EXPERT CLOUD, es la primera TOS que funcionaba en la nube (cloud TOS) y puede ser usada sin gasto inicial de licencia, bajo un modelo de pago por uso (por cada contenedor o TEU gestionado). Se ha implementado en unas 30 compañías alrededor del mundo. La compañía ha desarrollado un software de simulación de operaciones de terminal (PIXEL) con dos objetivos principales: modular sus operaciones y alimentar y mejorar los parámetros de la TOS mediante los resultados de las simulaciones. RBS coopera con ISL, otro proveedor de TOS.
4. HPH (www.hph.com): la TOS de Hutchison Ports se llama nGEN y la compañía, en su web, indica que “nGEN sobrepasa a cualquier sistema gestor de terminales disponible en

la actualidad, siendo escalable desde un ordenador para una operación sencilla en una pequeña terminal hasta la operativa global de grandes puertos". La compañía destaca su escalabilidad y excelencia técnica.

5. TGI MARITIME SOFTWARE (www.tgims.com/en/): Su producto, OSCAR, es usado en más de 20 terminales mundiales. La compañía, en su web, destaca la simplicidad de uso de su TOS sin perder calidad.
6. ARGONAUT SYSTEMS LIMITED (www.argonautsystems.com): ASL provee diferentes tipos de ERPs a todo tipo de empresas aunque se ha focalizado en la logística y las operaciones de terminales. Su producto se llama BELEROPHON (versiones 2.0 y 3.0) y esta es la TOS que se utilizará más adelante para su optimización en el apartado de microsimulación. La empresa valenciana INFOPORT se encarga en parte de su desarrollo y comercialización a nivel mundial.
7. ISL APPLICATIONS (www.isl-applications.com): Su product, CHESSCON, no es una TOS como tal ya que realmente es un simulador de operaciones de terminales, aunque algunas instalaciones lo utilizan para gestionar directamente sus operaciones.
8. TIDEWORKS (www.tideworks.com): Su producto, MAINSAIL, se comercializa como la TOS con unos tiempos de respuesta más optimizados del mercado.
9. INFYZ (www.infyz.com): es una compañía relativamente nueva comparada con las demás (por ejemplo, RBS fue fundada en 1991 y JADE en 1993) y está especializada en desarrollo de productos y consultoría en servicios de softwares. Tiene diferentes productos dependiendo del tipo de carga que maneja la terminal.

Cabe indicar que no todas las terminales poseen la potencialidad económica como para embarcarse en la implantación de una TOS, un proceso costoso no solamente a nivel de coste y de tiempo, sino también en cuanto al estrés en el que sumerge a la terminal durante y el tiempo inmediatamente después de su implantación.

Hay que tener en cuenta que cualquier afección negativa puede causar un gran daño financiero a la terminal: una hora de sobretiempo operacional puede llegar a suponer un exceso de coste de más de 50.000 \$ para una gran terminal de contenedores (Boer and Saanen, 2012), por lo que es importante que la instalación tenga un software de control optimizado.

Además, aún teniendo el cuenta el gran esfuerzo de proveedores y desarrolladores de TOS, aún hoy en día la implementación y/o actualización de una TOS puede causar limitaciones operacionales e incluso penalizar temporalmente el desempeño de la terminal (Boer and Saanen, 2012), por lo cual es muy importante optimizar las funcionalidades de estos software para que penalicen lo mínimo posible el funcionamiento normal de la terminal.

Finalmente, dada la importancia demostrada por el reciente incremento de artículos sobre TOS, el principal objetivo de esta investigación es ofrecer información válida a desarrolladores de software y usuarios de TOS sobre las funcionalidades más importantes que una TOS debería incluir desde un punto de vista holístico, considerando la eficiencia operacional y administrativa, así como el valor añadido de los servicios a clientes. En esta investigación se propone analizar y obtener una ordenación de la importancia de las funcionalidades a partir de las opiniones de las partes interesadas envueltas en el desarrollo, uso y gestión de una TOS.

2.5. EL MÉTODO AHP

Mediante un análisis de literatura científica, y con la colaboración de expertos en TOS y en procedimientos operativos de terminales, esta investigación desarrolla una estructura básica de funcionalidades o requerimientos que una TOS debe incluir para llevar a cabo su función. Estas funcionalidades fueron priorizadas por un panel de expertos internacional y multidisciplinar y se usó el método AHP [Saaty et al, 1987] para calcular los pesos de cada funcionalidad. Esta priorización permite la identificación de las funcionalidades más importantes y, por tanto, las que tienen un mayor efecto en el desempeño de la terminal y en el cumplimiento de objetivos de dichas instalaciones.

La investigación contribuye con un método que permite la priorización de las funcionalidades de la TOS para asistir a la comunidad científica y los desarrolladores de TOS para que se focalicen en estas funcionalidades, las cuales son las más importantes, entre otros, para los usuarios finales. Es la primera vez que se conozca que la metodología AHP se usa para la priorización de las funcionalidades de la TOS.

La priorización y definición de las funcionalidades a ser incluidas en una TOS es un problema que requiere toma de decisiones por parte de desarrolladores ICT, por lo que el uso de un método multicriteria como ayuda a esta tarea es apropiado y ha sido usado en el desarrollo de esta investigación.

La priorización de funcionalidades/criterios/requisitos ha sido demostrado como el principal método cuando se lleva a cabo un proceso de toma de decisiones durante el proceso de desarrollo de software. AHP es un método que trabaja con problemas típicos de escenarios complejos, siendo apropiado para problemas de toma de decisiones que deben considerar múltiples criterios y múltiples partes interesadas [Pedroso et al, 2018]. Dentro de los métodos multicriteria, el AHP ha sido reconocido como el más citado y el más usado en la literatura científica [Achimugu et al,

2014; Mulliner et al, 2016].

Este gran uso está motivado debido a su simplicidad, trazabilidad, y metodología sistemática a la hora de calcular pesos de cada criterio o, en este caso, de cada funcionalidad [Santarremigia et al, 2018].

Debido a estas tres grandes ventajas, junto a su aplicación exitosa en varias áreas del conocimiento [Tramarico et al, 2015] y su idoneidad para el caso analizado, se ha seleccionado AHP como el método a seguir para priorizar las funcionalidades de las TOS.

La aplicación de AHP contribuye al diseño de TOS con un análisis estructurado que hace posible establecer una jerarquía, basada en un método matemático contrastado, de las diferentes funcionalidades que pueden ser incluidas en una TOS.

2.6. APLICACIÓN DE AHP A TERMINALES DE CONTENEDORES

Los métodos de decisión multicriteria (MDCM) han sido muy usados cuando ha habido la necesidad de llevar a cabo una elección entre diferentes alternativas y diferentes principios o consideraciones han tenido que ser tenidas en cuenta. El uso de un MCDM es apropiado para el propósito de esta investigación. La definición de las funcionalidades a ser incluidas en una herramienta ICT necesita de un método de toma de decisiones para deliberar en este complejo proceso de toma de decisiones para llegar a una herramienta lo más funcional posible, por lo cual para el desarrollo de este estudio se debe elegir uno de estos métodos.

Khan et al (2016) ya indicaron que la priorización de requisitos se ha evidenciado como uno de los más importantes procesos de toma de decisiones durante el desarrollo de software.

Velasquez et al (2013) compararon diferentes MDCM, analizando sus ventajas y desventajas, identificando los tipos de estudios para los cuales eran más adecuados. AHP es un método adecuado cuando el investigador quiere comparar un criterio contra otro criterio en el mismo nivel del árbol jerárquico [Saaty et al, 1980] y ha sido ampliamente utilizado en el estudio de problemas dentro de la cadena de suministro [Tramarico et al, 2015; Molero et al, 2017; Wallenius et al, 2008; Lai et al, 2015; Bouzon et al, 2016; Palacio et al, 2015].

Ghorbanzadeh et al (2019) describieron varios MDCM usados en el sector del transporte y la

logística y usaron el cálculo de intervalos de AHP (IAHP), el cual es un método más práctico cuando los expertos no confían en los autovalores de AHP para tomas de decisiones complejas . Otros estudios han sugerido el uso del método AHP con aproximaciones estadísticas como la simulación Monte Carlo [Gorbanzadeh et al, 2018].

Nazari et al (2018) usaron el método de fuzzy AHP, el cual está basado en diferentes funciones de pertenencia siendo una técnica efectiva y flexible en algunos casos .

La principal desventaja del método AHP es que las dependencias entre variables pueden desembocar en inconsistencias en la priorización de los criterios y producir cambios de rango [Velasquez et al, 2013]. Blanquero et al (2006) examinaron la optimalidad de Pareto de los vectores de pesos AHP derivados de matrices de comparación pareada y encontraron que estos vectores no respondían al óptimo de Pareto . Un estudio de un caso real y muy reciente llevado a cabo por Duleba y Moslem (2019) modificó el cálculo de los autovectores AHP mediante la aplicación del test de eficiencia Pareto. Este estudio mostró que el proceso de cálculo tradicional AHP puede ser mejorado aplicando los test de eficiencia de Pareto sobre los valores AHP con el objetivo de obtener pesos mejorados que responden al óptimo de Pareto.

Ka (2011) declaró que uno de los problemas de los puertos secos en China es la falta de un procedimiento sistemático para la selección de la ubicación más apropiada. Para resolverlo, propuso una metodología que combinaba métodos AHP y ELECTRE (*ELimination Et Choix Traduisant la REalité*) basados en seis factores: transporte, nivel económico, instalaciones de infraestructura, nivel comercial, contexto político y costes.

Li & Jiang (2014) usaron el método de Cuadro de Mando Integral (BSC), el cual usa AHP, para establecer un sistema de indicadores para la evaluación del desempeño en cooperación entre puertos marítimos y puertos secos basado en cuatro parámetros: satisfacción del cliente, finanzas, relaciones cooperativas y herramientas fuera de mercado. La cooperación analizada fue la de entre el Puerto de Qingdao y el Puerto de Xi'an y se identificó insatisfacción de cliente, una cooperación financiera muy poco óptima y deficiencias en herramientas fuera de mercado.

Ha et al (2017) usaron el método AHP combinado con FTOPSIS (técnicas difusas para ordenar la preferencia por similitud a una solución ideal) para la priorización de estrategias de mejora del desempeño portuario. Las diferentes estrategias (ej: productividad en grúa, utilización del patio, formación y educación, cumplimiento y lealtad, cultura, liderazgo, exactitud de información y datos, incidencias en el retraso del servicio, conectividad marítima, servicios de valor añadido a clientes, información portuaria y sistemas tecnológicos) fueron evaluadas por ocho expertos y ponderadas usando el método híbrido AHP-FTOPSIS. Los resultados obtenidos indicaron que la productividad de las grúas y las incidencias por el retraso del servicio eran los indicadores de

desempeño más importantes. El análisis usando FTOPSIS en tres empresas diferentes (operadores de terminal) mostró que las que tenían un índice de desempeño menor estaban más interesadas en aumentar dicho desempeño y, por tanto, en la implementación de las estrategias identificadas.

Molero et al (2017) ponderaron criterios que afectaban a la configuración de una terminal de contenedores de mercancías peligrosas usando el método AHP. Los criterios se dividieron en 5 principales áreas (seguridad y protección, cuidado del medio ambiente, operacionales, *business intelligence* e ICTs) y fueron utilizados para el análisis de las prioridades de los expertos. Los criterios relacionados con la operativa, seguridad y protección y cuidado medioambiental fueron utilizados por Santarremigia et al (2018) para la priorización de 5 alternativas diferentes de *layout* para una terminal de contenedores, siendo cada *layout* dependiente de un equipo de manejo de contenedores usados en el patio.

Achimugu et al (2014) citaron que el AHP había sido la técnica de priorización más citada sobre todo el conjunto de técnicas existentes.

Después del análisis de los diferentes métodos, se ha elegido el AHP en su forma clásica para esta tesis porque permite una jerarquización cualitativa de los datos sencilla, y tiene un diseño intuitivo, estructurando el análisis permitiendo un mejor entendimiento del problema.

Como añadido, se llevará a cabo un análisis de sensibilidad para evaluar el cambio de rango de las funcionalidades, que es el inconveniente más conocido de este método y, así, comprobar la robustez de los resultados obtenidos.

2.7. MICROSIMULACIÓN Y KPIs DE DESEMPEÑO DE UNA TERMINAL

Las TOS son sistemas con un gran número de parámetros y funcionalidades que deben ser puestas en orden correctamente para alcanzar un óptimo desempeño en la terminal. Estos parámetros son preconfigurados en su mayoría por los propios desarrolladores de TOS y, posteriormente, por los equipos de venta de dichas compañías. Sin embargo, posteriormente es muy raro que una terminal haga cambios sobre estos parámetros estandarizados.

Querer modificar estos parámetros en situaciones reales puede tener consecuencias negativas en la propia operativa de la terminal, hecho por el cual nace la posibilidad de realizar estas mejoras mediante una simulación con una TOS real y una terminal simulada pero creada a partir de datos reales (Boer y Saanen, 2012); la simulación es el mejor método para verificar que una determinada

TOS va a llevar a una terminal a una mejora en su desempeño operativo, no teniendo que llegar a una implementación real del software sino pudiendo realizarse en un ambiente “real” y aislado.

En la literatura científica encontramos información sobre las diferencias esenciales entre los diferentes tipos de simulaciones que se pueden usar en terminales de contenedores (De Luca et al, 2013; Angeloudis et al, 2011) y, con dicha información, poder tomar la decisión de qué tipo utilizar según el objetivo del proyecto. Podemos diferenciar los siguientes tipos de simulaciones:

1. Según el diseño del modelo

- a. Estática: se realiza en un momento específico del tiempo y se usan para estudiar problemas independientes de la variable temporal. Se utiliza por ejemplo en relaciones documentadas, estructuras de carga y estudios similares.
- b. Dinámica: incluyen la dimensión temporal y se focalizan en la evolución de la totalidad o partes del sistema a simular. La naturaleza de las terminales de contenedores claramente sitúan como más aconsejable esta segunda opción.

2. Según la fidelidad:

- a. Microsimulación (operacional): su objetivo es averiguar el comportamiento de las infraestructuras de control, operativa y tráfico de vehículos en gran detalle, buscando replicar las dinámicas del sistema simulando el comportamiento de vehículos e infraestructura a gran detalle. En este tipo de simulaciones la unidad a seguir es el contenedor al cual se le debe aplicar un algoritmo de control que puede ser estable o cambiante a lo largo del tiempo. Este tipo de simulaciones debe ser el utilizado si queremos obtener información general sobre las principales variables operativas de la instalación: rendimientos, ocupaciones, movimientos, etc. Normalmente este tipo de simulaciones lleva asociada un timing del tipo “*discret event*”.
- b. Macrosimulación (estratégica): tiene una menor fidelidad de datos de salida, estando basadas en información agregada del sistema como por ejemplo los movimientos de flujos. Se usan para problemas concretos como pueda ser la localización de las grúas para los barcos entrantes en la terminal.

3. Según el alcance:

- a. Genérica: se aplica a un gran espectro de operaciones, es decir, normalmente abarca todo el sistema operativo de la terminal.

- b. Focalizada: tal como indica su nombre, su objetivo es un estrecho rango operacional. Suelen ser utilizadas para analizar las llegadas de los buques a las terminales.
4. Según la sincronización temporal:
- a. Continua: describe el estado del sistema en un punto del tiempo, utilizando principalmente ecuaciones diferenciales que proporcionan información sobre las tasas de cambios para varios aspectos en los elementos simulados. Este tipo de simulaciones no son muy habituales en sistemas logísticos.
 - b. Tiempo discreto (*Discret time simulation*): avanzan su reloj interno a intervalos fijos de tiempo, independientemente del estado de sus elementos. En cada intervalo se recalcula el estado de los elementos. La exactitud depende del tamaño del intervalo que se ha programado en relación con la frecuencia de los eventos simulados. Puede ignorar interacciones para las que el intervalo de tiempo sea muy grande. Es una buena opción para sistemas en los que la mayoría de variables cambian infrecuentemente sobre el tiempo, no como en las terminales de contenedores.
 - c. Evento discreto (*Discret event simulation*): son libres de las inexactitudes asociadas a los intervalos de tiempo fijo de análisis ya que tienen la capacidad de capturar todas las interacciones que suceden en el sistema Sin embargo, no escalan correctamente con alcances micro ni con sistemas muy atareados y simulaciones a tiempos muy largos debido a que la información de salida es muy densa y muy difícil de cribar generando un gran número de pequeños eventos a analizar. Respecto a terminales de contenedores, normalmente se trabaja mediante el seguimiento de un contenedor a lo largo de todo el sistema operacional.

Teniendo en cuenta esta clasificación de los tipos de simulación, en esta investigación se va a llevar a cabo una microsimulación dinámica, genérica y del tipo "*discret event*".

Aunque el potencial de usar la simulación para testear TOS ha sido siempre un proceso interesante para las terminales, ha habido un número muy limitado de publicaciones e investigaciones al respecto (Boer and Saanen, 2008; Schütt, 2011, Boer and Saanen, 2012).

Además, hay un número muy limitado de compañías que hayan apostado por soluciones de simulación: encontramos TBA con su software CONTROLS, ISL Applications que creó un software muy similar llamado CHESSCON y, mucho más reciente, Moffat & Nichol desarrolló el software FLEXTERM con dicho objetivo (Boer et al, 2017)

Para llevar a cabo dicha simulación, se ha elegido el software “FlexTerm”, una variable de la base FlexSim particularizada para su uso en terminales de contenedores. La principal potencialidad de este software es simular la operativa de una terminal de contenedores con una nueva TOS, respondiendo preguntas críticas sobre cual será el resultado antes de que la terminal haga un gran gasto económico y de otro tipo de recursos en la adquisición de un nuevo software de control global.

Este software trabaja bajo el abrigo de un proceso de microsimulación dinámica en modo “discret event”, por lo tanto totalmente alineado con las conclusiones extraídas del análisis de los diferentes tipos de simulaciones realizado a partir de la literatura científica.

FlexSim está desarrollado para evaluar un determinado tipo de “sistemas flexibles de manufacturías”(FMS), aquellas que tienen un alto grado de computerización y sistemas de producción automatizados (Gelenbe et al, 1991). El software está basado en la interdependencia entre la base de datos del modelo de representación de un FMS y su modelo de simulación.

De hecho, se considera a FlexSim tanto un diseño computerizado de terminales como una herramienta de evaluación de su desempeño (Gelenbe et al, 1991), siendo una típica integración entre tecnología de realidad virtual y un proceso de simulación “*discrete object-oriented*” (Chen et al, 2013)

Tanto FlexTerm como FlexSim aparecen en la literatura científica como software de simulación utilizado en diferentes investigaciones realizadas en el ámbito de terminales.

FlexSim ha sido aplicado a investigaciones relacionadas con terminales, como por ejemplo terminales de carga en carretera (Chen et al, 2013) o para simulaciones y modelización de operaciones portuarias (Chandrakumar et al, 2016). También ha sido utilizado para el planeamiento y construcción de terminales de autobuses (Da-wei et al, 2010).

Un importante valor añadido de la simulación con TOS es que, además de tratar de realizar test “reales” de dichos software y poder identificar bugs, la terminal de contenedores obtiene información valiosa sobre indicadores clave de desempeño como los tiempos de espera o la productividad de los diferentes equipos (Boer et al, 2017)

Para los propósitos de la investigación, teniendo claro el software de microsimulación a utilizar, era de vital importancia identificar qué indicadores clave de desempeño deberían ser calculados en la simulación para poder comparar el desempeño de las diferentes TOS.

Para este fin se llevó a cabo una nueva búsqueda bibliográfica en base a la cual se deberían identificar los principales KPIs que nos pueden dar información suficiente sobre la operativa y el cuidado medioambiental de la terminal, además de poder averiguar si se pueden calcular mediante procesos de simulación como el que se utilizará en esta investigación.

Los indicadores son figuras u otras medidas que son capaces de dar información sobre un fenómeno complejo, como un impacto ambiental, simplificado a una forma que es fácil de entender y usar.

Un indicador debe cumplir 3 funciones principales: cuantificar, simplificar y comunicar (ISO, 2010); al mismo tiempo que debe dar soporte a la toma de decisiones ayudando a crear objetivos y a monitorizar el progreso (ISO, 2014).

El origen de los “indicadores clave de desempeño” (KPIs) se encuentra en la administración empresarial, para proveer a los negocios/empresas de una herramienta para la medida (DEFRA, 2006). Los indicadores son capaces de proveernos de una comparación entre el estado actual y un tiempo anterior, dándonos información sobre la evolución del desempeño en el tiempo.

Una categorización muy detallada es dividir los indicadores entre los que pueden proveer de inputs, outputs, resultados ó impactos (Segnestam, 2002).

Respecto a terminales, Morales-Fusco et al (2016) analizaron 61 puertos mediterráneos y encontraron que entre todos los puertos utilizaban hasta 77 KPIs diferentes; analizándolos en profundidad redujeron el número a 27 y los clasificaron en 6 diferentes categorías: tráfico, financieros, operacionales, sostenibilidad y protección, recursos humanos y procedimientos de aduanas.

Ha et al, 2017, mediante una revisión en Web of Science de hasta 259 artículos científicos relevantes, concluyeron que los puertos usan 16 índices principales de desempeño y otros 60 adicionales, clasificándolos en 6 categorías diferentes: actividades centrales, financieros, satisfacción de usuario, actividades de soporte, integración de la cadena de suministro y crecimiento sostenible.

Entre los indicadores principales señalaron los siguientes: tiempo de espera, rendimiento de la terminal, productividad de grúas y rendimiento de buque. Indicaron, además, que en estudios posteriores intentarían integrar indicadores medioambientales como la emisiones de gases de efecto invernadero (huella de carbono) y los consumos energéticos de las terminales.

Todos estos indicadores principales serán objeto de nuestra investigación ya que son provistos por la herramienta FlexTerm.

En una investigación reciente (Hinkka et al, 2018), realizaron un extenso estudio del arte sobre KPIs de terminales y puertos y, posteriormente, una evaluación de la lista de KPIs extraídos de dicho estudio del arte por parte de expertos en procesos de simulación de operaciones en puertos y terminales.

Definieron una lista de 27 KPIs que denominaron claves y otros 13 indicadores de desempeño (Pis) de los que indicaban que, o bien pertenecían a los otros 27, o en la práctica miden algo similar a estos. Los clasificaron en 5 categorías: operacionales, financieros, calidad, medio ambiente y seguridad y, según las indicaciones de los expertos en simulación, los clasificaron a su vez en 3 categorías que tendremos muy en cuenta en nuestra investigación:

1. Los que son posibles de considerar en procesos de simulación
2. Los que son muy difíciles de considerar en cualquier simulación aunque el modelo (de simulación) sea de una alta calidad
3. Los que están entre unos y otros que definen como aquellos que no se consideran en simulaciones pero que se podrían tener en cuenta si se invirtieran suficientes recursos en desarrollos de cálculos.

Hecha esta clasificación, llevaron a cabo una tabla de colores (verde, amarillo y rojo, según la facilidad de extraer información sobre ellos desde una simulación) de la cual se pueden sacar las siguientes conclusiones:

- Los indicadores verdes, de los que se podía extraer información fácilmente en un proceso de simulación, eran casi todos aquellos que habían identificado como operacionales o de calidad. Entre los operacionales podemos identificar el rendimiento de la terminal, la utilización de equipos, la utilización de la puerta, tiempo de maniobra, tiempo de servicio, tiempo de estancia del buque en el muelle, etc. Y, entre los de calidad, identificaban indicadores como el tiempo de espera, los retrasos, etc.

Todos estos indicadores son KPIs que FlexTerm da como valores de salida de sus procesos de simulación.

- Los indicadores amarillos, aquellos que están entre los que sí que se pueden obtener por microsimulación y los que no, encontramos los indicadores medioambientales.

Estos indicadores no están presentes como valores de salida en la herramienta FlexTerm pero en nuestra investigación se incluirán por lo cual se extraerán mediante cálculos

directos sobre tomas de datos de la simulación.

- Los indicadores rojos, aquellos que no se pueden extraer de procesos de simulación, entre los que se encuentran los indicadores financieros (retorno de inversión, beneficios, trabajos directos e indirectos, etc) y los de seguridad (accidentes e incidentes) y alguno de los medioambientales (población expuesta).
Estos indicadores se desecharán en la investigación.

2.8. CONCLUSIONES

Como conclusión del estudio del estado del arte se puede indicar que el interés en la temática de las TOS ha ido en aumento a lo largo de los últimos años.

En la literatura científica se pueden encontrar esquemas de funcionalidades u objetivos que una TOS debe cubrir, pero nunca se ha tratado de priorizar dichas funcionalidades por parte de un panel de expertos multidisciplinar, que represente a las principales partes interesadas de las terminales de contenedores.

Además, tampoco los métodos de toma de decisiones se han aplicado para poder extraer las funcionalidades más importantes que debe tomar una TOS, para que dicha información pueda ser de utilidad a planeadores de terminales o, incluso, a los propios desarrolladores de TOS a la hora de potenciar dichas funcionalidades para mejorar el desempeño global de este tipo de instalaciones.

El análisis del estado del arte realza la novedad de la investigación a llevar a cabo y la dota de interés científico evidenciable en ese incremento de artículos en los últimos años.

Por otro lado, mediante el análisis del estudio del arte se ha identificado el mejor método de simulación a aplicar para el objetivo de la investigación: una simulación de eventos discretos.

Debido a la necesidad de esta tipología de proceso, se eligió la herramienta FlexTerm, particularizada para terminales de contenedores, como base en los procesos de microsimulación. Por último, el estudio del arte ha proporcionado la lista de indicadores clave de desempeño (KPIs) a tener en cuenta para poder medir el desempeño de la terminal en dicha simulación. Se ha podido constatar que estas mediciones deben basarse en dos tipos de indicadores: los operacionales, que vamos a poder medir directamente con FlexTerm; y los medioambientales que, como son difícilmente medibles mediante procesos de simulación, calcularemos en base a

resultados proporcionados por la simulación en cuanto al uso de los equipos (grúas, *reach stackers*, tractores de patio...)

CAPÍTULO 3: CONSTRUCCIÓN DEL MODELO JERÁRQUICO

3.1. INTRODUCCIÓN

La siguiente figura muestra el esquema general seguido para el desarrollo de la jerarquización de potencialidades de las TOS, basado en la metodología AHP. El principal objetivo es la priorización de las diferentes funcionalidades de una TOS desde un punto de vista holístico para encontrar las que tienen mayor influencia sobre el desempeño operacional de la terminal

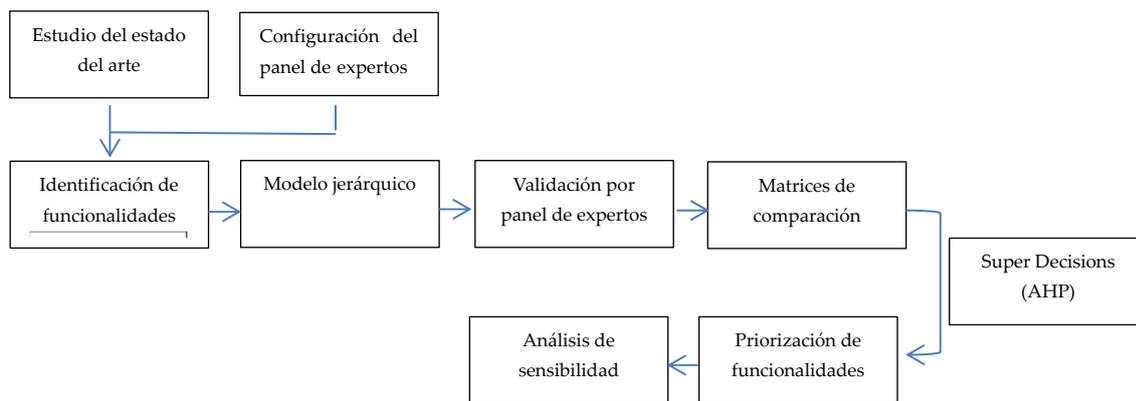


Figura 8. Esquema de la metodología seguida basada en el Proceso Analítico Jerárquico

Una vez identificadas las funcionalidades de la TOS, para llevar a cabo una buena priorización de dichas funcionalidades, hace falta buscar un panel de expertos que cumpla varias condiciones:

1. Que sea multidisciplinar, abarcando todos los interesados en los ámbitos de las terminales de contenedores y de los propios desarrolladores y comercializadores de TOS
2. Que conozca en detalle no solamente lo que es una TOS, sino lo que estos softwares proveen al desempeño global de la terminal de contenedores, pudiendo analizar las bondades que cada funcionalidad (o grupo de ellas) puede ofrecer al objetivo final de mejorar el desempeño de la instalación.
3. Que sean accesibles y, en caso de ser necesario, puedan ser reunidos para deliberaciones posteriores a la priorización individual, si las consistencias de las matrices no son las adecuadas, para poder aplicar con ellos el Método Delphi.

En esta investigación se ha intentado unir a un elenco de expertos que, desde el punto de vista objetivo, tuvieran experiencia internacional mediante el conocimiento de diferentes estilos de terminales y programas de gestión.

3.2. INTEGRANTES DEL PANEL DE EXPERTOS

El panel de expertos fue establecido siguiendo la teoría de las partes interesadas (*Stakeholder theory*) [Clarkson, 1999]] y estuvo formado por diferentes expertos: un gerente de terminal, dos estibadores de terminal, un gerente de Calidad, Seguridad, Salud y Medio Ambiente, dos clientes de terminal, un Jefe del Comisariado del Puerto, dos desarrolladores de software de terminales, un experto en microsimulaciones de operaciones de terminales de contenedores y dos investigadores expertos con publicaciones sobre terminales de contenedores.

El perfil detallado de los distintos expertos involucrados se detalla a continuación:

Dirección de terminal

1. Director de terminal de contenedores

Estibadores de la terminal

2. Representante sindical, conocedor de las funciones del personal trabajador de las terminales de contenedores
3. Personal al mando de las operaciones de una terminal de contenedores

Responsables de calidad, medio ambiente, seguridad y protección

4. Oficial de Protección en una terminal de contenedores, con amplia experiencia en el desempeño a nivel de calidad, medio ambiente y seguridad de una terminal de contenedores.

Clientes de la terminal

5. Técnico de la empresa Nisa Maritima, compañía naviera especializada en el tráfico de contenedores entre la península ibérica y Canarias.
6. Técnico de la empresa Soluciones Integrales Marítimas, agente marítimo con amplia experiencia en el sector como representante de navieras.

Actividades circundantes

7. Alto Comisionado de la Autoridad Portuaria de Valencia, VALENCIAPORT, organismo público responsable de la gestión de los tres puertos de titularidad estatal situados a lo largo de 80 km en el Mediterráneo español: Valencia, Sagunto y Gandía.

Programadores de TOS

8. Técnico de IT de la empresa INFOPORTS, compañía de servicios tecnológicos especializada en el sector logístico y portuario; gestor de la TOS Bellerophon.
9. Técnico comercial de INFOPORTS.

Experto en microsimulaciones de operaciones de terminales de contenedores

10. Investigador de la Universidad Zagreb, experto en técnicas de microsimulación de operaciones con contenedores en terminales de contenedores.

Expertos en operaciones portuarias

11. Investigador de la empresa AITEC, especializado en layouts de terminales portuarias y mejoras en el desempeño de este tipo de instalaciones.
12. Investigadora de la empresa AITEC, especializada en factores que mejoran el desempeño de las terminales portuarias, desde un punto de vista global con alcances de calidad, seguridad, medio ambiente, IT...

El papel del panel de expertos fue:

- a) añadir, eliminar y/o validar las funcionalidades definidas después de realizar el estudio del estado del arte
- b) cambiar o validar el modelo jerárquico definido,
- c) hacer una comparación por pares de las funcionalidades incluidas en cada uno de los grupos de criterios o niveles, con respecto al enfoque global, utilizando la escala de Saaty [Saaty, 1987], ver tabla 1.

Nivel de importancia de la funcionalidad I comparada con j (a_{ij})	Descripción
---	-------------

1	Funcionalidad i y j tienen la misma importancia.
3	i es moderadamente más importante que j.
5	i es fuertemente favorecida sobre j.
7	i es muy fuertemente favorecida sobre j.
9	<i>Extremadamente importante.</i> i es completamente preferida en comparación con j.
2, 4, 6, 8	Los juicios de valor pueden ser refinados usando valores intermedios.
Recíprocos (1/3, 1/7, etc.)	Si la opción preferida es j delante de i, se utiliza la misma escala de 1 a 9, pero en forma de fracción (de 1/3 a 1/9). Por ejemplo, si la funcionalidad i es fuertemente favorecida en frente de j tendrá un 5, y entonces cuando j es comparada en frente de I, tendrá el valor recíproco (1/5).

Tabla 1. Escala de Saaty empleada por los expertos para hacer comparaciones por pares

3.3. PRIMERA ESTRUCTURA DE FUNCIONALIDADES PROPUESTA

El primer paso es la definición de las diferentes funcionalidades de los TOS (incluidas las funcionalidades actuales y las funcionalidades potenciales que mejorarán el rendimiento de los TOS y aumentarán la eficiencia de las terminales portuarias y terrestres). La selección de estas funcionalidades se evaluó en primer lugar a través del ya comentado estudio del estado del arte, obteniendo un primer borrador de funcionalidades, que fueron ampliadas mediante el desarrollo de reuniones técnicas con gestores de terminales de contenedores y con expertos en TOS.

No se considera necesario incluir el primer borrador de funcionalidades ya que no aporta valor a este documento ya que en el apartado siguiente se informa de las incidencias ocurridas en esta primera versión, los cambios realizados, y la versión final del esquema de funcionalidades de una TOS teniendo en cuenta los juicios propuestos por:

1. Las estructuras de TOS ya existentes en la literatura científica
2. La opinión del panel de expertos a la hora de añadir y conjuntar dichas funcionalidades
3. La idoneidad de la estructura con el posterior método de toma de decisiones (AHP) a utilizar, ya que éste plantea algunos límites a la hora de realizar clusters con dichas funcionalidades.

3.4. INCIDENCIAS Y ESQUEMA FINAL DE FUNCIONES

Tras valorar el primer borrador de esquema de funcionalidades, se tuvo que hacer una corrección: para cumplir la recomendación de Saaty et al (2003) de no tener que priorizar más de siete elementos en un mismo nivel.

Saaty et al (2003) indican que 7 eran las comparaciones de criterios máximas que podía discernir la mente humana ya que demostraron que, a partir de ese número, los resultados no eran consistentes porque la mente no podía comparar por pares 7 criterios teniendo en la cabeza cada criterio en cada comparación por pares.

Esto trajo el primer problema de la investigación ya que el esquema creado por los expertos en terminales y TOS, pero no en AHP, tenía 8 funcionalidades dentro de E.1.1. INFORMES DE DATOS y eso no era aceptable para poder aplicar después la metodología AHP para la priorización de dichas funcionalidades.

Por este motivo, se volvió a consultar a los expertos indicándoles este requisito adicional que no se les había comunicado al principio.

Su consenso fue muy rápido: los expertos desarrolladores de TOS y gestores de terminales propusieron abrir un elemento E.1.2 CONSULTAS DE DATOS para introducir dentro la funcionalidad E.1.2.1. CAPACIDAD PARA REALIZAR CONSULTAS DE DATOS que determinaron que no respondía fielmente al objetivo del elemento E.1.1. INFORMES DE DATOS.

Así pues, tras la revisión bibliográfica, las opiniones de los expertos, la validación por parte de los expertos y la reestructuración final debida al límite de siete elementos dentro de cada nivel, se identificaron y organizaron un total de 107 funcionalidades divididas en:

- 6 áreas principales de primer nivel:
 - Almacén
 - Operaciones marítimas
 - Puerta (entrada/salida)
 - Master Data
 - ERP Dashboard
 - Comunicaciones
- 17 funcionalidades de segundo nivel

- 23 funcionalidades de tercer nivel
- 107 funcionalidades de cuarto nivel

Los requisitos identificados y sus descripciones pueden verse en la Tabla 3.

La interoperabilidad e integración entre los diferentes equipos que trabajan en una terminal son aspectos relevantes que han sido incluidos como funcionalidades (por ejemplo, el cluster A.1.2. Optimizaciones técnicas o el F.1.1. Comunicaciones y mensajes)

Tabla 2. Descripción de las funcionalidades o requerimientos TOS.

A. ALMACÉN

A1. Zona de gestión	<i>A1.1. Configuraciones de campa o patio</i>	A.1.1.1 DISEÑO PERSONALIZABLE: Capacidad para crear un diseño de zona personalizable para múltiples terminales/zonas y patrones de tráfico/rutas
		A.1.1.2 LOCALIZACIÓN HISTÓRICA: Proporcionar visibilidad en tiempo real de cada unidad en todas las ubicaciones aplicables (por ejemplo, terminal /patio /taller de carga /espacios /buque).
		A.1.1.3 ESPACIO OPTIMIZADO: Optimizar la utilización del espacio del patio(s).
		A.1.1.4 LOCALIZACIÓN OPTIMIZADA: Identificar la óptima localización de cada unidad basada en su destino por transportador, secuencia de carga/descarga o requisitos de las intervenciones.
	<i>A 1.2. Optimizaciones técnicas</i>	A.1.2.1 INTEGRACIÓN GIS: Proporciona una integración con el GIS permitiendo la visualización de datos geoespaciales relacionados con los TOS.
		A.1.2.2 PROTOCOLOS DE OPERACIÓN: Integración con los protocolos de operación.
		A.1.2.3 INTEGRACIONES DEL CLIENTE: Integraciones con el equipamiento y los sistemas operacionales de transporte.
		A.1.2.4 CAPACIDAD DE OPTIMIZACIÓN MULTIMODAL.
A2. Reclamaciones e inspecciones.	<i>A2.1. Reclamaciones e inspecciones</i>	A.2.1.1 TRAZABILIDAD DE LAS INSPECCIONES: Registro cuando se ha presentado una solicitud de inspección.
		A.2.1.2. ALERTAS DE INSPECCIÓN: Notificar cuando una inspección no ha ocurrido dentro de plazo de tiempo desde que se solicitó.
		A.2.1.3 INFORMES DE INSPECCIÓN: Capturar información de inspección de carga. Por ejemplo: si

		la carga fue inspeccionada, cuándo fue inspeccionada, el nombre del inspector, y cuánto tiempo fue necesario para completar la inspección.
A3. Carga	<i>A3.1. Seguimiento y notificaciones</i>	A3.1.1. NOTIFICACIONES DE ENTREGA: Verificación de los datos de la orden de entrega frente a los datos manifiestos y notificación al servicio de atención al cliente de las discrepancias para la reconciliación.
		A.3.1.2 ALERTA DE ENTREGA: Notificación cuando una orden de entrega no se ha recibido en el tiempo estimado en los datos del recibo original.
		A.3.1.3 NOTIFICACIÓN DE LLEGADA: Proporciona notificaciones de llegada de camiones o trenes a otras partes en el proceso, tales como coordinadores de seguridad, de larga distancia y de vagones
		A.3.1.4 NOTIFICACIONES DE ACEPTACIÓN: Registrar/confirmar la carga recibida con la nota del agente portuario o expedidor de carga.
		A.3.1.5 TRAZABILIDAD DE LOS TRABAJOS: Registrar y rastrear la mitigación de la carga. Por ejemplo: fumigación estacional para la carga, requisitos específicos del país para la limpieza a vapor, o carga del fabricante que requiere capas protectoras específicas.
	<i>A3.2. Control de carga</i>	A.3.2.1 BL ACTUALIZACIONES: Añadir posiciones de carga a la carta de porte, por ejemplo: un componente de una unidad debe eliminarse y añadirse como una posición separada antes de que se cree el documento para el conductor del camión
		A.3.2.2 TARIFAS FLEXIBLES: Cambiar la partida arancelaria/tarifa de facturación para una entrega específica. Por ejemplo: el motor de una unidad de carga de transporte no arranca y la unidad debe elevarse al camión y, como resultado, facturarse utilizando una partida/tarifa diferente.

		<p>A.3.2.3. VERIFICACIONES DE CARGA: Verifica los recibos de los agentes portuarios y expedidores de carga con la línea de exportación de la compañía naviera y notifica las discrepancias de operación para su conciliación.</p>
		<p>A.3.2.4. REGISTRO DE DAÑOS: Registro de daño de carga.</p>
		<p>A.3.2.5 Generar e imprimir ETIQUETAS DE CARGA.</p>
		<p>A.3.2.6 Verificar la MASA BRUTA en el patio.</p>
		<p>A.3.2.7 PACKING LISTS: Proporcionar un medio para conciliar la carga de proyecto (carga descargada para su envío) antes de liberar la carga para su embarque.</p>
B. Operaciones marítimas		
B1. Gestión y programación de muelles	<i>B1.1. Gestión de muelles</i>	<p>B.1.1.1. TIEMPOS DE TRACKING: Rastrear datos relacionados con el tiempo del barco, por ejemplo: ETA, ETD, llegada real, salida real, hora de fondeo, hora de atraque, etc.</p>
		<p>B.1.1.2 AMPLIACIÓN DE LOS DATOS DE LOS BUQUES: Establecer datos adicionales relacionados con los viajes de los buques. Por ejemplo: atracadero, nombre de la terminal, número de desplazamientos planificados, estibador, requisitos de mantenimiento y seguridad, etc.</p>
		<p>B.1.1.3. LLAMADAS ESPECIALES: Marcar ciertos viajes. Por ejemplo: los viajes militares no deben ser incluidos en los informes o sistemas visibles excepto por el personal designado.</p>
		<p>B.1.1.4 ALERTAS CUSTOMIZABLES: Notificación de alertas configurable. Ejemplo: dos horas de</p>

		<p>retraso en la llegada de un buque, se ha producido la liberación en aduanas, etc...</p> <p>B.1.1.5 CONTROL DE VÍAS ACUÁTICAS: Visibilidad y datos de las actividades fluviales en todos los atracaderos.</p> <p>B.1.1.6 AMARRE DE EMBARCACIONES: Designación de amarres como 'lay berth' (típicamente para embarcaciones).</p> <p>B.1.1.7 DATOS MÓVILES: Acceso remoto o móvil para la noche y el fin de semana de las vías navegables de guardia.</p>
B2. Operaciones de puertos y buques	<i>B2.1. Listas y confirmaciones</i>	B.2.1.1 CONFIRMACIONES DE ALTA: Registrar y confirmar la carga descargada. Por ejemplo: mercancía, cantidad, marcas.
		B.2.1.2 LISTAS DE CARGA: Entregar la carga a los estibadores para el embarque del buque junto con la ubicación de la carga.
		B.2.1.3. LISTAS ACTUALIZADAS: Rastrear la carga a medida que se carga en el buque. Por ejemplo: saber qué carga queda por embarcar.
		B.2.1.4 STOCK ACTUALIZADO: Rastrear la carga que no pudo ser cargada en el buque. Por ejemplo: carga inutilizable que necesita reparación.
		B.2.1.5 CONFIRMACIONES DE LISTA: Proporcionar la capacidad de confirmar que la carga del buque está completa.
	<i>B2.2. Informes marítimos</i>	B.2.2.1 INFORMES DE DAÑOS: Registrar los daños en la carga descargada.
		B.2.2.2. INFORMES DE LIMPIEZA: Registre si fue necesario realizar una limpieza.
		B.2.2.3 INFORMES DE EMERGENCIA: Registrar y

		dar seguimiento a las emergencias.
C. Puertas		
C1. Gestión de puertas de entrada y salida	<i>C.1.1. Gestión de puertas de entrada y salida</i>	C.1.1.1 GESTIÓN DE ENTREGAS: Crear y gestionar entregas de camiones.
		C.1.1.2 TRAZABILIDAD DE MOVIMIENTOS: Notificar al personal de la puerta de la terminal llegadas de camiones pendientes después de haber recibido el camión en la puerta.
		C.1.1.3 CITAS PREVIAS: Notificar al personal de larga distancia de las llegadas pendientes de camiones y trenes y de la carga a ser cargada después de que el camión haya sido recibido en la puerta de embarque.
		C.1.1.4 Notificaciones de LLEGADAS PENDIENTES.
		C.1.1.5 OPERACIONES DE LA PUERTA: Envío de solicitudes de despacho y recuperación a las operaciones de puerta de embarque.
		C.1.1.6 MASA BRUTA VERIFICADA en la puerta.
		C.1.1.7 Gestionar y controlar los LÍMITES DE CAPACIDAD de los terminales dinámicos
D. Master Data		
D1. Gestión de vehículos y equipamiento	<i>D.1.1. Gestión de vehículos y equipamiento</i>	D.1.1.1 CONTROL DEL TIEMPO: Medición integrada del tiempo por actividad y por operativa.
		D.1.1.2 TRAZABILIDAD DE INCIDENCIA: Medida de eficiencia por individuo y tarea
		D.1.1.3 KPIs/SLAs Cliente: gestión de indicadores de desempeño de clientes
		D.1.1.4 TIEMPO ASIGNADO POR TAREA (del cliente).

		D.1.1.5 DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS.
		D.1.1.6 Capacidad para soportar/utilizar CÓDIGOS QR.
		D.1.1.7 SOLICITUDES DE RECURSOS: Solicitudes de equipos y recursos gestionados por el sistema.
D2. Recursos humanos	<i>D.2.1. Recursos humanos</i>	D.2.1.1 INFORMES DE EFICIENCIA: Registro de las horas de mano de obra (mano de obra por turno) para el informe de eficiencia laboral.
		D.2.1.2 CUESTIONES DE CAPACIDAD: Analice las órdenes de trabajo previstas/los requisitos de mantenimiento de la gama de clientes y haga coincidir esto con la capacidad del taller/de la mano de obra (+/-) y señale los problemas de capacidad.
		D.2.1.3 Emparejar las horas disponibles con los componentes de la orden de trabajo que permiten el AUMENTO Y LA BAJADA de la rampa.
		D.2.1.4 COMPETENCIAS DE LOS TRABAJADORES: Emparejar la competencia/experiencia operativas con los requisitos de la orden de trabajo.
		D.2.1.5 Acomodar los requisitos de KPI/SLA del cliente.
		D.2.1.6 Incorporar HORARIOS DE LLEGADA Y ENTREGA conocidos.
		D.2.1.7 Incorporar la LEGISLACIÓN DE EMPLEO.
D3. Gestión de inventarios y almacenes (sin carga)	<i>D.3.1. Gestión de inventarios</i>	D.3.1.1. Proporcionar la capacidad de rastrear y GESTIONAR INVENTARIO.
		D.3.1.2 DISCREPANCIAS EN EL INVENTARIO: Realizar un recuento de inventario y reconocer las discrepancias de inventario.

		D.3.1.3. Visibilidad de cada Ítem de INVENTARIO POR DESCRIPCIÓN y número de referencia
		D.3.1.4. Visibilidad de cada artículo de INVENTARIO POR FECHA DE LLEGADA/ENTREGA o fecha de montaje.
	<i>D.3.2. Automatización</i>	D.3.2.1 PEDIDO DIRECTO EN TIEMPO REAL y visibilidad del pedido.
		D.3.2.2. Actualizaciones de los partes de disponibilidad en TIEMPO REAL.
		D.3.2.3 LISTA DE RECOGIDA aconsejada para que coincida con las órdenes de trabajo.
		D.3.2.4 ALMACENAMIENTO OPTIMIZADO
D4. Gestión de documentos	<i>D.4.1. Gestión de documentos</i>	D.4.1.1 REPOSITORIO DE ARCHIVOS: Cargar/adjuntar archivos, por ejemplo: fotografías, documentos y asociarlos con un número de reserva, conocimiento de embarque o artículo de carga.
		D.4.1.2 SELLO DE FECHA/HORA de todos los documentos e informes producidos por el sistema.
		D.4.1.3 Generar e IMPRIMIR DOCUMENTOS firmados y con sello de fecha y hora.
D5. Gestión de atención al cliente	<i>D.5.1. Gestión de atención al cliente</i>	D.5.1.1 CREAR y gestionar PRESUPUESTOS
		D.5.1.2 Capacidad de informe de presupuestos: - Plazo de entrega (solicitud recibida y presupuesto entregado). - Conversión de presupuesto al negocio real. - Coste real comparado con el coste presupuestado.
		D.5.1.3 TRAZABILIDAD DE LOS REGISTROS: Proporcionar la capacidad de enviar registros de clientes (nuevos y modificaciones) al sistema.
D6. Compras y	<i>D.6.1. Facturación</i>	D.6.1.1 TARIFAS ESPECÍFICAS: El sistema evalúa automáticamente los cargos de almacenamiento

facturación		para la carga de exportación e importación según los parámetros y tarifas de las partidas arancelarias aplicables, así como los parámetros específicos del cliente.
		D.6.1.2 GESTIÓN BoL: Agregar un cliente para un BoL que no sea la parte notificante o el destinatario.
		D.6.1.3 EVALUAR PEDIDOS: Presentar la facturación de la carga de importación/exportación al sistema cuando se haya confirmado el embarque/desembarque de la carga.
		D.6.1.4 Asociar un CLIENTE con la RESERVA, incluyendo tiempo de mano de obra/seguimiento.
		D.6.1.5 Manejo de FACTURACIONES ESPECIALES.
		D.6.1.6 Capturar los REQUISITOS DE FACTURACIÓN específicos del cliente en los TOS. Por ejemplo: conocimiento de embarque asociado (BoL) en todas las facturas.
	<i>D.6.2. Análisis de costes</i>	D.6.2.1. INFORMES DE COSTES: Acumular todos los costes asociados con una transacción facturable.
		D.6.2.2. INTEGRACIÓN DE FACTURACIÓN: Interfaz con los sistemas financieros existentes del cliente para transferir costes para la facturación final
E. ERP Dashboard		
E1. Informes y datos analíticos	<i>E.1.1. Informes de datos</i>	E.1.1.1 INFORMES ESTÁNDAR: Informes estándar listos para usar para todas las funciones y actividades básicas del sistema.
		E.1.1.2 Capacidad para desarrollar INFORMES PERSONALIZADOS
		E.1.1.3 Capacidad para desarrollar INFORMES en

		<p>todos los campos de datos DENTRO del SISTEMA.</p> <p>E.1.1.4. Permitir informes de aplicaciones de INFORMES DE TERCEROS.</p> <p>E.1.1.5. AUTOMATIZAR la DISEMINACIÓN de informes vía email.</p> <p>E.1.1.6. INFORME DE HISTÓRICOS</p> <p>E.1.1.7 EXPORTACIÓN DE ARCHIVOS: Descargar informes a otros formatos, por ejemplo: Excel, PDF, etc.</p>
	<i>E.1.2. Consultas de datos</i>	E.1.2.1 Capacidad para realizar CONSULTAS DE DATOS.
E2. Análisis de rendimiento	<i>E.2.1. Análisis de rendimiento</i>	E.2.1.1. LOGIN DE ACTIVIDADES: Registrar todas las actividades realizadas en el sistema. Es decir, quién realizó la actividad y cuándo. Si la operación ha modificado los datos, notifique el valor anterior y el actual.
		E.2.1.2 Registrar y hacer un seguimiento de los GASTOS DE OPERACIÓN DE LA TERMINAL.
		E.2.1.3 Seleccionar y mostrar el ESTADO REAL de los KPI
		E.2.1.4 Configurar y personalizar las PANTALLAS DE RENDIMIENTO.
		E.2.1.5 COMPARACIÓN VS OBJETIVOS.
F. Comunicaciones		
F1. Comunicaciones y mensajes	<i>F.1.1. Comunicaciones y mensajes</i>	F.1.1.1 INTEGRACIÓN DE PCS: Facilidad de integración para transferencias de datos automatizadas bidireccionales entre los TOS y otros sistemas portuarios que mantienen las reglas de negocio y la lógica de aplicación.
		F.1.1.2 APIs PUBLICADAS para permitir que el puerto desarrolle integraciones de aplicaciones que

		<p>mantengan las reglas de negocio y la lógica de la aplicación.</p> <p>F.1.1.3 COMUNICACIONES EDI: Automatizar la población de datos de terceros dentro o fuera del sistema (incluyendo EDI, XML, XLS, etc.).</p> <p>F.1.1.4 AUTORIZACIONES ELECTRÓNICAS: Proporcionar la capacidad de recibir electrónicamente autorizaciones o aprobaciones de corredores, transitarios, camioneros, etc.</p>
F2. Notificaciones a clientes y socios	<i>F.2.1. Notificaciones a clientes y socios.</i>	F.2.1.1 VISIBILIDAD Y ETA para clientes y socios.
		F.2.1.2 PRUEBA ELECTRÓNICA DE ENTREGA.
		F.2.1.3 Cliente/comercial/compañía ALERT FLAG.
		F.2.1.4 DESPACHO DE ADUANAS.
		F.2.1.5 CAMBIAR DATOS DE TERCEROS poblados en el sistema.
F3. Track and trace	<i>F.3.1. Track and Trace</i>	F.3.1.1 TRAZABILIDAD total del movimiento del VEHÍCULO mediante la identificación y localización del vehículo.
		F.3.1.2 SEGUIMIENTO/LOCALIZACIÓN DE LA CARGA a medida que se desplaza por la terminal/patio.
		F.3.1.3 INFORMES DE DAÑOS: Rastrear y reportar la carga dañada/inoperable asociada con una expedición.

A continuación, se explican cada una de las funcionalidades, indicando la traducción al inglés ya que será la nomenclatura que se utilizará de aquí en adelante en la aplicación del método AHP de toma de decisiones:

A. ALMACENAMIENTO/WAREHOUSE

A.1. Gestión de la campa/ Yard Management

A.1.1. Configuración de la campa/ Yard configuration

- A.1.1.1 DISEÑO PERSONALIZABLE/ CUSTOMIZABLE LAYOUT. Habilidad de crear un diseño personalizado de la campa para múltiples terminales / campas y patrones / rutas de tráfico.
- A.1.1.2 HISTÓRICO DE UBICACIÓN/ HISTORIC LOCATION. Proporciona visibilidad de cada unidad de producto en todas las ubicaciones aplicables (por ejemplo, terminal / patio / taller / compartimentos de carga / embarcación).
- A.1.1.3 OPTIMIZACIÓN DEL ESPACIO/SPACE OPTIMIZED. Optimiza el uso del espacio de la(s) campa(s).
- A.1.1.4 UBICACIÓN OPTIMIZADA/LOCATION OPTIMIZED Identifica la ubicación óptima para cada unidad de producto en función de su destino por parte del transportista, la secuencia de carga/descarga o los requisitos de intervención.

A.1.2. Optimizaciones técnicas/Technical Optimizations

- A.1.2.1 INTEGRACIÓN CON GIS/ GIS INTEGRATION. Proporciona integración con GIS, permitiendo mostrar datos geoespaciales del TOS.
- A.1.2.2. PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN/OPERATING PROCEDURES. Integración con procedimientos operativos.
- A.1.2.3 INTEGRACIONES CON EL CLIENTE/CUSTOMER INTEGRATION. Integración con equipos y sistemas de los transportistas.
- A.1.2.4. CAPACIDAD DE OPTIMIZACIÓN MULTIMODAL/MULTIMODAL OPTIMIZATION

A.2. Reclamaciones e inspecciones/Claims and inspection

A.2.1. Reclamaciones e inspecciones/Claims and Inspections

- A.2.1.1. TRAZABILIDAD DE INSPECCIONES/INSPECTION TRACEABILITY. Registra cuando se ha enviado una solicitud de inspección.
- A.2.1.2 ALERTAS DE INSPECCIÓN/INSPECTION ALERTS. Notifica cuando una inspección no ha ocurrido dentro del marco de tiempo solicitado.
- A.2.1.3. INFORMES DE INSPECCIÓN/INSPECTION REPORTS. Captura información de inspecciones de carga. Por ejemplo: si la carga fue inspeccionada, cuándo fue inspeccionada, el nombre del inspector y cuánto tiempo costó completar la inspección.

A.3 Carga/Cargo

A.3.1. Seguimiento y notificaciones/Track and notifications

- A.3.1.1. NOTIFICACIONES DE ENTREGA/DELIVERY NOTIFICATIONS. Verifica los datos de la orden de entrega contra los datos del manifiesto y notifica al cliente las discrepancias para la conciliación.

- A.3.1.2. ALERTAS DE ENTREGA/DELIVERY ALERTS. Notifica cuando una orden de entrega no ha sido recibida dentro de la ventana de tiempo a partir de la fecha de recepción original.
- A.3.1.3. NOTIFICACIONES DE LLEGADA/ARRIVAL ALERTS. Notifica la llegada de camiones o trenes a otros implicados en el proceso, por ejemplo, a seguridad, a estibadores, a coordinadores de vagones.
- A.3.1.4. NOTIFICACIONES DE ACEPTACIÓN/ACCEPTATION ALERTS. Registra / confirma la carga recibida contra el recibo del muelle del agente o del agente de flete.
- A.3.1.5. TRAZABILIDAD DE LOS TRABAJOS/WORKS TRACEABILITY. Registra y realiza un seguimiento de la mitigación de la carga. Por ejemplo: fumigación estacional para la carga, requisitos específicos del país para la limpieza con vapor o carga del fabricante que requiera revestimientos protectores específicos.

A.3.2. Control de carga/Cargo Control

- A.3.2.1. ACTUALIZACIONES DE BL/BILL OF LADING UPDATES. Proporciona la capacidad de agregar artículos de carga a un Bill of Lading, por ejemplo: un componente de una unidad debe ser retirado y agregado como un artículo separado antes de que se cree el documento para el conductor del camión.
- A.3.2.2. TARIFAS FLEXIBLES/FLEXIBLE TARIFFS. Proporciona la capacidad de cambiar la tarifa de facturación para una entrega específica. Por ejemplo: el motor de una unidad de carga que se puede conducir no arranca y la unidad debe ser subida al camión y, como resultado, se debe facturar utilizando una tarifa diferente.
- A.3.2.3. VALIDACIONES DE CARGA/CARGO VALIDATIONS. Verifica las entradas por muelle de agentes comerciales y transitarios contra la lista de mercancía de las navieras y notifica a operaciones las discrepancias para la conciliación.
- A.3.2.4. REGISTRO DE DAÑOS/RECORDING OF DAMAGES. Registra daños por carga.
- A.3.2.5. Proporciona la capacidad de generar e imprimir ETIQUETAS PARA LA CARGA/CARGO LABELS
- A.3.2.6. MASA BRUTA/GROSS MASS verificada en la campa.
- A.3.2.7. LISTAS DE EMBALAJE/PACKING LISTS. Proporciona un medio para reconciliar la carga del proyecto (carga desensamblada para el envío) antes de liberar la mercancía para la carga.

B. OPERACIONES MARÍTIMAS/MARITIME OPERATIONS

B.1. Gestión de muelle (escalas) y planificación/ Berth mangement and planification

B.1.1. Gestión de muelles (escalas) y planificación/Berth Management and planification

- B.1.1.1. SEGUIMIENTO EN TIEMPO REAL/TIME TRACKING. Proporciona información de seguimiento del buque en terminal, por ejemplo: ETA, ETD, llegada real, salida real, tiempo anclado, tiempo de atraque, etc.
- B.1.1.2. DATOS DEL BUQUE AMPLIADOS/EXTENDED VESSEL DATA. Proporciona información adicional relacionada con los viajes del buque. Por ejemplo: escala, nombre

de la terminal, número de turnos proyectados, estibador, requisitos de mantenimiento y seguridad, etc.

- B.1.1.3 ESCALAS ESPECIALES/SPECIAL CALLS. Proporciona la posibilidad de marcar determinados viajes. Por ejemplo: militares para no ser incluidos en los informes o no ser visibles en el sistema excepto por personal designado.
- B.1.1.4 ALERTAS PERSONALIZABLES/CUSTOMIZABLE ALERTS. Dispone de notificaciones de alerta configurables. Por ejemplo: retraso de dos horas en la llegada o salida del buque, ha ocurrido una liberación de la aduana, etc.
- B.1.1.5. CONTROL DE VÍAS NAVEGABLES/WATERWAY CONTROL. Visibilidad y datos para las actividades de navegación en todas las escalas.
- B.1.1.6. ATRAQUES DE BARCAZAS/BARGE BERTHS. Posibilidad de designar algunos atraques como “atraques de costado” (típicamente para barcas).
- B.1.1.7 DATOS MÓVILES/MOBILE DATA. Acceso remoto o móvil a la información para la coordinación de las vías fluviales en horario de guardia nocturno y de fin de semana.

B.2. Operaciones de Puerto y buque/Port and Vessel operations

B.2.1. Listas y confirmaciones/Lists and confirmations

- B.2.1.1 CONFIRMACIONES DE DESCARGA/ DISCHARGE CONFIRMATIONS. Proporciona control, registro y confirmación del movimiento de la mercancía descargada. Por ejemplo: mercancía, cantidad, marcas.
- B.2.1.2 LISTAS DE CARGA/LOAD CONFIRMATIONS. Permite el envío de las instrucciones de carga a los estibadores con la ubicación y destino de la mercancía.
- B.2.1.3 ACTUALIZACIÓN DE LISTAS DE CARGA/UPDATED LISTS. Proporciona el seguimiento de la mercancía mientras se realiza el proceso de carga/descarga en buque. Por ejemplo: saber qué carga queda por cargar.
- B.2.1.4 ACTUALIZACIÓN DE STOCK/STOCK UPDATES. Proporciona seguimiento de la carga que no pudo ser cargada en el buque. Por ejemplo: carga inoperable que necesita reparación.
- B.2.1.5. CONFIRMACIONES DE LISTAS/LISTS CONFIRMATION. Proporciona la capacidad de confirmación que la carga del barco ha sido completa.

B.2.2. Informes Marítimos/Maritime reports

- B.2.2.1 INFORMES DE DAÑOS/DAMAGE REPORTS. Registra daños en la carga descargada.
- B.2.2.2 INFORMES DE LIMPIEZA/CLEANING REPORTS. Registra si se requirió limpieza.
- B.2.2.3 INFORMES DE EMERGENCIA/EMERGENCY REPORTS. Registro y seguimiento de emergencias.

C. PUERTA/GATE

C.1. Gestión de entradas y salidas/Gate in and gate out management

C.1.1. Gestión de entradas y salidas/Gate in and gate out management

- C.1.1.1 GESTIÓN DE ENTREGAS/DELIVERY MANAGEMENT. Permite crear y administrar citas de entrega para camiones.
- C.1.1.2 TRAZABILIDAD DE MOVIMIENTOS/MOVEMENT TRACEABILITY. Notifica al personal de puertas las llegadas de camiones pendientes después de que el camión ha sido recibido en la puerta.
- C.1.1.3 CITAS PREVIAS/PRIOR APPOINTMENTS. Notifica a la empresa estibadora las llegadas pendientes de camiones y trenes y la carga que se cargará después de que se reciba el camión en puertas.
- C.1.1.4 NOTIFICAR LLEGADAS DE FERROCARRIL PENDIENTES/PENDING ARRIVALS.
- C.1.1.5. OPERACIONES DE PUERTAS/GATE OPERATIONS. Envía solicitudes de entrega y recepción a los operadores de puerta.
- C.1.1.6 MASA BRUTA/VERIFY GROSS MASS verificada en puertas.
- C.1.1.7 LÍMITES DE CAPACIDAD/CAPACITY LIMITS. Administra y controla el acceso por puertas a terminal de forma dinámica.

D. DATOS MAESTROS/MASTER DATA

D.1. Gestión de vehículos y equipamiento/Vehicle and equipment management

D.1.1. Gestión de vehículos y equipamiento/Vehicle and equipment management

- D.1.1.1 CONTROL DE TIEMPO/TIME CONTROL. Medición integrada de tiempo por actividad y por operario.
- D.1.1.2. TRAZABILIDAD DE INCIDENCIA/INCIDENCE TRACEABILITY. Medida de eficiencia por individuo y tarea.
- D.1.1.3 KPIs/SLAs de cliente.
- D.1.1.4. TIEMPO asignado POR TAREA (del cliente)/TIME PER TASK
- D.1.1.5 DISPONIBILIDAD DEL EQUIPO/EQUIPMENT AVAILABILITY
- D.1.1.6 Capacidad para soportar / usar CÓDIGOS QR/QR CODES
- D.1.1.7 SOLICITUD DE RECURSOS/RESOURCES REQUEST. Solicitudes de equipo y recursos manejadas por el Sistema.

D.2. Recursos humanos/Human resources

D.2.1. Recursos humanos/Human resources

- D.2.1.1 INFORMES DE EFICIENCIA/EFFICIENCY REPORTS. Registra las horas del personal (trabajo por turno) para extraer informes de eficiencia laboral.
- D.2.1.2. PROBLEMAS DE CAPACIDAD/CAPACITY ISSUES. Analiza órdenes de trabajo previstas / requisitos de mantenimiento de una serie de clientes y relaciona esto con la capacidad del taller / mano de obra (+/-) y señala los problemas de capacidad.

- D.2.1.3. Distribuye las horas disponibles con los recursos requeridos por las ordenes de trabajo/RAMPING UP AND DOWN
- D.2.1.4 COMPETENCIAS DE LOS TRABAJADORES/WORKER COMPETENCIES. Relaciona las competencias operativas / experiencia con los requisitos de la orden de trabajo.
- D.2.1.5 Ajustable a los REQUISITOS KPI/SLA/ KPI SLA REQUIREMENTS del cliente.
- D.2.1.6 Incorpora HORARIOS DE LLEGADA Y DESPACHO conocidos/ARRIVAL AND DISPATCH SCHEDULES
- D.2.1.7. Incorpora LEGISLACIÓN DE EMPLEO/EMPLOYMENT LEGISLATION

D.3. Gestión de inventario y almacén (no cargas)/Inventory and warehouse management (no cargo)

D.3.1. Gestión de inventario/Inventory management

- D.3.1.1 GESTIONAR INVENTARIO/MANAGE INVENTORY. Proporciona la capacidad de gestión del inventario en terminal.
- D.3.1.2. DISCREPANCIAS DE INVENTARIO/INVENTORY DISCREPANCIES. Realiza recuentos de inventario físico y concilia las discrepancias de inventario.
- D.3.1.3. Visibilidad de cada elemento del INVENTARIO POR DESCRIPCIÓN/INVENTORY BY DESCRIPTION y número de referencia.
- D.3.1.4. Visibilidad de cada elemento del INVENTARIO POR LLEGADA / DESPACHO o fechas de ajuste./INVENTORY BY ARRIVAL AND DISPATCH

D.3.2. Automatizaciones/Automations

- D.3.2.1 PEDIDOS DIRECTOS EN TIEMPO REAL/REAL TIME ORDERING y visibilidad del pedido.
- D.3.2.2. Actualizaciones de disponibilidad de PARTES EN TIEMPO REAL/REAL TIME PARTS
- D.3.2.3. Preaviso de LISTAS DE RECOGIDA/PICKING LISTS asociados con las órdenes de trabajo.
- D.3.2.4. ALMACENAMIENTO OPTIMIZADO/OPTIMIZED STOCKHOLDING

D.4. Gestión de documentos/Documents managements

D.4.1. Gestión de documentos/Documents management

- D.4.1.1.REPOSITORIO DE ARCHIVOS/FILE REPOSITORY. Posibilita cargar / adjuntar archivos, por ejemplo: imágenes, documentos y asociarlos con un número de reserva, un Bill of Lading o un artículo de carga.
- D.4.1.2. MARCA DE TIEMPO/TIME STAMP en todos los documentos e informes generados desde el sistema.
- D.4.1.3. Generar e IMPRIMIR DOCUMENTOS/PRINT DOCUMENTS firmados y con marca de tiempo.

D.5 Gestión de relaciones con clientes/Customer relationship management

D.5.1. Gestión de relaciones con clientes/Customer relationship management

- D.5.1.1. Capacidad de CREAR y administrar PRESUPUESTOS/CREATE QUOTES
- D.5.1.2. Capacidad de sacar INFORMES sobre el rendimiento de PRESUPUESTOS/QUOTE REPORTING
 - Tiempo de respuesta (solicitud recibida y presupuesto entregado).
 - Conversiones de presupuesto a negocio real.
 - Costo real en comparación con el costo presupuestado.
- D.5.1.3. REGISTRO DE TRAZABILIDAD/TRACEABILITY RECORD. Proporciona la capacidad de enviar registros de clientes (nuevos y cambios) al sistema.

D.6 Facturación y compras/Invoicing and purchasing

D 6.1. Facturación/Invoicing

- D.6.1.1. TARIFAS ESPECÍFICAS/SPECIFIC TARIFFS. El sistema evalúa automáticamente los cargos de almacenamiento para la carga de exportación e importación según los parámetros y tasas de artículo aplicables, así como los parámetros específicos del cliente.
- D.6.1.2 GESTIÓN DEL BL/BL MANAGEMENT. Posibilidad de agregar un cliente para un BOL que no sea la "Notify party" o el consignatario.
- D.6.1.3. EVALUAR ÓRDENES/EVALUATE ORDERS. Envía la facturación de la carga de importación / exportación al sistema cuando su carga / descarga ha sido confirmada.
- D.6.1.4. Asocia a un CLIENTE con la RESERVA, incluyendo el tiempo de trabajo / seguimiento/CUSTOMER BOOKING
- D.6.1.5 Maneja FACTURACIONES ESPECIALES/SPECIAL BILLINGS
- D.6.1.6 Captura los REQUISITOS DE FACTURACIÓN/BILLING REQUIREMENTS específicos del cliente en el TOS. Por ejemplo: Bill of Lading (BoL) asociado en todas las facturas.

D.6.2 Análisis de costes/Cost Analysis

- D.6.2.1. INFORMES DE COSTES/COST REPORTS. Proporciona información acumulada de todos los costos asociados con una transacción facturable.
- D.6.2.2. INTEGRACIÓN DE FACTURACIÓN/BILLING INTEGRATION. Interfaz con los sistemas financieros existentes de los clientes para transferir los costos de facturación.

E. CUADROS DE MANDO/ ERP DASHBOARD

E.1. Análisis de datos e informes/Data analytics and reporting

E.1.1. Informes de datos/Data reporting

- E.1.1.1 INFORMES ESTÁNDAR/STANDARD REPORTS. Informes estándar out of the box para todas las funciones y actividades del sistema central.
- E.1.1.2 Capacidad de desarrollar INFORMES PERSONALIZADOS/CUSTOMIZABLE REPORTS
- E.1.1.3 Capacidad de crear informes con todos los campos de datos disponible en el Sistema/REPORT WITHIN SYSTEM
- E.1.1.4. Permite crear informes de aplicaciones de INFORMES DE TERCEROS/THIRD PARTY REPORTING.
- E.1.1.5. AUTOMATIZA la DIVULGACIÓN de informes por correo electrónico/AUTOMATIC DISSEMINATION.
- E.1.1.6 INFORMES HISTÓRICOS/HISTORICAL REPORTING
- E.1.1.7 EXPORTACIÓN DE ARCHIVOS/FILE EXPORTS. Posibilita la descargar los informes a otros formatos, por ejemplo: Excel, PDF, etc.

E.1.2. Consultas de datos/Data queries

- E.1.2.1 Capacidad de realizar CONSULTAS DE DATOS/DATA QUERIES a medida.

E.2 Análisis de rendimiento/Performance analysis

E.2.1. Análisis de rendimiento/Performance analysis

- E.2.1.1 REGISTRO DE ACTIVIDADES/ACTIVITIES LOG. Proporciona información de todas las actividades realizadas en el sistema. Es decir, quién realizó la actividad y cuándo. Si la actividad modificó los datos, informa del valor anterior y del actual.
- E.2.1.2 Registra y rastrea GASTOS OPERATIVOS DE LAS TERMINALES/TERMINAL OPERATING EXPENSES.
- E.2.1.3 Posibilita la selección y visualización del ESTADO DEL KPI EN TIEMPO REAL/REAL TIME KPI STATUS
- E.2.1.4 Permite configurar y personalizar DASHBOARDS DE RENDIMIENTO/PERFORMANCE DASHBOARDS.
- E.2.1.5 COMPARAR VS OBJETIVOS/COMPARE WITH OBJECTIVES

F. COMUNICACIONES/COMMUNICATIONS

F.1. Comunicaciones y mensajería/Communications and messaging

F.1.1. Comunicaciones y mensajería/ Communications and messaging

- F.1.1.1 INTEGRACIÓN CON PCS/PCS INTEGRATION. Posibilidad de integración para transferencias de datos automáticas bidireccionales entre el TOS y otros sistemas de puertos que mantienen las reglas de negocio y la lógica de la aplicación.

- F.1.1.2 APIs PÚBLICAS/PUBLIC APIs para permitir que el puerto desarrolle integraciones de aplicaciones que mantengan las reglas de negocio y la lógica de la aplicación.
- F.1.1.3 COMUNICACIONES EDI/EDI COMMUNICATIONS. Automatización de la población de datos de terceros dentro o fuera del sistema (incluidos EDI, XML, XLS, etc.).
- F.1.1.4 AUTORIZACIONES ELECTRÓNICAS/ELECTRONIC AUTHORIZATIONS. Proporciona la capacidad de recibir electrónicamente autorizaciones o aprobaciones de agentes comerciales, transitarios, camioneros, etc.

F.2. Notificaciones a socios y clientes/Partner and client notification

F.2.1. Notificaciones a socios y clientes/Partner and client notification

- F.2.1.1. VISIBILIDAD Y ETA/VISIBILITY AND ETA para clientes y socios.
- F.2.1.2. PRUEBA ELECTRÓNICA DE ENTREGA/PROOF OF DELIVERY
- F.2.1.3. Cliente / concesionario / transportista FLAG DE ALERTA/ALERT FLAG.
- F.2.1.4 DESPACHO ADUANERO/CUSTOMS CLEARANCE.
- F.2.1.5 Posibilita CAMBIAR DATOS DE TERCEROS/CHANGE THIRD PARTY DATA poblados en el sistema.

F.3. Track & Trace/Track and Trce

F.3.1. Track & Trace/Track and trace

- F.3.1.1. TRAZABILIDAD completa de los movimientos del VEHÍCULO por identificación y ubicación del vehículo/VEHICLE TRACEABILITY.
- F.3.1.2. TRACK & TRACE (UBICACIÓN DE LA MERCANCÍA)/TRACK AND LOCATE CARGO. Proporciona el seguimiento de la mercancía y sus movimientos en la terminal.
- F.3.1.3. INFORMES DE DAÑOS/DAMAGE REPORTS. Seguimiento e informe de la carga dañada / inoperable asociada con el viaje de un buque y el número de reserva (exportaciones) o BoL (importaciones).

3.5. DESCRIPCIÓN DEL MODELO

En la siguiente figura podemos observar la estructura del modelo jerárquico creado en el software Super Decisions, con los códigos de cada una de las funcionalidades

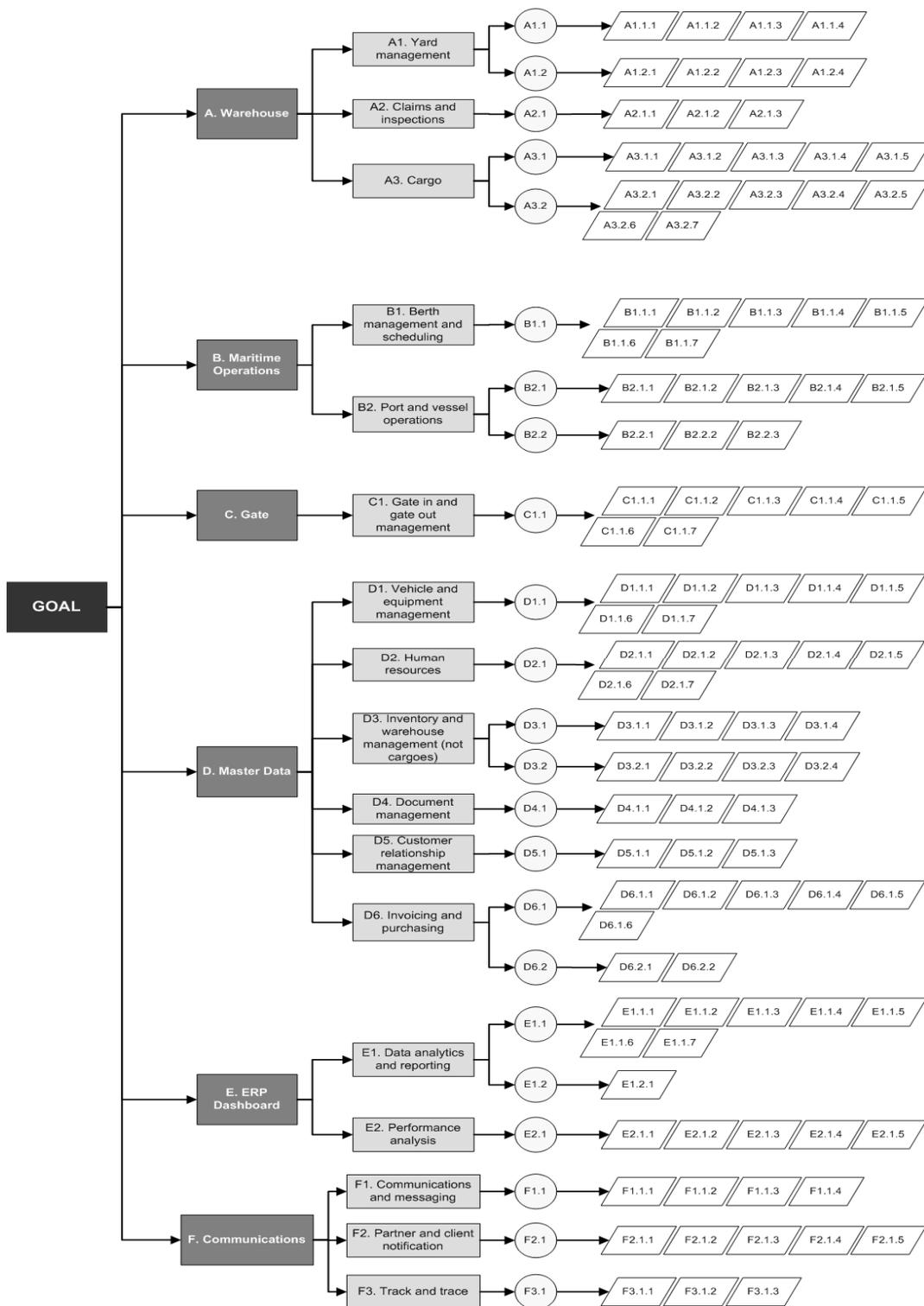


Figura 9. Modelo jerárquico propuesto de las funcionalidades de una TOS

3.6. METODOLOGÍA A SEGUIR: MÉTODO AHP PARA LA TOMA DE DECISIONES

La metodología AHP fue utilizada para priorizar las diferentes funcionalidades. En esta metodología, las diferentes funcionalidades (primer, segundo, tercer y cuarto nivel de

funcionalidades) dentro de cada cluster se comparan por pares por parte de los expertos, los cuales dan sus opiniones usando la escala de Saaty que ya hemos visto anteriormente en este documento.

Al haber varias opiniones, se calcula la media geométrica y se usa como valor de consenso. Los ratios de consistencia (CRs) de todas las matrices obtenidas deben ser menores de 0,1. La siguiente tabla muestra la matriz de consenso obtenida después de aplicar la media geométrica a las respuestas de los expertos para las funcionalidades del cluster "A 1.1. YARD CONFIGURATION" y sus pesos locales normalizados.

CR = 0.059	A.1.1.1 Customizable Layout	A.1.1.2 Historic Location	A.1.1.3 Space Optimized	A.1.1.4 Location Optimized
A.1.1.1 Customizable Layout	1	1.24	0.76	0.87
A.1.1.2 Historic Location		1	0.50	0.46
A.1.1.3 Space Optimized			1	1.1
A.1.1.4 Location Optimized				1

Tabla 3. Matriz de comparación obtenida para las funcionalidades de cuarto nivel del cluster de tercer nivel A1.1. Yard Configurations, del cluster de segundo nivel A1. Yard Management, del cluster general A. Warehouse. Se muestra el valor para el ratio de consistencia de la matriz.

La consistencia de cada una de las matrices de comparación se calcula mediante la ecuación del Ratio de Consistencia (Ecuación 1):

$$CR = \frac{(\lambda_{max} - n)/(n - 1)}{RI}, \tag{1}$$

donde λ_{max} es el autovalor principal de la matriz, n es el orden de la matriz y RI es el Random Index, el cual es un índice de consistencia aleatorio medio derivado de una muestra de tamaño 500 rellena con valores aleatorios de la escala de Saaty. Los valores de RI basados en el orden de la matriz n pueden observarse en la tabla 4.

Cuando el valor calculado de CR está por encima de 0,1, la matriz es rechazada y las respuestas de los expertos a dicha matriz deben ser revisadas.

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Tabla 4. Valores de Índice de consistencia aleatorios para matrices de diferentes tamaños (n)

Para el cálculo de los pesos locales normalizados de las funcionalidades de primer nivel (w_{c_i}), se usó el siguiente procedimiento (Saaty, 2016):

- i. Los valores de consenso obtenidos de la comparación de las n funcionalidades del mismo nivel y del mismo cluster, para cada nivel, en una matriz de comparación:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix}, \quad (2)$$

donde $a_{ji} = 1/a_{ij}$; $i, j = 1, \dots, n$ (Ecuación (2))

- ii. El peso local normalizado para cada funcionalidad de cada cluster, $w_{c_i} = (w_{c_1}, w_{c_2}, \dots, w_{c_i}, \dots, w_{c_n})$, se calcula elevando la matriz anterior:

$$Q = [q_{ij}^k] = \lim_{k \rightarrow \infty} (A)^k. \quad (3)$$

- iii. Entonces, sumando las filas y normalizando, el peso local normalizado se obtiene a la k th potencia:

$$w_{c_i}^k = \frac{\sum_{l=1}^n q_{il}^k}{\sum_{i=1}^n \sum_{l=1}^n q_{il}^k}. \quad (4)$$

El proceso se para cuando la diferencia entre $w_{c_i}^k$ obtenido a la k th potencia y $w_{c_i}^{k+1}$ obtenido a la $(k+1)$ th potencia es menor que 10^{-4} . El mismo proceso se aplica al cálculo de los pesos normalizados las funcionalidades de segundo nivel w_{c_j} , tercer nivel w_{c_k} , y cuarto nivel w_{c_m} .

- iv. El peso global normalizado para cada una de las funcionalidades de cuarto nivel (W_{CG_m}), tercer nivel (W_{CG_k}), y segundo nivel (W_{CG_j}) se calcula como se muestra en las Ecuaciones (5)–(7), respectivamente:

$$W_{CG_m} = w_{c_i} \cdot w_{c_j} \cdot w_{c_k} \cdot w_{c_m}, \quad (5)$$

$$W_{CG_k} = w_{c_i} \cdot w_{c_j} \cdot w_{c_k}, \quad (6)$$

$$W_{CG_j} = w_{c_i} \cdot w_{c_j}. \quad (7)$$

Para el cálculo de W_{CG_m} , W_{CG_k} , and W_{CG_j} , los correspondientes w_{c_i} , w_{c_j} , y w_{c_k} son seleccionados basados en la jerarquía establecida de grupos y subgrupos del esquema jerárquico del modelo AHP.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

4.1. CUESTIONARIO DE VALORACIÓN PARA EXPERTOS

El cuestionario a rellenar por los expertos fue creado utilizando el software SuperDecisionsQ (Pastor-Ferrando, Juan-Pascual. SuperDecisions-Q [on-line] Universitat Politècnica de València, 2008. Disponible en World Wide Web: <<http://sdq.webs.upv.es>>) , programa que puede ser descargado gratuitamente desde la web de la UPV.

SuperDecisions-Q lee el modelo construido con SuperDecisions y permite escribir rápidamente los cuestionarios que se necesitan en AHP:

- Cuestionario de priorización entre elementos
- Cuestionario de priorización entre grupos
- Los cuestionarios se obtienen en formato HTML (.html) y Word 2007 (.docx)

SuperDecisions-Q está codificado en lenguaje JAVA. El programa está implementado en idioma español e inglés, seleccionable desde menú. Cuenta con dos ventanas: la principal de escritura de cuestionarios y la de opciones. También dispone de ayuda en inglés y español con ejemplos de cuestionarios.

Para crear nuestro cuestionario, simplemente se introdujo el archivo del modelo AHP creado en SuperDecisions en el software SuperDecisionsQ, indicando que para la comparación por pares, se añadirían 5 juicios diferentes:

- 1
- 3
- 5
- 7
- 9

Dichos juicios corresponden con los valores propuestos por Saaty ya enumerados en apartados anteriores de este documento.

Para mayor claridad, se hace primero una pregunta de qué elemento es más importante que el otro o si se consideran igual de importantes:

¿Cuál es el más importante o influyente? A B Son igual de importantes

Si un experto elige la opción que eran igual de importantes (equivalente a un valor de 1 según la escala de Saaty), la priorización pareada de dichos elementos acababa. Sin embargo, si el experto indicaba que uno es más influyente que otro, el cuestionario le daba a elegir entre 4 valores de priorización (3, 5, 7 y 9):

¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/>	3	<input type="checkbox"/>	5	<input type="checkbox"/>	7	<input type="checkbox"/>	9
--------------	--------------------------	---	--------------------------	---	--------------------------	---	--------------------------	---

En el ANEJO 1 se incluye el cuestionario relleno por cada uno de los expertos participantes en la investigación.

Hay que puntualizar que 3 de los expertos participantes en la cumplimentación de cuestionarios solamente eran expertos de la operativa en las terminales de contenedores pero no en las tecnologías utilizadas en ellas por lo que rellenan un cuestionario parcial en el cual se eliminaba cualquier referencia a los elementos de primer nivel D. MASTER DATA y E. ERP DASHBOARD.

Por lo cual, en las matrices de recolección de respuestas de expertos, la media geométrica calculada para los elementos de primer nivel A.WAREHOUSE, B.MARITIME OPERATIONS y C.GATE, tienen 3 juicios más que las matrices para los 2 elementos no contestados por estos 3 expertos.

4.2. RESULTADOS DE LOS CUESTIONARIOS

Tras la recepción de los cuestionarios por parte de los expertos, se produjo un análisis de los cuestionarios para verificar que hubieran respondido todas las preguntas sobre las que se sintieran capacitados (algunos de ellos, como se indicaba en el apartado anterior, solamente respondieron a determinados clusters ya que no eran expertos en el ámbito de ERP y de comunicaciones).

Con las respuestas de los expertos, para cada elemento se prepararon, por un lado, una matriz con las respuestas de cada experto y, como conclusión de cada elemento, una matriz global con la media geométrica de las respuestas de los expertos que habían participado en la respuesta a ese determinado elemento.

Por ejemplo, a continuación podemos observar las tablas resultantes de los elementos A.1.1. YARD CONFIGURATION y B 1.1.BERTH MANAGEMENT. Podemos observar que, tal como estipuló Saaty, las matrices de comparación son de, como máximo, 7 elementos:

Tabla(s) 5. Conjunto de Matrices de cada experto para A.1.1. YARD CONFIGURATION

EXPERTO 1	A.1.1.1 CUSTOMIZABLE LAYOUT	A.1.1.2 LOCATION HISTORIC	A.1.1.3 SPACE OPTIMIZED	A.1.1.4 LOCATION OPTIMIZED
A.1.1.1 CUSTOMIZABLE LAYOUT	1	7	1	9
A.1.1.2 LOCATION HISTORIC		1	0,142857143	0,142857143
A.1.1.3 SPACE OPTIMIZED			1	1
A.1.1.4 LOCATION OPTIMIZED				1

EXPERTO 2	A.1.1.1 CUSTOMIZABLE LAYOUT	A.1.1.2 LOCATION HISTORIC	A.1.1.3 SPACE OPTIMIZED	A.1.1.4 LOCATION OPTIMIZED
A.1.1.1 CUSTOMIZABLE LAYOUT	1	5	5	5
A.1.1.2 LOCATION HISTORIC		1	0,142857143	0,142857143
A.1.1.3 SPACE OPTIMIZED			1	1
A.1.1.4 LOCATION OPTIMIZED				1

EXPERTO 3	A.1.1.1 CUSTOMIZABLE LAYOUT	A.1.1.2 LOCATION HISTORIC	A.1.1.3 SPACE OPTIMIZED	A.1.1.4 LOCATION OPTIMIZED
A.1.1.1 CUSTOMIZABLE LAYOUT	1	3	3	0,333333333
A.1.1.2 LOCATION HISTORIC		1	0,333333333	0,333333333
A.1.1.3 SPACE OPTIMIZED			1	3
A.1.1.4 LOCATION OPTIMIZED				1

EXPERTO 4	A.1.1.1 CUSTOMIZABLE LAYOUT	A.1.1.2 LOCATION HISTORIC	A.1.1.3 SPACE OPTIMIZED	A.1.1.4 LOCATION OPTIMIZED
A.1.1.1 CUSTOMIZABLE LAYOUT	1	3	0,333333333	0,333333333
A.1.1.2 LOCATION HISTORIC		1	0,2	0,2
A.1.1.3 SPACE OPTIMIZED			1	1
A.1.1.4 LOCATION OPTIMIZED				1

EXPERTO 5	A.1.1.1 CUSTOMIZABLE LAYOUT	A.1.1.2 LOCATION HISTORIC	A.1.1.3 SPACE OPTIMIZED	A.1.1.4 LOCATION OPTIMIZED
A.1.1.1 CUSTOMIZABLE LAYOUT	1	0,2	0,2	0,2
A.1.1.2 LOCATION HISTORIC		1	1	0,3333
A.1.1.3 SPACE OPTIMIZED			1	3
A.1.1.4 LOCATION OPTIMIZED				1

EXPERTO 6	A.1.1.1 CUSTOMIZABLE LAYOUT	A.1.1.2 LOCATION HISTORIC	A.1.1.3 SPACE OPTIMIZED	A.1.1.4 LOCATION OPTIMIZED
A.1.1.1 CUSTOMIZABLE LAYOUT	1	1	0,2	0,2
A.1.1.2 LOCATION HISTORIC		1	1	1
A.1.1.3 SPACE OPTIMIZED			1	1
A.1.1.4 LOCATION OPTIMIZED				1

EXPERTO 7	A.1.1.1 CUSTOMIZABLE LAYOUT	A.1.1.2 LOCATION HISTORIC	A.1.1.3 SPACE OPTIMIZED	A.1.1.4 LOCATION OPTIMIZED
A.1.1.1 CUSTOMIZABLE LAYOUT	1	5	5	5
A.1.1.2 LOCATION HISTORIC		1	0,2	1
A.1.1.3 SPACE OPTIMIZED			1	1
A.1.1.4 LOCATION OPTIMIZED				1

EXPERTO 8	A.1.1.1 CUSTOMIZABLE LAYOUT	A.1.1.2 LOCATION HISTORIC	A.1.1.3 SPACE OPTIMIZED	A.1.1.4 LOCATION OPTIMIZED
A.1.1.1 CUSTOMIZABLE LAYOUT	1	0,2	5	3
A.1.1.2 LOCATION HISTORIC		1	5	5
A.1.1.3 SPACE OPTIMIZED			1	0,3333
A.1.1.4 LOCATION OPTIMIZED				1

EXPERTO 9	A.1.1.1 CUSTOMIZABLE LAYOUT	A.1.1.2 LOCATION HISTORIC	A.1.1.3 SPACE OPTIMIZED	A.1.1.4 LOCATION OPTIMIZED
A.1.1.1 CUSTOMIZABLE LAYOUT	1	0,3333	0,2	0,3333
A.1.1.2 LOCATION HISTORIC		1	0,3333	0,3333
A.1.1.3 SPACE OPTIMIZED			1	1
A.1.1.4 LOCATION OPTIMIZED				1

EXPERTO 10	A.1.1.1 CUSTOMIZABLE LAYOUT	A.1.1.2 LOCATION HISTORIC	A.1.1.3 SPACE OPTIMIZED	A.1.1.4 LOCATION OPTIMIZED
A.1.1.1 CUSTOMIZABLE LAYOUT	1	3	0,2	1
A.1.1.2 LOCATION HISTORIC		1	0,2	0,3333
A.1.1.3 SPACE OPTIMIZED			1	3
A.1.1.4 LOCATION OPTIMIZED				1

EXPERTO 11	A.1.1.1 CUSTOMIZABLE LAYOUT	A.1.1.2 LOCATION HISTORIC	A.1.1.3 SPACE OPTIMIZED	A.1.1.4 LOCATION OPTIMIZED
A.1.1.1 CUSTOMIZABLE LAYOUT	1	1	1	1
A.1.1.2 LOCATION HISTORIC		1	1	1
A.1.1.3 SPACE OPTIMIZED			1	1
A.1.1.4 LOCATION OPTIMIZED				1

EXPERTO 12	A.1.1.1 CUSTOMIZABLE LAYOUT	A.1.1.2 LOCATION HISTORIC	A.1.1.3 SPACE OPTIMIZED	A.1.1.4 LOCATION OPTIMIZED
A.1.1.1 CUSTOMIZABLE LAYOUT	1	0,2	0,2	0,2
A.1.1.2 LOCATION HISTORIC		1	3	0,3333
A.1.1.3 SPACE OPTIMIZED			1	0,3333
A.1.1.4 LOCATION OPTIMIZED				1

Los resultados menores de 1 se deben a los inversos, es decir, cuando el experto contestaba que el elemento de la columna era más influyente que el elemento de la fila con el cual se cruza en la matriz.

Cuando se tenían las respuestas para un determinado elemento de todos los expertos, se calculaba la matriz resultado de las medias geométricas de las respuestas de los expertos para cada uno de los pares de priorización. A continuación, la matriz de medias geométricas resultantes de las anteriores matrices de los expertos:

MEDIA GEOMÉTRICA CR=0,059	A.1.1.1 CUSTOMIZABLE LAYOUT	A.1.1.2 LOCATION HISTORIC	A.1.1.3 SPACE OPTIMIZED	A.1.1.4 LOCATION OPTIMIZED
A.1.1.1 CUSTOMIZABLE LAYOUT	1	1,235076693	0,764724491	0,874477985
A.1.1.2 LOCATION HISTORIC		1	0,504535352	0,457441252
A.1.1.3 SPACE OPTIMIZED			1	1,095854426
A.1.1.4 LOCATION OPTIMIZED				1

Tabla 6. Matriz de medias geométricas de las opiniones de los expertos para A.1.YARD CONFIGURATION

Mediante la introducción de dichas medias geométricas en el programa SUPER DECISIONS, en el cual previamente se ha introducido el modelo AHP, se extraen los pesos relativos de cada uno de los elementos de la matriz:

Funcionalidad	Pesos relativos de cada parámetro
A.1.1.1 CUSTOMIZABLE LAYOUT	0.23013
A.1.1.2 LOCATION HISTORIC	0,15889
A.1.1.3 SPACE OPTIMIZED	0.31407
A.1.1.4 LOCATION OPTIMIZED	0.29691

Tabla 7. Pesos relativos del elemento de segundo nivel A.1. YARD CONFIGURATION

A continuación se exponen las mismas matrices pero para un caso con el máximo de elementos a comparar (7) para B 1.1. BERTH MANAGEMENT:

Tabla(s) 8. Conjunto de Matrices de cada experto para B.1.1. BERTH MANAGEMENT

EXPERTO 1	B.1.1.1. TIMES TRACKING	B.1.1.2 VESSEL DATA EXTENDED	B.1.1.3. SPECIAL CALLS	B.1.1.4 CUSTOM ALERTS	B.1.1.5. WATERWAY CONTROL	B.1.1.6. BARGE BERTHS	B.1.1.7. MOBILE DATA
B.1.1.1.1.TIMES TRACKING	1	1	0,1428571 43	1	0,14285714 3	5	1
B.1.1.2 VESSEL DATA EXTENDED		1	1	1	7	7	5
B.1.1.3.SPECI AL CALLS			1	3	1	7	5
B.1.1.4.CUST OMIZABLE ALERTS				1	1	3	5
B.1.1.5.WATE RWAY CONTROL					1	7	1
B.1.1.6.BARG E BERTHS						1	1
B.1.1.7.MOBIL E DATA							1

EXPERTO 2	B.1.1.1. TIMES TRACKING	B.1.1.2 VESSEL DATA EXTENDED	B.1.1.3. SPECIAL CALLS	B.1.1.4 CUSTOM ALERTS	B.1.1.5. WATERWAY CONTROL	B.1.1.6. BARGE BERTHS	B.1.1.7. MOBILE DATA
B.1.1.1.1.TIMES TRACKING	1	1	5	5	7	5	5
B.1.1.2 VESSEL DATA EXTENDED		1	5	1	5	5	3
B.1.1.3.SPECI AL CALLS			1	1	1	1	1
B.1.1.4.CUST OMIZABLE ALERTS				1	5	3	1

B.1.1.5.WATERWAY CONTROL					1	1	1
B.1.1.6.BARGE BERTHS						1	0,33333
B.1.1.7.MOBILE DATA							1

EXPERTO 3	B.1.1.1. TIMES TRACKING	B.1.1.2 VESSEL DATA	B.1.1.3. SPECIAL CALLS	B.1.1.4 CUSTOM ALERTS	B.1.1.5. WATERWAY	B.1.1.6. BARGE BERTHS	B.1.1.7. MOBILE DATA
B.1.1.1.1.TIMES TRACKING	1	5	5	7	9	7	3
B.1.1.2 VESSEL DATA EXTENDED		1	5	3	3	5	0,2
B.1.1.3.SPECIAL CALLS			1	0,2	1	1	0,2
B.1.1.4.CUSTOMIZABLE ALERTS				1	7	7	0,2
B.1.1.5.WATERWAY CONTROL					1	1	0,142857
B.1.1.6.BARGE BERTHS						1	0,142857
B.1.1.7.MOBILE DATA							1
EXPERTO 4	B.1.1.1. TIMES TRACKING	B.1.1.2 VESSEL DATA EXTENDED	B.1.1.3. SPECIAL CALLS	B.1.1.4 CUSTOM ALERTS	B.1.1.5. WATERWAY CONTROL	B.1.1.6. BARGE BERTHS	B.1.1.7. MOBILE DATA
B.1.1.1.1.TIMES TRACKING	1	1	1	1	3	3	3
B.1.1.2 VESSEL DATA EXTENDED		1	0,2	0,333333333	0,333333333	0,333333333	0,333333333
B.1.1.3.SPECIAL			1	0,333333333	0,333333333	3	0,333333333

L CALLS					33		
B.1.1.4.CUSTOMIZABLE ALERTS				1	0,2	0,33333333	3
B.1.1.5.WATERWAY CONTROL					1	1	5
B.1.1.6.BARGE BERTHS						1	3
B.1.1.7.MOBILE DATA							1

EXPERTO 5	B.1.1.1. TIMES TRACKING	B.1.1.2 VESSEL DATA	B.1.1.3. SPECIAL CALLS	B.1.1.4 CUSTOM ALERTS	B.1.1.5. WATERWAY CONTROL	B.1.1.6. BARGE BERTHS	B.1.1.7. MOBILE DATA
B.1.1.1. TIMES TRACKING	1	3	3	3	1	5	1
B.1.1.2 VESSEL DATA EXTENDED		1	5	1	1	5	1
B.1.1.3. SPECIAL CALLS			1	0,2	0,2	3	0,3333
B.1.1.4.CUSTOMIZABLE ALERTS				1	0,2	1	0,2
B.1.1.5.WATERWAY CONTROL					1	0,2	3
B.1.1.6.BARGE BERTHS						1	0,2
B.1.1.7.MOBILE DATA							1
EXPERTO 6	B.1.1.1. TIMES TRACKING	B.1.1.2 VESSEL DATA	B.1.1.3. SPECIAL CALLS	B.1.1.4 CUSTOM ALERTS	B.1.1.5. WATERWAY	B.1.1.6. BARGE BERTHS	B.1.1.7. MOBILE DATA
B.1.1.1. TIMES TRACKING	1	1	0,142857	0,3333	0,3333	0,3333	1
B.1.1.2 VESSEL		1	0,2	3	0,2	7	7

DATA EXTENDED							
B.1.1.3.SPECIAL CALLS			1	1	1	3	7
B.1.1.4.CUSTOMIZABLE ALERTS				1	1	3	5
B.1.1.5.WATERWAY CONTROL					1	7	5
B.1.1.6.BARGE BERTHS						1	1
B.1.1.7.MOBILE DATA							1

EXPERTO 7	B.1.1.1. TIMES TRACKING	B.1.1.2 VESSEL DATA EXTENDED	B.1.1.3. SPECIAL CALLS	B.1.1.4 CUSTOM ALERTS	B.1.1.5. WATERWAY CONTROL	B.1.1.6. BARGE BERTHS	B.1.1.7. MOBILE DATA
B.1.1.1.TIMES TRACKING	1	5	5	5	7	7	5
B.1.1.2 VESSEL DATA EXTENDED		1	5	3	7	5	5
B.1.1.3.SPECIAL CALLS			1	1	3	1	3
B.1.1.4.CUSTOM ALERTS				1	5	3	1
B.1.1.5.WATERWAY CONTROL					1	1	0,3333
B.1.1.6.BARGE BERTHS						1	0,3333
B.1.1.7.MOBILE DATA							1

B.1.1.1.TIMES TRACKING	1	5	7	5	7	7	7
B.1.1.2 VESSEL DATA EXTENDED		1	1	1	5	1	3
B.1.1.3.SPECIAL CALLS			1	1	5	1	3
B.1.1.4.CUSTOMIZABLE ALERTS				1	5	1	1
B.1.1.5.WATERWAY CONTROL					1	1	0,2
B.1.1.6.BARGE BERTHS						1	1
B.1.1.7.MOBILE DATA							1

EXPERTO 9	B.1.1.1. TIMES TRACKING	B.1.1.2 VESSEL DATA EXTENDED	B.1.1.3. SPECIAL CALLS	B.1.1.4 CUSTOM ALERTS	B.1.1.5. WATERWAY CONTROL	B.1.1.6. BARGE BERTHS	B.1.1.7. MOBILE DATA
B.1.1.1.TIMES TRACKING	1	5	5	5	1	5	5
B.1.1.2 VESSEL DATA EXTENDED		1	3	3	5	3	0,3333
B.1.1.3.SPECIAL CALLS			1	0,3333	0,2	1	0,3333
B.1.1.4.CUSTOMIZABLE ALERTS				1	0,2	0,3333	0,3333
B.1.1.5.WATERWAY CONTROL					1	5	3
B.1.1.6.BARGE BERTHS						1	0,3333
B.1.1.7.MOBILE DATA							1

EXPERTO 10	B.1.1.1. TIMES TRACKING	B.1.1.2 VESSEL DATA EXTENDED	B.1.1.3. SPECIAL CALLS	B.1.1.4 CUSTOM ALERTS	B.1.1.5. WATERWAY CONTROL	B.1.1.6. BARGE BERTHS	B.1.1.7. MOBILE DATA
B.1.1.1.1.TIMES TRACKING	1	5	3	5	0,3333	7	0,3333
B.1.1.2 VESSEL DATA EXTENDED		1	0,3333	1	0,14285	3	0,14285
B.1.1.3.SPECIAL CALLS			1	3	0,2	5	0,2
B.1.1.4.CUSTOMIZABLE ALERTS				1	0,2	3	0,2
B.1.1.5.WATERWAY CONTROL					1	9	1
B.1.1.6.BARGE BERTHS						1	0,11111
B.1.1.7.MOBILE DATA							1

EXPERTO 11	B.1.1.1. TIMES TRACKING	B.1.1.2 VESSEL DATA EXTENDED	B.1.1.3. SPECIAL CALLS	B.1.1.4 CUSTOM ALERTS	B.1.1.5. WATERWAY CONTROL	B.1.1.6. BARGE BERTHS	B.1.1.7. MOBILE DATA
B.1.1.1.1.TIMES TRACKING	1	7	9	7	7	7	7
B.1.1.2 VESSEL DATA EXTENDED		1	1	1	1	5	5
B.1.1.3.SPECIAL CALLS			1	1	1	1	1
B.1.1.4.CUSTOMIZABLE ALERTS				1	0,2	1	1
B.1.1.5.WATERWAY CONTROL					1	5	5

B.1.1.6.BARGE BERTHS						1	1
B.1.1.7.MOBILE DATA							1

EXPERTO 12	B.1.1.1. TIMES TRACKING	B.1.1.2 VESSEL DATA EXTENDED	B.1.1.3. SPECIAL CALLS	B.1.1.4 CUSTOM ALERTS	B.1.1.5. WATERWAY CONTROL	B.1.1.6. BARGE BERTHS	B.1.1.7. MOBILE DATA
B.1.1.1. TIMES TRACKING	1	3	3	5	1	5	1
B.1.1.2 VESSEL DATA EXTENDED		1	5	1	1	5	1
B.1.1.3.SPECIAL CALLS			1	0,2	0,3333	3	0,3333
B.1.1.4.CUSTOMIZABLE ALERTS				1	0,2	1	0,3333
B.1.1.5.WATERWAY CONTROL					1	0,3333	3
B.1.1.6.BARGE BERTHS						1	0,2
B.1.1.7.MOBILE DATA							1

A continuación, la matriz con las medias geométricas de las respuestas de los expertos:

MEDIA GEOMÉTRICA CR=0,0127	B.1.1.1. TIMES TRACKING	B.1.1.2 VESSEL DATA EXTENDED	B.1.1.3. SPECIAL CALLS	B.1.1.4 CUSTOM ALERTS	B.1.1.5. WATERWAY CONTROL	B.1.1.6. BARGE BERTHS	B.1.1.7. MOBILE DATA
B.1.1.1. TIMES TRACKING	1	2,761738458	2,298082881	3,092652017	1,782491124	4,399041569	2,266463136
B.1.1.2 VESSEL DATA EXTENDED		1	1,495336319	1,316074013	1,537870752	3,389181133	1,307649588
B.1.1.3. SPECIAL CALLS			1	0,668734732	0,697816566	1,93960259	0,856340076
B.1.1.4. CUSTOMIZABLE ALERTS				1	0,786470316	1,54775256	0,797967413
B.1.1.5. WATERWAY CONTROL					1	1,733219869	1,335324305
B.1.1.6. BARGE BERTHS						1	0,450850448
B.1.1.7. MOBILE DATA							1

Tabla 9. Matriz de medias geométricas de las opiniones de los expertos para B.1.1. BERTH MANAGEMENT

Y, finalmente, la matriz de los pesos relativos de las funcionalidades comparadas:

Funcionalidades	Pesos relativos de cada parámetro
B.1.1.1. TIMES TRACKING	0.29955
B.1.1.2 VESSEL DATA EXTENDED	0.16280
B.1.1.3. SPECIAL CALLS	0.10409
B.1.1.4. CUSTOMIZABLE ALERTS	0.11097
B.1.1.5. WATERWAY CONTROL	0.13705
B.1.1.6. BARGE BERTHS	0.06166
B.1.1.7. MOBILE DATA	0.12388

Tabla 10. Pesos relativos del elemento de tercer nivel B.1.1. BERTH MANAGEMENT

Como se observa en la tabla, dentro de cada comparación, la suma de los pesos relativos de cada funcionalidad debe ser igual a 1.

Habiendo desarrollado un ejemplo completo, compuesto por las matrices de cada uno de los expertos, la matriz de consenso con las medias geométricas y la matriz final de los pesos relativos de cada parámetro, a continuación se exponen todas las matrices de consenso a las que ha dado lugar el modelo AHP propuesto. Las celdas que quedan en blanco no dan valor, siendo los mismos resultados que salen de invertir columna y fila:

CR = 0.034	A. Warehouse	B. Maritime operations	C. Gate	D. Master data	E. ERP Dashboard	F. Communications
A. Warehouse	1	0.63	1.81	3.06	4.54	3.00
B. Maritime operations		1	3.27	2.56	4.99	3.27
C. Gate			1	1.23	3.21	1.89
D. Master data				1	3.94	2.66
E. ERP Dashboard					1	1.31
F. Communications						1

Tabla 11. Matriz de consenso para las funcionalidades de nivel 1

CR = 0.01	A1 Yard management	A2 Claims and inspections	A3 Cargo
A1 Yard management	1	3.20	2.12
A2 Claims and inspections		1	0.49
A3 Cargo			1

Tabla 12. Matriz de consenso para la funcionalidad de nivel 2 A. WAREHOUSE

CR = 0	A1.1 Yard configurations	A1.2 Technical optimizations
A1.1 Yard configurations	1	3.69
A1.2 Technical optimizations		1

Tabla 13. Matriz de consenso para las funcionalidades de tercer nivel dentro de A.1. YARD MANAGEMENT

CR = 0.059	A1.1.1 CUSTOMIZABLE LAYOUT	A1.1.2 LOCATION HISTORIC	A1.1.3 SPACE OPTIMIZED	A1.1.4 LOCATION OPTIMIZED
A1.1.1 Customizable layout	1	1.23	0.76	0.87
A1.1.2 Location historic		1	0.50	0.46
A1.1.3 Space optimized			1	1.09
A1.1.4 Location optimized				1

Tabla 14. Matriz de consenso para las funcionalidades de nivel 4 dentro de A.1.1. YARD CONFIGURATION

CR = 0.035	A1.2.1 GIS integration	A1.2.2 Operating procedures	A1.2.3 Customer integrations	A1.2.4 Multimodal optimization
A1.2.1 GIS integration	1	0.21	0.33	0.30
A1.2.2 Operating procedures		1	1.72	1.72
A1.2.3 Customer integrations			1	0.76
A1.2.4 Multimodal optimization				1

Tabla 15. Matriz de consenso para las funcionalidades de nivel 4 dentro de A.1.2. TECHNICAL OPTIMIZATIONS

CR = 0.00008	A2.1.1 Inspections traceability	A2.1.2 Inspection alerts	A2.1.3 Inspection reports
A2.1.1 Inspections traceability	1	1.04	1.57
A2.1.2 Inspection alerts		1	1.47
A2.1.3 Inspection reports			1

Tabla 16. Matriz de consenso para las funcionalidades de nivel 4 dentro de A.2.1. CLAIMS AND INSPECTIONS

CR = 0	A3.1 Track & notifications	A3.2 Cargo control
A3.1 Track & notifications	1	0.84
A3.2 Cargo control		1

Tabla 17. Matriz de consenso para las funcionalidades de nivel 3 dentro de A.3. CARGO

CR = 0.0128	A3.1.1 Delivery notifications	A3.1.2. Delivery alerts	A3.1.3 Arrival notifications	A3.1.4 Acceptance notifications	A3.1.5 Works traceability
A3.1.1 Delivery notifications	1	1.82	1	0.74	2.11
A3.1.2. Delivery alerts		1	0.58	0.52	0.91
A3.1.3 Arrival notifications			1	1	1.18
A3.1.4 Acceptance notifications				1	1.26
A3.1.5 Works traceability					1

Tabla 18. Matriz de consenso para las funcionalidades de nivel 4 dentro de A.3.1. TRACK AND NOTIFICATIONS

CR = 0.083	A3.2.1 BL updates	A3.2.2 Flexible tariffs	A3.2.3 Cargo verifications	A3.2.4 Damages recording	A3.2.5. Cargo tags	A3.2.6 Gross mass	A3.2.7 Packing list
A3.2.1 BL updates	1	1.34	0.77	1.34	1.85	0.87	0.55
A3.2.2 Flexible tariffs		1	0.44	0.89	2.45	0.46	0.49
A3.2.3 Cargo verifications			1	1.32	2.96	0.49	0.48
A3.2.4 Damages recording				1	2.35	0.62	0.48
A3.2.5. Cargo tags					1	0.32	0.25
A3.2.6 Gross mass						1	0.77
A3.2.7 Packing list							1

Tabla 19. Matriz de consenso para las funcionalidades de nivel 4 dentro de A.3.2.CARGO CONTROL

CR = 0	B1. Berth management	B2. Port and vessel operations
B1. Berth management	1	0.84
B2. Port and vessel operations		1

Tabla 20. Matriz de consenso para las funcionalidades de nivel 2 dentro de B.MARITIME OPERATIONS

CR = 0.0127	B1.1.1. Times tracking	B1.1.2. Vessel data extended	B1.1.3. Special calls	B1.1.4. Customizable alerts	B1.1.5. Waterway control	B1.1.6. Barge berths	B1.1.7. Mobile data
B1.1.1. Times tracking	1	2.76	2.30	3.09	1.78	4.40	2.26
B1.1.2. Vessel data extended		1	1.49	1.32	1.54	3.39	1.31
B1.1.3. Special calls			1	0.67	0.70	1.94	0.86
B1.1.4. Customizable alerts				1	0.79	1.55	0.80
B1.1.5. Waterway control					1	1.73	1.33
B1.1.6. Barge berths						1	0.45
B1.1.7. Mobile data							1

Tabla 21. Matriz de consenso para las funcionalidades de nivel 4 dentro de B.1.1. BERTH MANAGEMENT

CR = 0	B2.1. List & confirmations	B2.2. Maritime reports
B2.1. List & confirmations	1	2.13
B2.2. Maritime reports		1

Tabla 22. Matriz de consenso para las funcionalidades de nivel 3 dentro de B.2. PORT AND VESSEL OPERATIONS

CR = 0.01024	B2.1.1. Discharge confirmations	B2.1.2. Loading lists	B2.1.3. Updated lists	B2.1.4. Updated stock	B2.1.5. List confirmations
B2.1.1. Discharge confirmations	1	0.71	1.47	1.04	1
B2.1.2. Loading lists		1	1.77	1.50	1.50
B2.1.3. Updated lists			1	1.37	1.02
B2.1.4. Updated stock				1	1.17
B2.1.5. List confirmations					1

Tabla 23. Matriz de consenso para las funcionalidades de nivel 4 dentro de B.2.1.LIST AND CONFIRMATIONS

CR = 0.00051	B2.2.1. Damage reports	B2.2.2. Cleaning reports	B2.2.3. Emergency reports
B2.2.1. Damage reports	1	2.02	0.65
B2.2.2. Cleaning reports		1	0.35
B2.2.3. Emergency reports			1

Tabla 24. Matriz de consenso para las funcionalidades de nivel 4 dentro de B.2.2 MARITIME REPORTS

CR = 0.0147	C1.1.1. Delivery management	C1.1.2. Movement traceability	C1.1.3. Prior appoint ments	C1.1.4. Pendin g arrivals	C1.1.5. Gate operations	C1.1.6. Verifie d gross	C1.1.7. Capacit y limits
C1.1.1. Delivery management	1	0.77	1.99	2.86	0.80	1.79	0.99
C1.1.2. Movement traceability		1	2.22	1.49	0.94	1.54	1.01
C1.1.3. Prior appointments			1	1.03	0.51	1.05	0.61
C1.1.4. Pending arrivals				1	0.29	0.51	0.56
C1.1.5. Gate operations					1	1.18	1.16
C1.1.6. Verified gross						1	0.90
C1.1.7. Capacity limits							1

Tabla 25. Matriz de consenso para las funcionalidades de nivel 4 dentro de C.1.1.GATE IN-OUT MANAGEMENT

CR = 0.0143	D1. Vehicle and equipment management	D2. Human resources	D3. Inventory and warehouse management	D4. Document management	D5. Customer relationship mang.	D6. Invoicing and purch.
D1. Vehicle and equipment management	1	0.74	0.58	2.28	0.91	0.76
D2. Human resources		1	0.60	1.31	0.88	1.28
D3. Inventory and warehouse management			1	2.06	0.91	1.35
D4. Document management				1	0.42	0.58
D5. Customer relationship management					1	1.16
D6. Invoicing and purchasing						1

Tabla 26. Matriz de consenso para las funcionalidades de nivel 2 dentro de D. MASTER DATA

CR = 0.042	D1.1.1. Time control	D1.1.2. Incidence traceability	D1.1.3. KPIs /SLAs	D1.1.4. Time per task	D1.1.5. Equipment availability	D1.1.6. QR codes	D1.1.7. Resources requests
D1.1.1. Time control	1	0.88	1.03	1.28	0.79	4.54	1.13
D1.1.2. Incidence traceability		1	1.44	0.62	0.46	1.77	0.79
D1.1.3. KPIs/SLAs			1	0.66	0.43	4.46	0.52
D1.1.4. Time per task				1	0.55	2.49	0.70
D1.1.5. Equipment availability					1	1.79	1.28
D1.1.6. QR codes						1	0.21
D1.1.7. Resources requests							1

Tabla 27. Matriz de consenso para las funcionalidades de nivel 4 dentro de D.1.1.VEHICLE AND EQUIPMENT MANAGEMENT

CR = 0.0222	D2.1.1. Efficiency reports	D2.1.2. Capacity issues	D2.1.3. Ramping up/down	D2.1.4. Worker comp.	D2.1.5. KPI/SL A requ.	D2.1.6. Arrival and dispatch sched.	D2.1.7. Employment legislation
D2.1.1. Efficiency reports	1	1.44	2.61	1.43	1.44	1.48	2.73
D2.1.2. Capacity issues		1	1.24	2.49	1.61	0.92	2.49
D2.1.3. Ramping up/down			1	0.88	0.55	0.46	1.35
D2.1.4. Worker competencies				1	1.28	0.84	1.89
D2.1.5. KPI/SLA requirements					1	0.48	1.57
D2.1.6. Arrival and dispatch schedules						1	1.54
D2.1.7. Employment legislation							1

Tabla 28. Matriz de consenso para las funcionalidades de nivel 4 dentro de D.2.1.HUMAN RESOURCES

CR = 0	D3.1. Inventory management	D3.2. Automations
D3.1. Inventory management	1	2.18
D3.2. Automations		1

Tabla 29. Matriz de consenso para las funcionalidades de nivel 3 dentro de D.3 INVENTORY AND WAREHOUSE MANAGEMENT

CR = 0.0167	D3.1.1. Manage inventory	D3.1.2. Inventory discrepancies	D3.1.3. Inventory by description	D3.1.4. Inventory by arrival/dispatch
D3.1.1. Manage inventory	1	2.49	4.22	2.06
D3.1.2. Inventory discrepancies		1	1.35	1.44
D3.1.3. Inventory by description			1	0.62
D3.1.4. Inventory by arrival/dispatch				1

Tabla 30. Matriz de consenso para las funcionalidades de nivel 4 dentro de D.3.1 INVENTORY MANAGEMENT

CR = 0.0039	D3.2.1. Real time ordering	D3.2.2. Real time parts	D3.2.3. Picking list	D3.2.4. Optimised stockholding
D3.2.1. Real time ordering	1	1.06	1.19	1.13
D3.2.2. Real time parts		1	1.13	0.78
D3.2.3. Picking list			1	0.74
D3.2.4. Optimised stockholding				1

Tabla 31. Matriz de consenso para las funcionalidades de nivel 4 dentro de D.3.2 AUTOMATIONS

CR = 0.0114	D4.1.1. File repository	D4.1.2. Date/time stamp	D4.1.3. Print documents
D4.1.1. File repository	1	2.06	1.10
D4.1.2. Date/time stamp		1	0.74
D4.1.3. Print documents			1

Tabla 32. Matriz de consenso para las funcionalidades de nivel 4 dentro de D.4.1. DOCUMENT MANAGEMENT

CR = 0.0006	D5.1.1. Create quotes	D5.1.2. Quote reporting	D5.1.3. Record traceability
D5.1.1. Create quotes	1	1.54	1.43
D5.1.2. Quote reporting		1	1
D5.1.3. Record traceability			1

Tabla 33. Matriz de consenso para las funcionalidades de nivel 4 dentro de D.5.1. CUSTOMER RELATIONSHIP MANAGEMENT

CR = 0	D6.1. Invoicing	D6.2. Cost analysis
D6.1. Invoicing	1	1.30
D6.2. Cost analysis		1

Tabla 34. Matriz de consenso para las funcionalidades de nivel 3 dentro de D.6. INVOICING

CR = 0.0147	D6.1.1. Specific tariffs	D6.1.2. BL management	D6.1.3. Evaluate orders	D6.1.4. Customer booking	D6.1.5. Special billings	D6.1.6. Billing requirements
D6.1.1. Specific tariffs	1	0.94	1.93	1.53	2.63	2.02
D6.1.2. BL management		1	0.83	1.12	1.53	1.72
D6.1.3. Evaluate orders			1	0.88	2.47	1.61
D6.1.4. Customer booking				1	1.61	1.54
D6.1.5. Special Billings					1	0.61
D6.1.6. Billing requirements						1

Tabla 35. Matriz de consenso para las funcionalidades de nivel 4 dentro de D.6.1. INVOICING

CR = 0	D6.2.1. Cost reports	D6.2.2. Billing integration
D6.2.1. Cost reports	1	4.46
D6.2.2. Billing integration		1

Tabla 36. Matriz de consenso para las funcionalidades de nivel 4 dentro de D.6.2. COST ANALYSIS

CR = 0	E1. Data analytics and reporting	E2. Performance analysis
E1. Data analytics and reporting	1	0.55
E2. Performance analysis		1

Tabla 37. Matriz de consenso para las funcionalidades de nivel 2 dentro de E. ERP DASHBOARD

CR = 0	E1.1. Data reporting	E1.2. Data queries
E1.1. Data reporting	1	1.44
E1.2. Data queries		1

Tabla 38. Matriz de consenso para las funcionalidades de nivel 3 dentro de E.1. DATA ANALYTICS AND REPORTING

CR = 0.067	E1.1.1. Standard reports	E1.1.2. Custom reports	E1.1.3. Report within system	E1.1.4. Third party reporting	E1.1.5. Automate dissemination	E1.1.6. Historical reporting	E1.1.7. File export
E1.1.1. Standard reports	1	1	1.32	1.82	1.72	0.84	0.96
E1.1.2. Custom reports		1	2.14	2.26	1.89	1	1.12
E1.1.3. Report within system			1	1.43	1.13	0.52	0.96
E1.1.4. Third party reporting				1	0.62	0.38	0.50
E1.1.5. Automate dissemination					1	0.47	0.80
E1.1.6. Historical reporting						1	1.35
E1.1.7. File export							1

Tabla 39. Matriz de consenso para las funcionalidades de nivel 4 dentro de E.1.1. DATA REPORTING

CR = 0.0127	E2.1.1. Activities log	E2.1.2. Terminal operating expenses	E2.1.3. Real time KPI status	E2.1.4. Performance dashboards	E2.1.5. Compare vs objectives
E2.1.1. Activities log	1	0.70	1.31	1.82	1.77
E2.1.2. Terminal operating expenses		1	1.12	1.43	1.68
E2.1.3. Real time KPI status			1	1	1.06
E2.1.4. Performance dashboards				1	0.99
E2.1.5. Compare vs objectives					1

Tabla 40. Matriz de consenso para las funcionalidades de nivel 4 dentro de E.2.1. PERFORMANCE

ANALYSIS

CR = 0.09	F1. Communications and messaging	F2. Partner and client notification	F3. Track and trace
F1. Communications and messaging	1	1.22	1.31
F2. Partner and client notification		1	0.43
F3. Track and trace			1

Tabla 41. Matriz de consenso para las funcionalidades de nivel 2 dentro de F. COMMUNICATIONS

CR = 0.029	F1.1.1. PCS integration	F1.1.2. Published APIs	F1.1.3. EDI communications	F1.1.4. Electronic authorizations
F1.1.1. PCS integration	1	3.24	0.55	1.93
F1.1.2. Published APIs		1	0.36	1
F1.1.3. EDI communications			1	2
F1.1.4. Electronic authorizations				1

Tabla 42. Matriz de consenso para las funcionalidades de nivel 4 dentro de F.1.1. COMMUNICATIONS AND MESSAGING

CR = 0.0152	F2.1.1. Visibility and ETA	F2.1.2. Proof of delivery	F2.1.3. Alert flag	F2.1.4. Customs clearance	F2.1.5. Change third party
F2.1.1. Visibility and ETA	1	0.94	2.06	1.24	2.47
F2.1.2. Proof of delivery		1	3.12	1.58	3.98
F2.1.3. Alert flag			1	0.56	2.47
F2.1.4. Customs clearance				1	3.18
F2.1.5. Change third party					1

Tabla 43. Matriz de consenso para las funcionalidades de nivel 4 dentro de F.2.1. PARTNER AND CLIENT NOTIFICATION

CR = 0.0065	F3.1.1. Vehicle traceability	F3.1.2. Track/locate cargo	F3.1.3. Damage reports
F3.1.1. Vehicle traceability	1	0.64	1.28
F3.1.2. Track/locate cargo		1	2.56
F3.1.3. Damage reports			1

Tabla 44. Matriz de consenso para las funcionalidades de nivel 4 dentro de F.3.1. TRACK AND TRACE

4.3. COMPROBACIÓN DE LA INCONSISTENCIA DE LAS MATRICES

Una vez las matrices estaban construidas, se evaluó la consistencia de cada una de las matrices de comparación calculando el cociente de Consistencia (CR) (Ecuación 1).

$$CR = \frac{(\lambda_{\max} - n) / (n - 1)}{RI} \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde λ_{\max} es el AUTOVALOR propio de la matriz, n es el orden de la matriz y RI es el Índice Aleatorio, que es un índice de consistencia aleatoria promedio derivado de una muestra de

tamaño 500 completada con valores aleatorios de la escala de Saaty (Saaty y Ozdemir, 2003; Error! Marcador no definido.). Los valores de RI basados en el orden de la matriz n pueden verse en la Tabla 45. Cuando el valor calculado de CR es superior a 0.1, la matriz es rechazada y es necesario revisar las respuestas a la matriz (Saaty, 1987; Error! Marcador no definido.).

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

Tabla 15. Valores del índice de consistencia aleatoria (RI) para cada tamaño de matriz n

Las inconsistencias de cada una de las matrices analizadas son las siguientes:

A.WAREHOUSE	0,01
A.1 YARD MANAGEMENT	0
A.3 CARGO	0
A.1.1 YARD CONFIGURATIONS	0,059
A.1.2 TECHNICAL OPTIMIZATIONS	0,035
A.2.1.CLAIMS AND INSPECTION	0,00008
A.3.1 TRACK & NOTIFICATIONS	0,0128
A.3.2 CARGO CONTROL	0,083
B.MARITIME OPERATIONS	0
B.2.PORT AND VESSEL OPERATIONS	0
B.1.1.BERTH MANAGEMENT	0,0127
B.2.1.LISTS AND CONFIRMATION	0,01024
B.2.2.MARITIME REPORTS	0,00051
C.1.1.GATE IN/OUT	0,0147
D.MASTER DATA	0,0143
D.1.1.VEHICLES/EQUIPMENT	0,042
D.2.1.HUMAN RESOURCES	0,0222
D.3.INVENTORY/WAREHOUSE	0
D.3.1.INVENTORY MANAGEMENT	0,0167
D.3.2.AUTOMATIONS	0,0039
D.4.1.DOCUMENT MANAGEMENT	0,0114
D.5.1.CUSTOMER MANAGEMENT	0,0006
D.6.INVOICING PURCHAISING	0
D.6.1.INVOICING	0,0147
D.6.2.COST ANALYSIS	0
E.ERP DASHBOARD	0
E.1.DATA ANALYTICS AND REPORTING	0
E.1.1.DATA REPORTING	0,067
E.2.1.PERFORMANCE ANALYSIS	0.0127

F.COMMUNICATIONS	0,09
F.1.1.COMMUNICATIONS AND MESSAGING	0,029
F.2.1.PARTNER AND CLIENT NOTIFICATION	0,0152
F.3.1.TRACK AND TRACE	0,0065

Tabla 46. Índices de inconsistencia de las matrices de consenso

De dicha tabla podemos observar que NINGUNA de las inconsistencias de las matrices es mayor que el valor de rechazo (0,1). La matriz con peor resultado de inconsistencia es la del cluster F.COMMUNICATIONS cuyo valor es de 0,09.

En base a estos resultados, se puede concluir que no debemos pedir una segunda opinión de los expertos para ninguno de los clusters evaluados. En caso de haber tenido que recurrir a una segunda vuelta de opiniones en alguna determinada matriz, se había previsto utilizar el método Delphi.

4.4. PESOS DE LAS FUNCIONALIDADES DE LA TOS

Para el cálculo de las ponderaciones locales normalizadas para funcionalidades de primer nivel (w_{c_i}) se utilizó el siguiente procedimiento:

- i. Los valores de consenso obtenidos a partir de las comparaciones de las n funcionalidades en el mismo nivel y en el mismo cluster forman, para cada nivel, una Matriz A de comparación:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{bmatrix} \quad \text{donde } a_{ji} = 1/a_{ij}; \quad i, j = 1, \dots, n$$

- ii. El peso local normalizado de cada funcionalidad para cada cluster, $w_{c_i} = (w_{c_1}, w_{c_2}, \dots, w_{c_i}, \dots, w_{c_n})$, se calcula elevando esta Matriz A a una potencia suficientemente grande:

$$Q = [q_{ij}^k] = \lim_{k \rightarrow \infty} (A)^k$$

Posteriormente, sumando sobre las filas y normalizando, se obtiene el peso local normalizado a la potencia k:

$$w_{c_i}^k = \frac{\sum_{l=1}^n q_{il}^k}{\sum_{i=1}^n \sum_{l=1}^n q_{il}^k}$$

El proceso se detuvo cuando la diferencia entre $w_{c_i}^k$ obtenida a la potencia k y $w_{c_i}^{k+1}$ obtenida a la potencia (k +1) fue inferior a 10^{-4} . El mismo proceso se aplicó para calcular el peso local normalizado para cada funcionalidad de segundo nivel w_{c_j} , tercer nivel w_{c_k} y cuarto nivel w_{c_m} .

iv. El peso global normalizado para cada funcionalidad en el cuarto nivel (W_{CG_m}), en el tercer nivel (W_{CG_k}) y el peso global normalizado para cada funcionalidad en el segundo nivel (W_{CG_j}) se calcularon como se muestra en las ecuaciones (Ec. A), (Ec. B) y (Ec. C), respectivamente:

$$W_{CG_m} = w_{c_i} \cdot w_{c_j} \cdot w_{c_k} \cdot w_{c_m} \quad (\text{Ec. A})$$

$$W_{CG_k} = w_{c_i} \cdot w_{c_j} \cdot w_{c_k} \quad (\text{Ec. B})$$

$$W_{CG_j} = w_{c_i} \cdot w_{c_j} \quad (\text{Ec. C})$$

Para el cálculo de W_{CG_m} , W_{CG_k} and W_{CG_j} , se seleccionaron los correspondientes w_{c_i} , w_{c_j} y w_{c_k} en base a la jerarquía establecida de grupos y subgrupos en el modelo jerárquico.

Es decir, para calcular el peso de cada funcionalidad que se encuentra en el cuarto nivel, lo que hace el programa SuperDecisions es multiplicar los pesos relativos del cluster del primer grado en que se encuentra, por el del segundo grado, por el del tercer grado y por el peso relativo de la propia funcionalidad.

Poniendo un ejemplo, para calcular el peso global armonizado de la funcionalidad E.1.1.1 tenemos que multiplicar los pesos relativos de E x E.1 x E.1.1. x E.1.1.1 (indicados en verde en la siguiente figura) que es la estructura jerárquica de la que depende en el modelo de decisión en AHP:

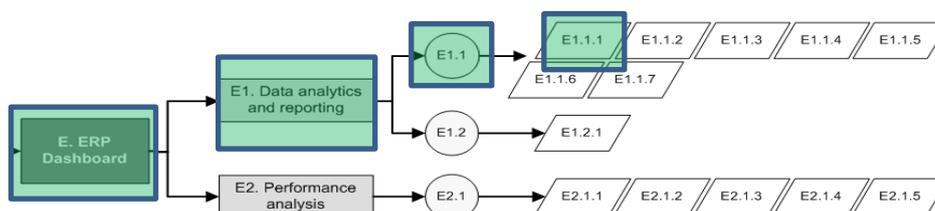


Figura 10. Ejemplo de cálculo de peso global armonizado

La siguiente tabla muestra los pesos globales normalizados de cada una de las funcionalidades ordenadas por nivel de importancia. Se indica sobre ella cuando se llega al 80% del peso acumulado.

	peso	suma acumulada
FUNCIONALIDADES		
B.1.1.1.TIMES TRACKING	0,04562	0,04562
A.1.1.3.SPACE OPTIMIZED	0,03567	0,08129
B.2.1.2.LOADING LISTS	0,03401	0,1153
A.1.1.4.LOCATION OPTIMIZED	0,03372	0,14902
B.2.2.3.EMERGENCY REPORTS	0,02871	0,17773
C.1.1.5.GATE OPERATIONS	0,02728	0,20501
A.1.1.1.CUSTOMIZABLE LAYOUT	0,02614	0,23115
C.1.1.1.DELIVERY MANAGEMENT	0,0248	0,25595
B.1.1.2.VESSEL DATA EXTENDED	0,02479	0,28074
C.1.1.2.MOVEMENT TRACEABILITY	0,02476	0,3055
B.2.1.1.DISCHARGE CONFIRMATIONS	0,02468	0,33018
C.1.1.7.CAPACITY LIMITS	0,02179	0,35197
B.2.1.3.UPDATED LISTS	0,02162	0,37359
B.2.1.4.UPDATED STOCK	0,02158	0,39517
B.2.1.5.LIST CONFIRMATIONS	0,02149	0,41666
B.1.1.5.WATERWAY CONTROL	0,02087	0,43753
B.2.2.1.DAMAGE REPORTS	0,01939	0,45692
B.1.1.7.MOBILE DATA	0,01886	0,47578
A.1.1.2.LOCATION HISTORIC	0,01804	0,49382
C.1.1.6.VERIFIED GROSS MASS	0,01748	0,5113
B.1.1.4.CUSTOMIZABLE ALERTS	0,0169	0,5282
B.1.1.3.SPECIAL CALLS	0,01585	0,54405
A.2.1.1.INSPECTIONS TRACEABILITY	0,01569	0,55974
A.2.1.2.INSPECTIONS ALERT	0,01496	0,5747
F.3.1.2.TRACK AND LOCATE CARGO	0,01341	0,58811
C.1.1.3.PRIOR APPOINTMENTS	0,01315	0,60126
A.1.2.2.OPERATING PROCEDURES	0,0128	0,61406
A.3.2.6.GROOS MASS	0,01246	0,62652
D.5.1.1.CREATE QUOTES	0,01193	0,63845
C.1.1.4.PENDING ARRIVALS	0,01092	0,64937
F.1.1.3.EDI COMMUNICATIONS	0,01051	0,65988
D.3.1.1.MANAGE INVENTORY	0,01026	0,67014
A.2.1.3.INSPECTIONS REPORTS	0,01008	0,68022

B.2.2.2.CLEANING REPORTS	0,00982	0,69004
E.2.1.2.OPERATING EXPENSES	0,00942	0,69946
B.1.1.6.BARGE BERTHS	0,00939	0,70885
A.3.2.7.PACKING LIST	0,00894	0,71779
E.2.1.1.ACTIVITIES LOG	0,00893	0,72672
A.3.1.4.ACCEPTANCE NOTIFICATIONS	0,00845	0,73517
A.1.2.4.MULTIMODAL OPTIMIZATION	0,00836	0,74353
A.3.1.1.DELIVERY NOTIFICATIONS	0,00826	0,75179
D.6.2.1.COST REPORTS	0,00818	0,75997
D.5.1.3.RECORD TRACEABILITY	0,00814	0,76811
E.1.2.1.AD HOC QUERIES	0,00809	0,7762
F.1.1.1.PCS INTEGRATION	0,00804	0,78424
D.5.1.2.QUOTE REPORTING	0,00794	0,79218
F.3.1.1.VEHICLE TRACEABILITY	0,00791	0,80009
A.3.1.3.ARRIVAL NOTIFICATIONS	0,00761	0,8077
A.1.2.3.CUSTOMER INTEGRATIONS	0,00711	0,81481
E.2.1.3.REAL TIME KPI STATUS	0,00669	0,8215
E.2.1.4.PERFORMANCE DASHBOARDS	0,00587	0,82737
F.3.1.3.DAMAGE REPORTS	0,00569	0,83306
D.4.1.1.FILE REPOSITORY	0,00568	0,83874
E.2.1.5.COMPARE VS OBJECTIVES	0,00565	0,84439
A.3.1.5.WORKS TRACEABILITY	0,00543	0,84982
D.2.1.1.EFFICIENCY REPORTS	0,00513	0,85495
F.2.1.2.PROOF OF DELIVERY	0,00511	0,86006
A.3.2.1.BL UPDATES	0,005	0,86506
A.3.2.3.CARGO VERIFICATIONS	0,0047	0,86976
D.4.1.3.PRINT DOCUMENTS	0,00463	0,87439
D.1.1.5.EQUIPMENT AVAILABILITY	0,00456	0,87895
A.3.1.2.DELIVERY ALERTS	0,00451	0,88346
D.3.1.2.INVENTORY DISCREPANCES	0,00451	0,88797
D.2.1.2.CAPACITY ISSUES	0,00434	0,89231
A.3.2.4.DAMAGES RECORDING	0,00419	0,8965
F.1.1.4.ELECTRONIC AUTHORIZATIONS	0,00415	0,90065
D.2.1.6.ARRIVALAND DISPATCH SCHEDULES	0,00412	0,90477
D.3.1.4.INVENTORY BY IN/OUT	0,00411	0,90888
F.2.1.1.VISIBILIDITY AND ETA	0,00398	0,91286
D.1.1.7.RESOURCE REQUESTS	0,00394	0,9168
D.1.1.1.TIME CONTROL	0,00352	0,92032
A.3.2.2.FLEXIBLE TARIFFS	0,00345	0,92377
F.2.1.4.CUSTOMS CLEARANCE	0,00342	0,92719
F.1.1.2.PUBLISHED APIs	0,00338	0,93057
D.6.1.1.SPECIFIC TARIFFS	0,00325	0,93382
D.4.1.2.DATE AND TIME STAMP	0,00307	0,93689

D.1.1.4.TIME PER TASK	0,00302	0,93991
D.2.1.4.WORKER COMPETENCES	0,00299	0,9429
D.2.1.5.KPI AND SLA REQUIREMENTS	0,00285	0,94575
D.3.2.4.OPTIMISED STOCKHOLDING	0,00274	0,94849
D.3.1.3.INVENTORY BY DESCRIPTION	0,00273	0,95122
D.3.2.1.REAL TIME ORDERING	0,0027	0,95392
D.1.1.2.INCIDENT TRACEABILITY	0,00266	0,95658
D.1.1.3.KPI AND SLA	0,0026	0,95918
A.1.2.1.GIS INTEGRATION	0,00251	0,96169
D.6.1.2.BL MANAGEMENT	0,00244	0,96413
D.6.1.3.EVALUATE ORDERS	0,00236	0,96649
D.3.2.2.REAL TIME PARTS	0,00235	0,96884
E.1.1.2.CUSTOM REPORTS	0,0023	0,97114
D.2.1.3.RAMPING UP AND DOWN	0,00228	0,97342
D.6.1.4.CUSTOMER BOOKING	0,00222	0,97564
D.3.2.3.PICKING LIST	0,00212	0,97776
F.2.1.3.ALERT FLAG	0,00206	0,97982
A.3.2.5.CARGO TAGS	0,00203	0,98185
D.2.1.7.EMPLOYMENT LEGISLATION	0,00184	0,98369
D.6.2.2.BILLING INTEGRATION	0,00184	0,98553
E.1.1.4.THIRD PARTY REPORTING	0,00179	0,98732
E.1.1.1.STANDARD REPORTS	0,00174	0,98906
E.1.1.5.AUTOMATE DISSEMINATION	0,00165	0,99071
E.1.1.3.REPORT WITHIN SYSTEM	0,00156	0,99227
D.6.1.6.BILLING INTEGRATION	0,00155	0,99382
E.1.1.7.FILE EXPORT	0,0014	0,99522
E.1.1.6.HISTORICAL REPORTING	0,00121	0,99643
D.6.1.5.SPECIAL BILLINGS	0,0012	0,99763
D.1.1.6.QR CODES	0,00118	0,99881
F.2.1.5.CHANGE THIRD PARTY DATA	0,00118	0,99999

Tabla 47. Funcionalidades prioritarias, en orden descendente de preferencia, con su peso global normalizado y los pesos acumulados.

Se ha resaltado en rojo cuando la suma de los pesos de cada funcionalidad, llega a sumar el 80%.

Para hacer una correcta comprobación, a continuación se puede observar en la tabla de la página siguiente los pesos y la suma total por cada cluster, de niveles superiores a las funcionalidades de la TOS, comprobando que todos ellos suman un total del 100% en cada uno de los niveles de la jerarquización.

Nombre	Peso normalizado
A WAREHOUSE	0,26013
B.MARITIME OPERATIONS	0,33357
C.GATE	0,14019
D.MASTER DATA	0,14096
E.ERP DASHBOARD	0,05631
F.COMMUNICATIONS	0,06884
SUMA CLUSTER	1,00
A1.YARD MANAGEMENT	0,14434
A2.CLAIMS AND INSPECTIONS	0,04073
A3.CARGO CONTROL	0,07505
B1.BERTH MANAGEMENT	0,15228
B2.PORT AND VESSELS OPERATIONS	0,18129
C1.GATE IN AND OUT MANAGEMENT	0,14019
D1.VEHICLE AND EQUIPMENT MANAGEMENT	0,02148
D2.PERSONNEL MANAGEMENT	0,02355
D3.INVENTORY AND WAREHOUSE MANAGEMENT	0,03152
D4.DOCUMENT MANAGEMENT	0,01337
D5.CUSTOMER MANAGEMENT	0,028
D6.INVOICING AND PURCHASING	0,02303
E1.DATA ANALITYCS AND REPORTING	0,01974
E2.PERFORMANCE ANALYSIS	0,03657
F1.COMMUNICATIONS AND MESSAGING	0,02608
F2.PARTNER AND CLIENT NOTIFICATION	0,01576
F3.TRACK AND TRACE	0,02701
SUMA CLUSTER	0,99999
A.1.1.YARD CONFIGURATION	0,11357
A.1.2.TECHNICAL OPTIMIZATIONS	0,03078
A.2.1.CLAIMS AND INSPECTIONS	0,04073
A.3.1.TRACK AND NOTIFICATIONS	0,03426
A.3.2.CARGO CONTROL	0,04079
B.2.1.LISTS AND CONFIRMATION	0,12337
B.2.2.MARITIME REPORTS	0,05792
B1.1.BERTH MANAGEMENT	0,15228
C.1.1.GATE IN AND OUT MANAGEMENT	0,14019
D.1.1.VEHICLES	0,02148
D.2.1.HUMAN RESOURCES	0,02355
D.3.1.INVENTORY MANAGEMENT	0,02161
D.3.2.AUTOMATIONS	0,00991
D.4.1.DOCUMENT MANAGEMENT	0,01337
D.5.1.CUSTOMER MANAGEMENT	0,028
D.6.1.INVOICING	0,01302

D.6.2.COST ANALYSIS	0,01001
E.1.1.DATA REPORTING	0,01165
E.1.2.DATA QUERIES	0,00809
E.2.1.PERFORMANCE ANALYSIS	0,03657
F.1.1.COMMUNICATIONS AND MESSAGING	0,02608
F.2.1.PARTNER AND CLIENT NOTIFICATION	0,01576
F3.1.TRACK AND TRACE	0,02701
SUMA CLUSTER	1

Tabla 48. Suma de pesos por cada cluster para evidenciar resultado final de 1 en cada uno de ellos

Teniendo en cuenta la comprobación mostrada en la tabla anterior podemos concluir que los resultados muestran que de las 107 funcionalidades originales, las 47 funcionalidades con mayor peso tienen un peso acumulado del 80%. Estas funcionalidades son en las que los desarrolladores de los TOS deben centrarse para mejorar el rendimiento de los TOS. Debemos refrendar mediante procesos de simulación que esto se traducirá en una mayor eficiencia y un aumento en el desempeño de la terminal portuaria o terrestre.

4.5. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

El análisis de sensibilidad nos permite analizar la robustez de los resultados que se analizó mediante el cambio de los pesos locales normalizados de las funcionalidades de primer nivel en $\pm 20\%$. La tabla 49 muestra cómo este cambio en las ponderaciones de primer nivel cambia la priorización de las 15 funcionalidades con mayor ponderación. Los resultados obtenidos indican que el mayor cambio en el Top 15 se produce cuando el peso normalizado local del área funcional principal "B. MARITIME OPERATIONS" se incrementa un 20%. Sin embargo, esto no es significativo ya que sólo produce un cambio en tres de las funcionalidades, que siguen estando entre las veinte funcionalidades más importantes.

Además, el análisis de sensibilidad también muestra pequeños cambios en el número de funcionalidades sumando el 80%, la diferencia máxima se produce cuando el peso local normalizado de B se reduce en un 20% o cuando el peso local normalizado de D se incrementa en un 20%, aumentando el número de funcionalidades en tres, lo que no es muy significativo comparado con el número total de funcionalidades que suman el 80%.

	Funcionalidades que suman 80%
Inicial	47
A + 20%	47
A - 20%	48
B + 20%	45
B - 20%	50
C + 20%	47
C - 20%	48
D + 20%	50
D - 20%	45
E + 20%	48
E - 20%	47
F + 20%	48
F - 20%	47

Tabla 49. Número de funcionalidades que suman el 80% del peso total después de variar en un $\pm 20\%$ los valores de w_{c_i} de las áreas principales de Almacén A, Operaciones Marítimas B, Puerta C, Datos maestros D, Cuadro de Mando E-ERP y F-Comunicaciones.

Tabla 50. Ranking de prioridades de las funcionalidades más relevantes del análisis de cuarto nivel a la hora de incrementar los valores de w_{C_i} de las áreas principales de Almacén A, Operaciones Marítimas B, Puerta C, Datos maestros D, Cuadro de Mando E-ERP y Comunicaciones F.

Nº	Inicial	A + 20%	A - 20%	B + 20%	B - 20%	C + 20%	C - 20%	D + 20%	D - 20%	E + 20%	E - 20%	F + 20%	F - 20%
1	B.1.1.1	A.1.1.3	B.1.1.1	B.1.1.1	A.1.1.3	B.1.1.1							
2	A.1.1.3	B.1.1.1	B.2.1.2	B.2.1.2	A.1.1.4	A.1.1.3							
3	B.2.1.2	A.1.1.4	B.2.2.3	B.2.2.3	B.1.1.1	B.2.1.2							
4	A.1.1.4	B.2.1.2	A.1.1.3	A.1.1.3	C.1.1.5	C.1.1.5	A.1.1.4						
5	B.2.2.3	A.1.1.1	C.1.1.5	A.1.1.4	A.1.1.1	A.1.1.4	B.2.2.3						
6	C.1.1.5	B.2.2.3	A.1.1.4	B.1.1.2	B.2.1.2	C.1.1.1	A.1.1.1	C.1.1.5	C.1.1.5	C.1.1.5	C.1.1.5	C.1.1.5	C.1.1.5
7	A.1.1.1	C.1.1.5	C.1.1.1	B.2.1.1	C.1.1.1	C.1.1.2	B.1.1.2	A.1.1.1	A.1.1.1	A.1.1.1	A.1.1.1	A.1.1.1	A.1.1.1
8	C.1.1.1	C.1.1.1	B.1.1.2	B.2.1.3	C.1.1.2	B.2.2.3	B.2.1.1	C.1.1.1	C.1.1.1	C.1.1.1	C.1.1.1	C.1.1.1	C.1.1.1
9	B.1.1.2	C.1.1.2	C.1.1.2	B.2.1.4	C.1.1.7	C.1.1.7	B.2.1.3	B.1.1.2	B.1.1.2	B.1.1.2	B.1.1.2	B.1.1.2	B.1.1.2
10	C.1.1.2	B.1.1.2	B.2.1.1	B.2.1.5	B.2.2.3	A.1.1.1	B.2.1.4	C.1.1.2	C.1.1.2	C.1.1.2	C.1.1.2	C.1.1.2	C.1.1.2
11	B.2.1.1	B.2.1.1	C.1.1.7	B.1.1.5	B.1.1.2	B.1.1.2	B.2.1.5	B.2.1.1	B.2.1.1	B.2.1.1	B.2.1.1	B.2.1.1	B.2.1.1
12	C.1.1.7	A.1.1.2	B.2.1.3	C.1.1.5	B.2.1.1	B.2.1.1	C.1.1.5	C.1.1.7	C.1.1.7	C.1.1.7	C.1.1.7	C.1.1.7	C.1.1.7
13	B.2.1.3	C.1.1.7	B.2.1.4	A.1.1.1	A.1.1.2	C.1.1.6	B.1.1.5	B.2.1.3	B.2.1.3	B.2.1.3	B.2.1.3	B.2.1.3	B.2.1.3
14	B.2.1.4	B.2.1.3	B.2.1.5	B.2.2.1	C.1.1.6	B.2.1.3	B.2.2.1	B.2.1.4	B.2.1.4	B.2.1.4	B.2.1.4	B.2.1.4	B.2.1.4
15	B.2.1.5	B.2.1.4	A.1.1.1	B.1.1.7	B.2.1.3	B.2.1.4	C.1.1.1	B.2.1.5	B.2.1.5	B.2.1.5	B.2.1.5	B.2.1.5	B.2.1.5
Nº Funcionalidades en el Top 15	14	14	15	12	13	14	13	15	15	15	15	15	15

Por lo tanto, a través del análisis de la sensibilidad en los diferentes escenarios, se obtuvo que:

- i) para las quince funcionalidades con mayores ponderaciones iniciales, se produjeron pocos cambios en el rango al cambiar el valor de w_{c_i}
- ii) también se produjeron pocos cambios en el número de funcionalidades sumando el 80%; lo que indica que los resultados obtenidos son robustos y confiables.

4.6. CONCLUSIONES DEL AHP

Los resultados muestran como la funcionalidad más importante en un TOS es la "Monitorización del tiempo de buques" (Times Tracking of vessels); es obligatorio que un TOS pueda rastrear todos los datos relacionados con las llegadas y salidas de buques, y el tiempo que un buque está en el puesto de atraque. Todas las operaciones que se desarrollan en una terminal dependen de la llegada y salida de los buques por lo que es lógico que este tipo de datos sean imprescindibles en un Sistema TOS. De hecho, Kia et al. (2000) i compararon dos sistemas operativos diferentes por simulación, uno con un sistema de seguimiento y el otro sin él, y destacaron que los que participan en la gestión de la terminal dan mayor prioridad a los sistemas de seguimiento de contenedores que a las aplicaciones informáticas operativas en los puertos. Además, otro estudio (Jamal et al., 2017) analizó los beneficios del uso del GDPS en los TOS, y obtuvo una reducción del Tiempo de Ronda del Camión (TRT) del 38,17%, un aumento del 16,67% en Box Container por hora (BCH) y una disminución de los costes operativos del 3,3%.

La segunda funcionalidad más importante es la "Optimización del espacio" de la zona de contenedores. Se pueden encontrar varios estudios en la bibliografía que muestran el efecto de cómo se puede optimizar el espacio en la zona de contenedores (El-Nasser A Said y M. El-Horbaty, 2015; Golbabaie et al., 2012; Guo y Huang, 2012; Kim y Kim, 2002; Lee y Kim, 2013).

La óptima utilización de la zona de contenedores puede aumentar, por ejemplo, la eficiencia del equipo utilizado en la zona de contenedores recorriendo distancias más cortas, o reduciendo el número de movimientos necesarios para almacenar un contenedor en la zona de

almacenamiento.

En línea con esta funcionalidad, también aparece en la cuarta posición de la lista la funcionalidad "Ubicación optimizada". La identificación de la ubicación óptima para cada unidad en función de las diferentes características (destino por transportista, secuencia de carga/descarga, peso, mercancías peligrosas o no peligrosas, contenedor frigorífico, etc.) en muchos sistemas TOS requiere la intervención del gestor de la terminal y su buen funcionamiento para determinar la ubicación más adecuada para cada contenedor. La implementación de este tipo de funcionalidad reduce los tiempos administrativos y operativos, reduce los errores humanos y aumenta la seguridad en el terminal.

La tercera funcionalidad más importante en un TOS es el desarrollo de listas de carga para los estibadores con la carga a ser embarcada/descargada incluyendo información sobre su ubicación. En este sentido, Olesen et al. (2013) destacaron en su estudio que la falta de información es la principal razón para no hacer un buen planning y que, por tanto, la reducción del tiempo de espera, las mejoras en el almacenamiento o las actividades de reprocesamiento, no pueden ser eficientes sin disponer a tiempo de toda la información necesaria.

Otras funcionalidades importantes en los TOS incluyen: informes de emergencia, recuperación y envío de solicitudes a las operaciones de puerta de embarque, permitir la personalización del diseño, o dar información ampliada de datos sobre los viajes de los buques (por ejemplo, requisitos de seguridad o información de mantenimiento).

CAPÍTULO 5. MICROSIMULACIÓN EN AMBIENTE REAL

5.1. INTRODUCCIÓN

Un adecuado diseño de una terminal de contenedores debería permitir una gestión con una mayor eficiencia operativa y medioambiental, con una mayor resiliencia a desviaciones del sistema. Sin embargo, la selección de la mejor opción no es un proceso simple ya que depende de multitud de criterios.

Para ayudar a esta toma de decisiones, hasta el momento en esta investigación se ha desarrollado un modelo basado en la teoría de decisión multicriterio que nos ha permitido priorizar las diferentes funcionalidades de una TOS de una terminal de contenedores.

La fase posterior consiste en simular los procesos de la terminal de contenedores InterSagunto Terminales S.A., localizada en la localidad de Sagunto, en la provincial de Valencia, usando diferentes modelos de TOS desarrollados para profundizar en las funcionalidades prioritarias extraídas con el método AHP.

El proceso de simulación fue dividido en dos partes:

- la primera parte de esta fase consistió en la simulación de la TOS existente en Intersagunto Terminales con procesos tecnológicos y ver su influencia en indicadores clave de desempeño de la propia terminal. Este proceso de microsimulación se llevó a cabo utilizando datos reales (configuración de la terminal, equipamiento existente y sus parámetros reales de funcionamiento, procesos tecnológicos...) tal como se describirá más adelante. Después de dicha simulación, se calcularon los indicadores claves de desempeño.
- la segunda parte incluirá el diseño de dos nuevas TOS (TOS 2 y TOS 3). Para parametrizar dichas TOS se contó con la ayuda de la empresa INFOPORT VALENCIA S.A. y se trabajó sobre la base de una TOS ya existente y con bastante implementación en el Mercado

internacional, Bellerophon. Estas nuevas TOS se microsimularán utilizando los mismos datos reales de Intersagunto Terminales que se utilizaron para la TOS 1 (TOS real de la terminal). Los cambios realizados en las nuevas TOS se focalizaron en nuevos procesos tecnológicos afectados por las funcionalidades prioritarias extraídas de la aplicación del método de decisión multicriterio, con el objetivo de mejorar la eficacia de la terminal. Posteriormente a estas simulaciones, se identificaron los impactos de dichas TOS en los KPIs de la terminal objeto de estudio.

5.2. INTERSAGUNTO TERMINALES S.A.

Intersagunto Terminales S.A. es una terminal multipropósito localizada en la localidad de Sagunto, en la provincial de Valencia, en España.

La configuración de la terminal está dividida en 3 áreas principales:

- Almacenamiento de contenedores
- Muelle y zonas de carga/descarga de buques
- Servicios (oficinas, puerta, mantenimiento...).

Intersagunto Terminales está abierta a operaciones en tierra de entrega y aceptación de contenedores de lunes a viernes desde las 8:00 hasta las 20:00 horas; sin embargo, está abierta para operaciones marítimas 24 h/365 días siempre que fuera necesario.

El area global de la terminal cubre 106.677 m², divididos en las siguientes áreas:

1. Muelles - 19,100 m²;
2. Patio de contenedores - 61,577 m²;
3. Patio de graneles - 16,000 m²;
4. Zona de servicios - 10,000 m².

La capacidad de almacenamiento de la terminal es de 5400 TEUs, mientras que su capacidad de manipulación anual es de 190.000 TEUs/año.

En 2017, Intersagunto terminales tuvo un rendimiento global de contenedores de 49.029 TEUs. De ese rendimiento, la mayor parte se trabajó con contenedores llenos de 40 pies (25.938 TEUs), seguidos de contenedores vacíos de 40 pies (8.940 TEUs), contenedores llenos de 20 pies (7.928 TEUs) y vacíos de 20 pies (6.223 TEUs).

Para una vision de conjunto más detallada se puede observar la figura siguiente:

	CARGADOS		DESCARGADOS		TOTAL	
	TONELADAS	TEU	TONELADAS	TEU	TONELADAS	TEU
20' LLENOS	15,255	870	155,344	7,058	170,599	7,928
40' LLENOS	99,486	9,954	145,752	15,984	245,238	25,938
20' VACÍOS	12,994	6,183	92	40	13,087	6,223
40' VACÍOS	20,407	8,760	388	180	20,795	8,940
GLOBAL	148,142	25,767	301,576	23,262	449,719	49,029

Tabla 52. Rendimiento real de contenedores en Intersagunto Terminales en 2017

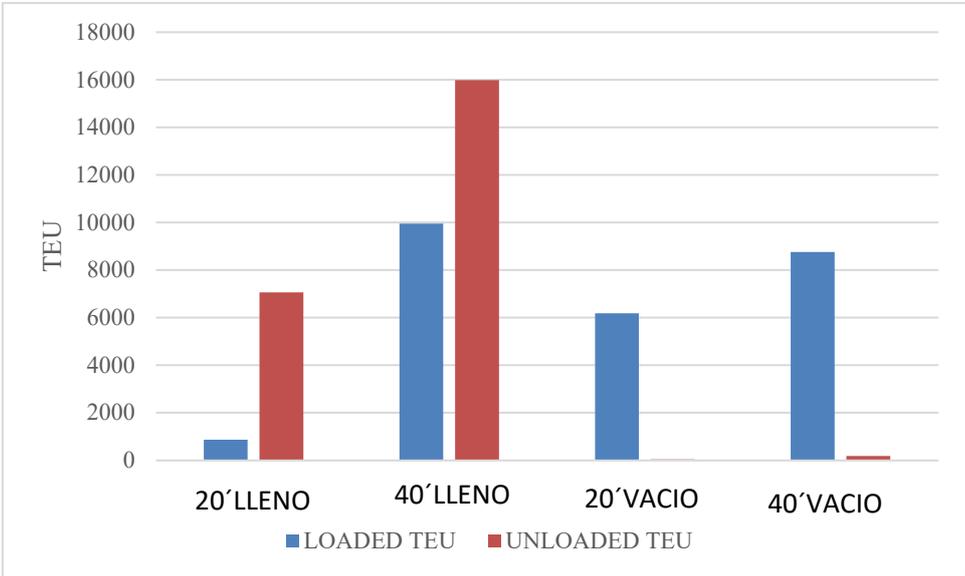


Figura 51. Rendimiento por tipo de contenedor

PATIO DE CONTENEDORES

El patio de contenedores está dividido en 10 bloques como se muestra en la Figura 12. La configuración ha sido organizada en bloques, cada cual está dividido en 30 zonas con números impares (C001-C059). Cada zona tiene 6 filas y 5 niveles de altura aunque en la terminal se almacenan contenedores hasta 3 alturas. Por lo tanto, la terminal tiene una ocupación máxima de 30 zonas de 6 filas por 3 alturas, con un total de 5400 TEUs.

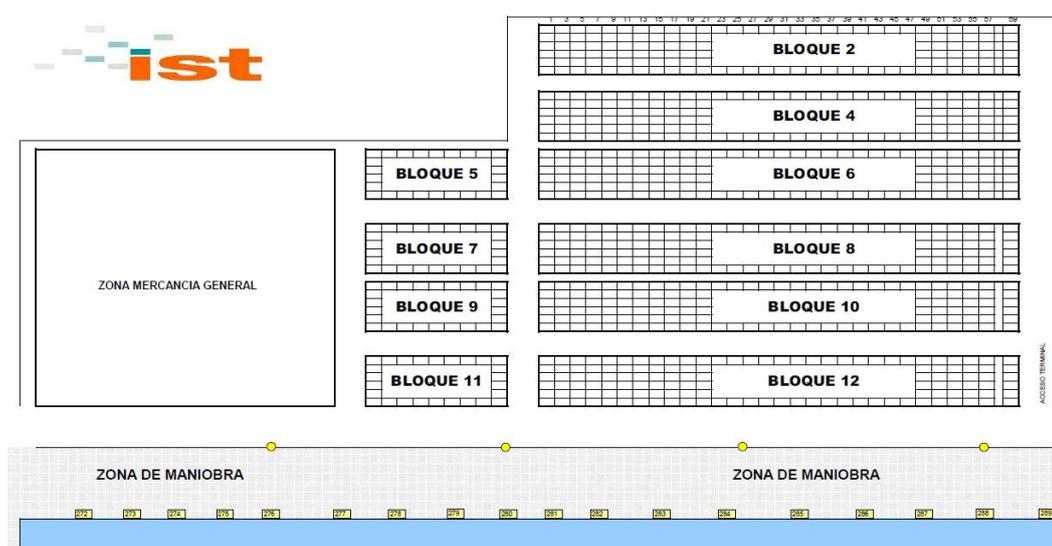


Figura 12. Patio de contenedores en Intersagunto Terminales S.A.

La ocupación de Intersagunto terminales en febrero de 2018 fué de 952 TEUs (298 contenedores de 20 pies y 327 de 40 pies) o, lo que es lo mismo, un 17,6% de la capacidad de ocupación máxima.

De acuerdo con los datos estadísticos, el tiempo medio de almacenamiento (ocupación) de un contenedor en el patio es el siguiente:

- 5 días para contenedores llenos de importación;
- 5 días para contenedores llenos de exportación;
- 21 días para contenedores vacíos.

El almacenamiento de contenedores está dividido en diferentes zonas (llenos, vacíos y a reparar).

Las zonas para contenedores llenos y vacíos están divididas según las líneas de servicios. Hay dos operadores de línea que cooperan con la terminal:

- NISA Canarias;
- Hapag-Lloyd.

Además, hay que considerar que los contenedores llenos están almacenados en los bloques B12, B10 y parcialmente en los bloques B8 y B7. Los contenedores vacíos se almacenan en el bloque B6 y, parcialmente, en los bloques B4, B5 y B8. El taller de reparación de contenedores ocupa el bloque B2 y una parte del bloque B4.

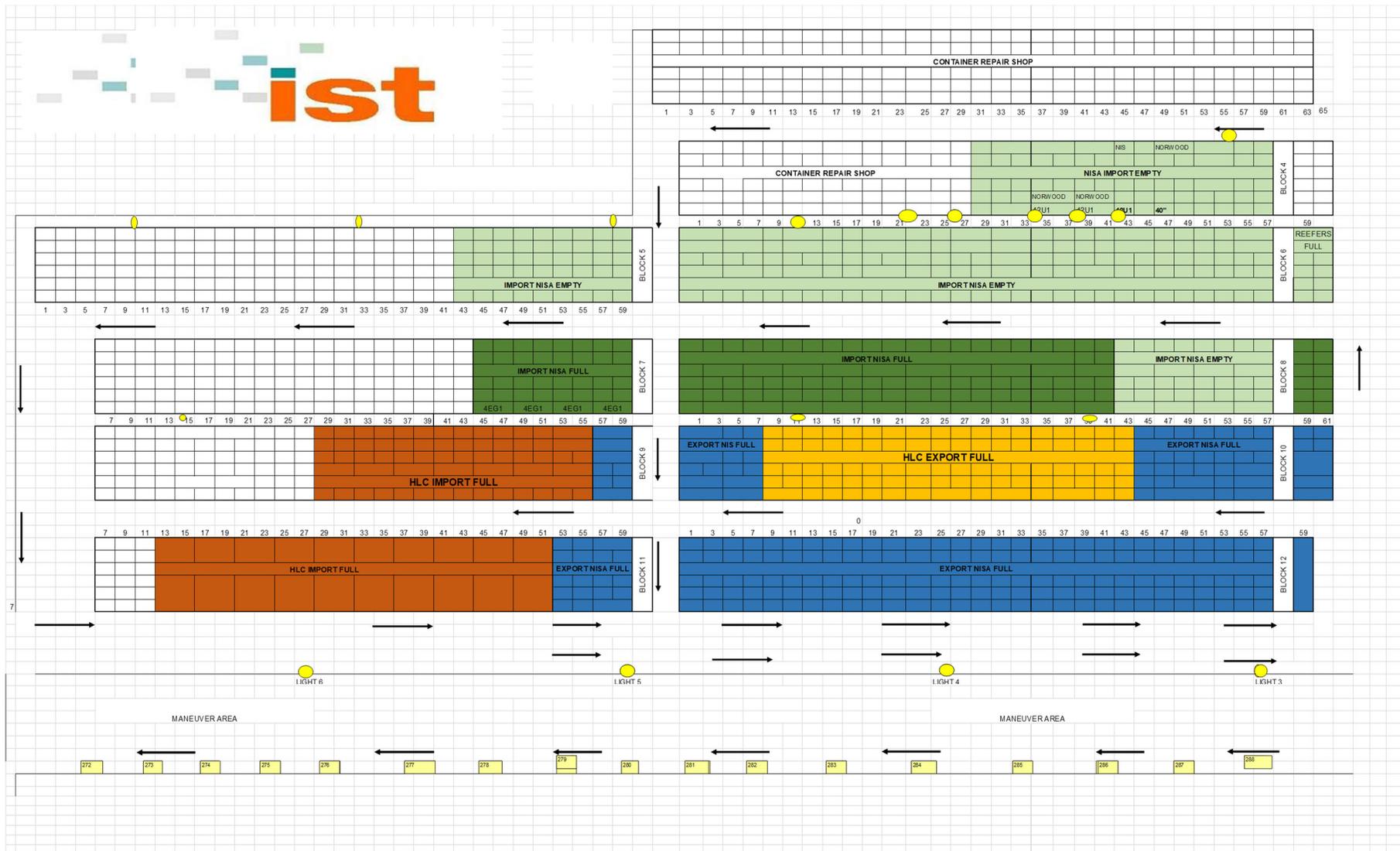


Figura 13. Zonas de almacenamiento de contenedores en Intersagunto Terminales S.A.

Los contenedores que llegan a la terminal por carretera son almacenados en su mayoría en los bloques B12 (28% del total), B6 (20%), B8 y B10 (10%), B7 (7%), B9 (5%) y bloques B2, B4, B5 y B11 con un 5% de todos los contenedores (Figura 14)

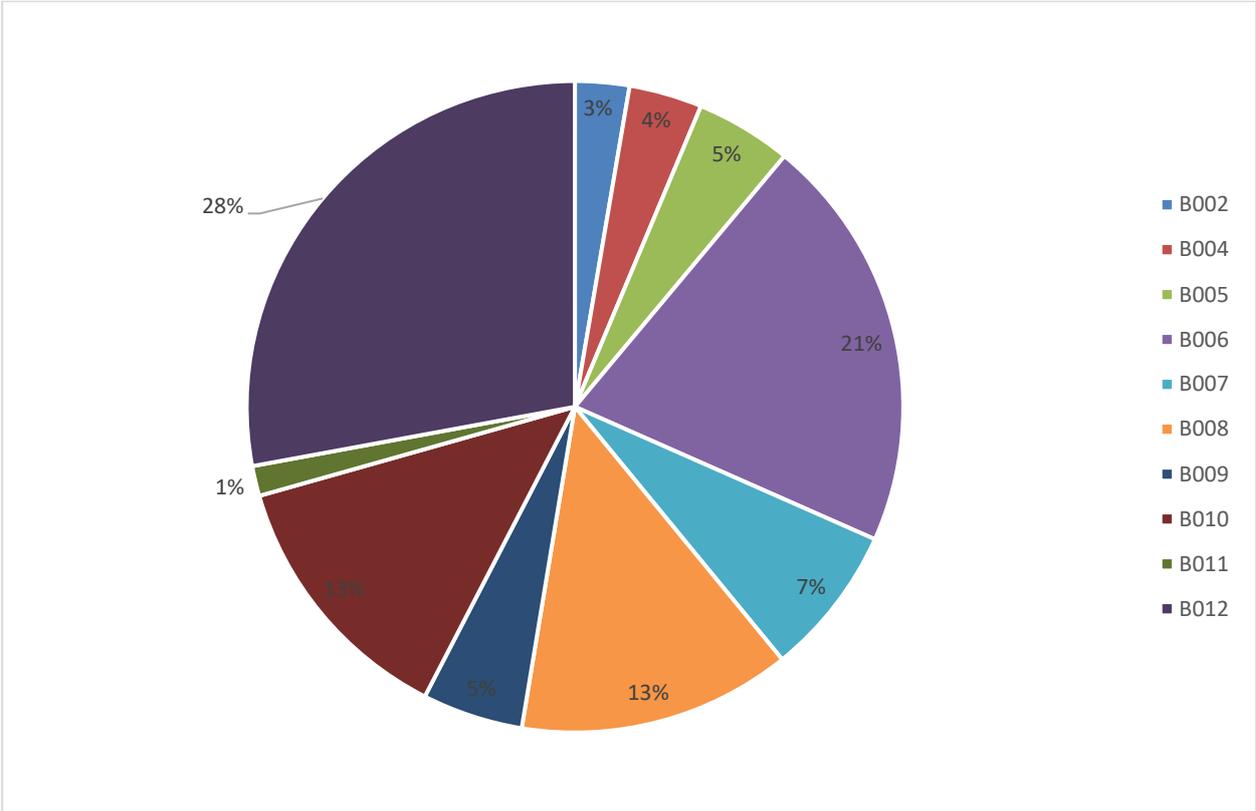


Figura 14. Almacenamiento global en bloques de contenedores de llegada por carretera

Los contenedores que llegan a la terminal por vía marítima se almacenan casi como los que llegan por carretera. Son almacenados en los bloques B12 (28% del total), B6 (20%), seguidos de los bloques B8 y B10 (10% del total), B7 (7%), B9 (5%) y bloques B2, B4, B5 y B11 con un 5% del total (Figura 15)

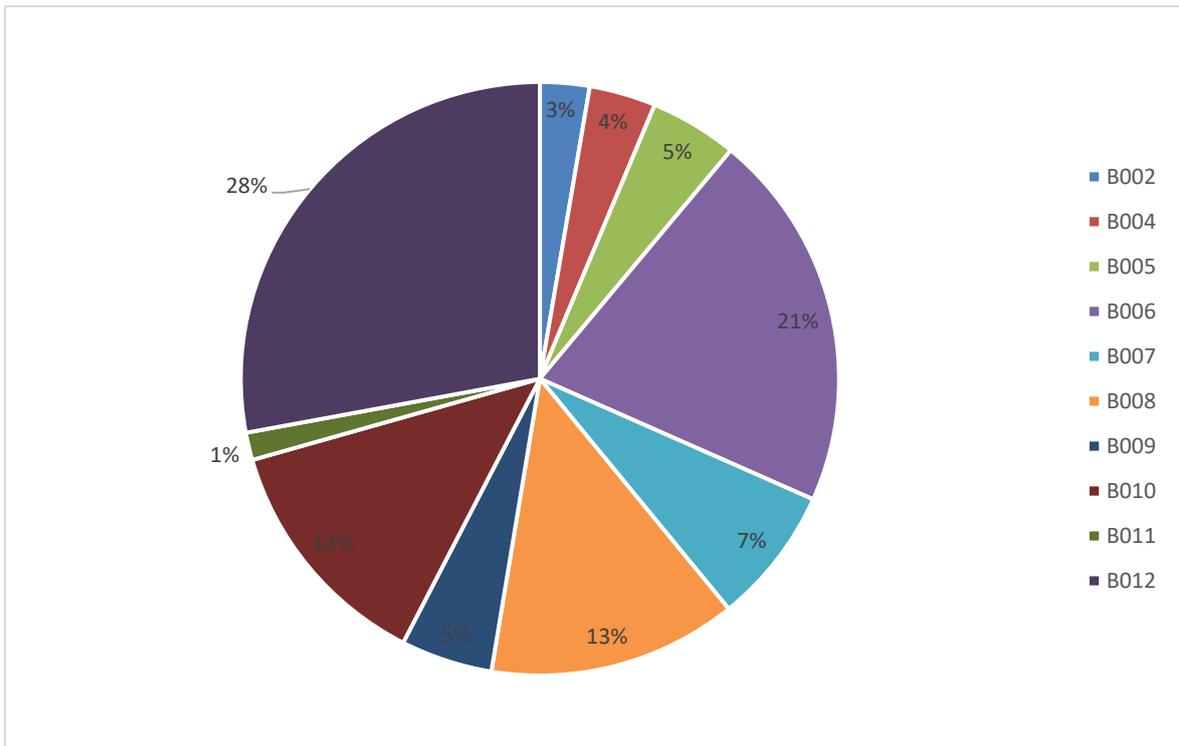


Figura 16. Almacenamiento global en bloques de contenedores de llegada por vía marítima

EQUIPAMIENTO

El equipamiento de Intersagunto Terminales S.A. está dividido en 2 categorías:

- Equipamiento de muelle
- Equipamiento de patio.

El equipamiento de muelle consiste en:

- 4 grúas Post-Panamax Liebherr con capacidad de 50 toneladas y rango de brazo de 38 metros;
- 1 grúa Post-Panamax Paceco con capacidad para 50 toneladas (*double twin*) con rango de brazo de 38 metros;
- 1 grúa Panamax Paceco con capacidad de 45 toneladas y rango de brazo de 25 metros;

- 2 grúas Mobile Fantuzzi con capacidad de más de 120 toneladas y rango de brazo de 32 metros.

El equipamiento de patio consiste en:

- 3 grúas RTG Fantuzzi con capacidad de 45 toneladas y apilamiento a 5 + 1 niveles;
- 5 *Reach-Stacker* Fantuzzi con capacidad de más de 45 toneladas;
- 8 *Reach-Stacker* Terex con capacidad de más de 60 toneladas;
- 12 tractores de patio con capacidad de más de 75 toneladas;
- 8 carretillas elevadoras con capacidad desde 4 a 42 toneladas.

En muchos casos, para dar servicio a los buques y camiones que entregan contenedores en la terminal, los operadores de Intersagunto usan 2 grúas (Panamax o Post-Panamax) dependiendo del tamaño del buque y del número de contenedores que necesitan ser cargados/descargados, 3 *reach stackers* y 4 tractores de patio. En 2018, las grúas de muelle tuvieron 18,8 movimientos brutos por hora o 16 movimientos netos por hora.

Las *reach stackers* tienen una velocidad media de más de 25 km/h, mientras que los tractores de patio la aumentan hasta unos 30 km/h (Tabla 52)

Tabla 52. Equipamiento de Intersagunto Terminales S.A.

Tipo	Actividad desarrollada	Capacidad de carga	Velocidad	Alcance	Movimientos/hora	Fotos
Grúa Post-Panamax Liebherr	Operaciones con buques	máx 50 t	N/A	38 m	30 mov max	
Grúa Post-Panamax Paceco	Operaciones con buques	máx 50 t	N/A	38 m	30 mov max	
Grúa Panamax Paceco	Operaciones con buques	máx 45 t	N/A	25 m	25 mov max	
Grúa móvil Fantuzzi	Operaciones con buques	máx 120 t	N/A	32 m	25 mov max	
Puente grúa RTG Fantuzzi	Operaciones con buques	máx 45 t	N/A	N/A	25 mov max	
Reach-Stacker Fantuzzi	Patio y almacén	máx 45 t	20 km/h	10 m	25 mov max	

Reach-Stacker Terex	Patio y almacén	máx 60 t	20 km/h	10 m	20 mov max	
Tractor de patio	Patio y almacén	máx 75 t	30 km/h	N/A	10 mov max	
Carretilla elevadora	Patio y almacén	máx 42 t	20 km/h	N/A	N/A	

5.3. MANIPULACIÓN DE CONTENEDORES EN INTERSAGUNTO TERMINALES S.A.

En la terminal, los contenedores llegan y se van por medio de dos modos de transporte: carretera y marítimo.

Revisando el transporte marítimo, en 2017 llegaron al muelle de la terminal 109 buques, manipulando un total de 26.616 contenedores; de ellos, 12.589 fueron cargados (47%) mientras que 14.658 fueron descargados (53 %) (Figura 16)

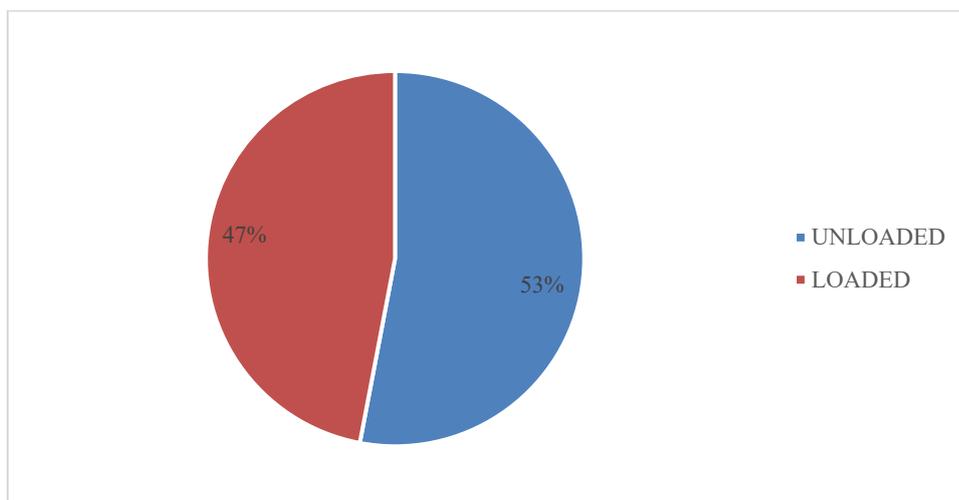


Figura 16. Número de contenedores cargados (loaded) y descargados (unloaded) en/desde buques

El número medio de contenedores manipulados por buque fue de 244 TEUs. En total, fueron 10 barcos diferentes los que trabajaron en el muelle de la terminal. La lista y características de cada uno de ellos se pueden observar en la siguiente tabla.

NOMBRE DEL BUQUE	LONGITUD (m)	CAPACIDAD (TEU)	MANGA (m)
BARBARA P	139	701	24.2
BARCELONA EXPRESS	228	2,347	32.2
DETROIT EXPRESS	228	2,347	32.2
GENOA EXPRESS	228	2,347	32.2
LIVORNO EXPRESS	242	2,690	32.2
MISSISSAUGA EXPRESS	245	2,690	32.2
MOVEON	134	585	22.8
RENATE P	139	701	25
SPICA	151	957	22.6
UASC BUBIYAN	271	6,800	42.8

Tabla 53. Lista y características de los buques que trabajaron en Intersagunto Terminales S.A. en el año 2017

El número total de camiones aceptados en 2017, de acuerdo con los datos obtenidos, fue de 30.129. La terminal abrió ese año durante 274 días por lo que obtenemos una media de 110 camiones por día.

En dicho año, el número total de contenedores enviados por camion fue de 14.012, de los cuales un 38% (5.359 TEUs) fueron unidades de 20 pies y un 62% (8.653 TEUs) fueron unidades de 40 pies, como se muestra en la siguiente figura.

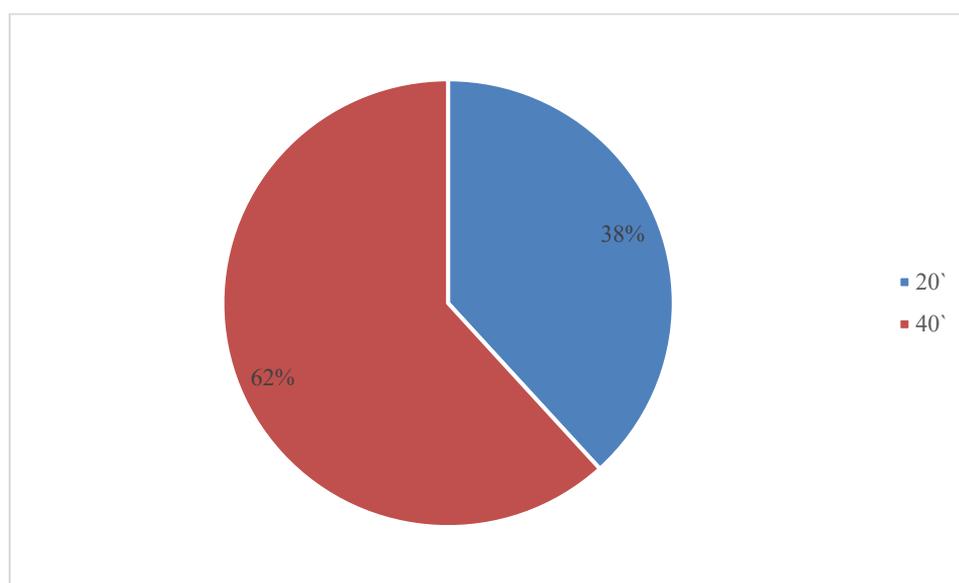


Figura 17. Contenedores enviados por camion en 2017

En 2017, el número total de contenedores llegados por carretera fue de 16.117, de los cuales un 34% (5.538 TEUs) fueron unidades de 20 pies y un 66 % (10.579 unidades) fueron de 40 pies, como puede observarse en la siguiente figura.

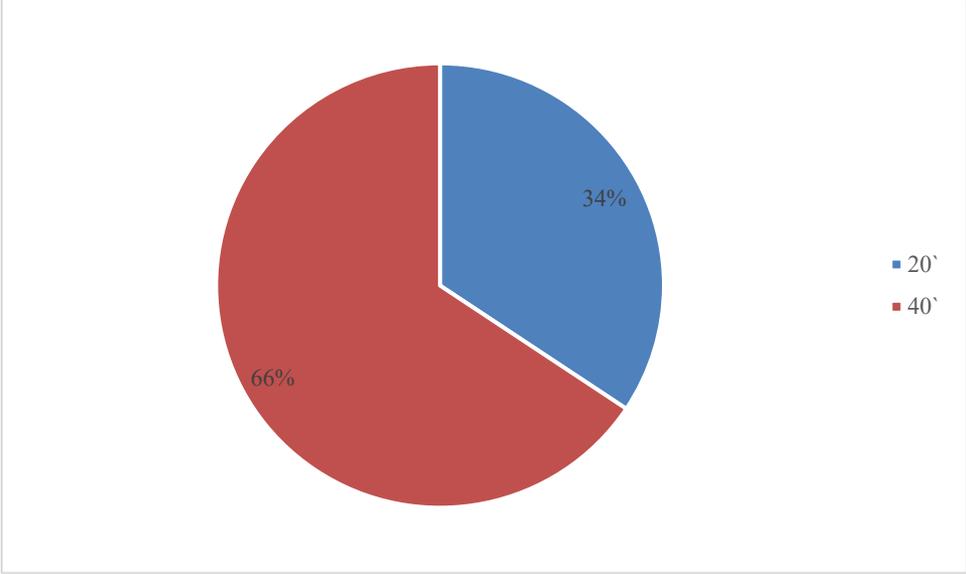


Figura 17. Contenedores expedidos por camion en 2017

La figura siguiente presenta los contenedores expedidos por camiones por día en 2017. De media, 38% o 19,56 contenedores de 20 pies fueron recogidos por camiones y un 60% ó 31,58 contenedores de 40 pies.

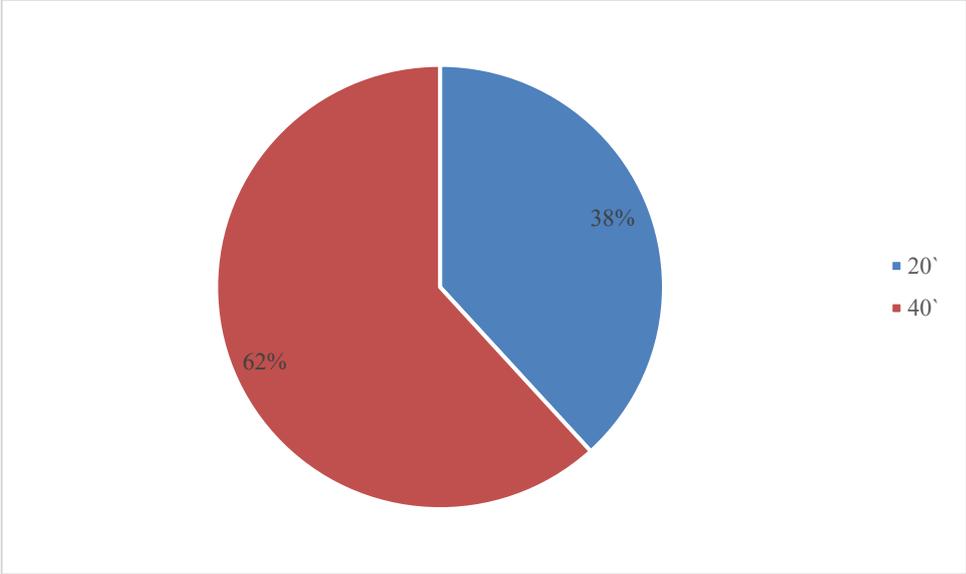


Figura 19. Contenedores de llegada por día en camion en 2017

5.4. PROCESOS TECNOLÓGICOS EN INTERSAGUNTO TERMINALES S.A.

Los procesos tecnológicos representan las actividades de las terminales que son llevadas a cabo con el objetivo de mejorar la calidad del manejo de cargas, para los cuales se necesita usar elementos tecnológicos y trabajo en tiempo real. Estos procesos son bien conocidos en las terminales, tanto como su efecto sobre los indicadores clave de desempeño (KPIs).

El desarrollo de la terminal, como punto de acopio para el transporte marítimo de carga y dando servicio a su propia área gravitacional por diferentes modos de transporte, requiere la optimización de los procesos tecnológicos en la propia terminal. Al optimizar los procesos tecnológicos más importantes en las terminales de contenedores, es posible lograr ahorros en el tiempo y la velocidad del transbordo de contenedores y así brindar un mejor nivel de servicio a los clientes, así como ahorros financieros.

El objetivo de la organización del trabajo de cada terminal de contenedores es implementar y conducir procesos tecnológicos de forma técnica, tecnológica y económicamente viable.

Los procesos tecnológicos en Intersagunto Terminales S.A. comienzan incluso antes del atraque del buque portacontenedores. Al menos 24 horas antes de la llegada del barco a Intersagunto Terminales S.A., el sistema TOS determina el número exacto de contenedores que se deben cargar o descargar en el barco.

Cada buque tiene una posición de atraque diferente que ha sido determinada por el sistema TOS y otras características importantes como el tiempo mínimo de configuración, el tiempo medio de operación en la terminal, el total de horas pasadas en la terminal, el desempeño del buque y el desempeño del muelle obtenido de la TOS (ver siguiente tabla).

Tabla 54. Desempeño operacional para los buques que llegan a Intersagunto Terminales S.A.

NOMBRE DEL BUQUE	COLOCACIÓN EN EL MUELLE (m)	CONTENEDORES CARGADOS ó DESCARGADOS (TEU)	TIEMPO MÍNIMO DE CONFIGURACIÓN (min)	TIEMPO OPERATIVO MEDIO (h)	HORAS TOTALES EN LA TERMINAL (h)	MOVIMIENTOS MEDIOS EN EL BUQUE (TEU)	DESEMPEÑO MEDIO DE BUQUE (TEU/hora)	DESEMPEÑO MEDIO DEL MUELLE (TEU/hora)
BARBARA P	281.5	65/115	166	12.4	16.1	189	25.9	19.4
BARCELONA EXPRESS	274	124/140	115	12.7	16.1	155	26.1	20.2
DETROIT EXPRESS	274	123/136	322	12.6	16.4	155	25.8	19.7
GENOA EXPRESS	274	127/141	41	12.2	15.5	199	27.4	20.8
LIVORNO EXPRESS	274	54/82	277	10.4	12.1	193	24.8	19
MISSISSAUGA EXPRESS	276.5	58/112	27	9.3	12.8	225	28.4	21.5
MOVEON	281.5	0/66	85	2.7	10.1	66	24.8	6.6
RENATE P	281.5	76/86	81	9.2	14.9	174	24.2	13.9
SPICA	282	199/177	54	15.6	18.1	379	27.6	23.4
UASC BUBIYAN	272.5	2/401	30	15.5	21	729	47.1	34.8

Una vez atracado el barco, puede comenzar el proceso de carga / descarga de contenedores. Según el sistema TOS, cada embarcación tiene un tiempo de configuración mínimo, antes de que puedan comenzar todas las operaciones. Según los datos recopilados, el tiempo de configuración mínimo promedio para todos los barcos es de 112 minutos.

El tiempo operativo promedio representa el tiempo promedio desde el momento en que el buque está atracado hasta el final de las operaciones del buque.

El tiempo total representa el tiempo total que el barco ha pasado en la terminal desde el momento del atraque hasta la salida del barco.

El desempeño del buque representa la relación entre los movimientos totales del buque y el tiempo operativo promedio.

$$\text{Desempeño de buque} = \frac{\text{movimientos totales del buque}}{\text{tiempo medio operacional}} \quad (1)$$

El desempeño de muelle representa la relación entre los movimientos globales del buque y las horas totales que el buque ha pasado en la terminal, desde el momento en que atraca hasta su salida final.

$$\text{Desempeño de muelle} = \frac{\text{movimientos totales del buque}}{\text{tiempo total del buque en la terminal}} \quad (2)$$

Antes de empezar el servicio en el buque, la localización exacta de cada contenedor debe ser determinada.

Los contenedores están almacenados en bloques de acuerdo con los siguientes parámetros de ubicación determinados por la TOS:

- identificación
- naviera
- expedidor
- Puerto de destino

- Peso desde/hasta
- C1 (dimension del contenedor – 2=4=20' or 40');
- C2 (F=lleno ó E= vacío);
- C3C4 (código del contenedor);
- reefer (si/no): son contenedores especiales refrigerados
- IMDG (si/no): dependiendo de si portan o no mercancías peligrosas
- OOG (contenedores con dimensiones especiales).

Cuando los parámetros de ubicación han sido definidos, los contenedores con los mismos parámetros se almacenan en cada bloque/zona.

Por ejemplo, los contenedores de 40 pies se planifican almacenar en la terminal (LEG1 ISO TYPE) para el Puerto ESSCT en B12, C002...

Se deben crear los primeros parámetros de ubicación (ver Figura 20).

- identificador – LXLST;
- naviera – NULL;
- expedidor – NULL;
- Puerto de destino – ESSCT;
- Peso desde – 0 kg;
- Peso hasta – 20000 kg;
- C1 – 4;
- C2 – E;
- C3C4 – NULL;
- reefer (sí/no) – NULL;
- IMDG (sí/no) – NULL;
- OOG (contenedor con dimensiones especiales) – NULL.

Office Configuración Maestros Consultas Mensajes Explanada Buque

Escala

Parámetros Ubicación

Edición Habilitada

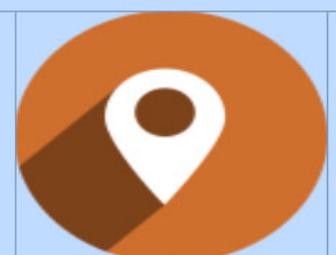
1000

Reemplazo Parámetro

Drag a column here to group by this column.

Parámetro	Línea	Arm./Opr.	Puerto	Peso Min.	Peso Max.	C1	C2	C...	R...	I...	Bu...	Lle...	Ext...	Escala
2BXST	80 - CANARIAS		ESSCT - Santa Cruz de Tenerife	0	34000	2	2		N	N		SI	NO	
LXLSCT	80 - CANARIAS		ESSCT - Santa Cruz de Tenerife	0	20000	L	E		N	N		SI	NO	
4APLPA	80 - CANARIAS		ESLPA - Las Palmas	20001	34000	4	E		N	N		SI	NO	
4XXLPAIMO	80 - CANARIAS		ESLPA - Las Palmas	0	34000	4			N	SI		SI	NO	
4XXSCTIMO	80 - CANARIAS		ESSCT - Santa Cruz de Tenerife	0	34000	4			N	SI		SI	NO	
LXPLPA	80 - CANARIAS		ESLPA - Las Palmas	20000	34000	L	E		N	N		SI	NO	
4ALSCT	80 - CANARIAS		ESSCT - Santa Cruz de Tenerife	3001	10000	4	E		N	N		SI	NO	
2XXXREE	80 - CANARIAS		ESLPA - Las Palmas	0	34000	2		R	SI	N		SI	NO	
2XXIMO	80 - CANARIAS		ESACE - Arrecife de Lanzarote	0	34000	2			N	SI		SI	NO	
2XXLPA	80 - CANARIAS		ESLPA - Las Palmas	0	34000	2			N	N		SI	A...	
4AVSAG	16 - RECEPCION/ENTREGA	MSE ~...	ESSAG - Sagunto	0	7000	4	E	G	N	N		NO	A...	
LXPSCT	80 - CANARIAS		ESSCT - Santa Cruz de Tenerife	20000	34000	L	E		N	N		SI	A...	
LXLLPA	80 - CANARIAS		ESLPA - Las Palmas	0	20000	L	E		N	N		SI	A...	
2XXREE	80 - CANARIAS		ESSCT - Santa Cruz de Tenerife	0	34000	2		R	SI	N		SI	A...	

Parámetros Ubicación



Parámetro: LXLSCT
 Línea: 80 - CANARIAS
 Arm./Opr.:
 Puerto: ESSCT - Santa Cruz de Tenerife
 Peso Min.: 0
 Peso Max.: 20000
 C1: L

Page 1 of 2

Figura 20. Parámetros de ubicación en la TOS de Intersagunto Terminales S.A.

El próximo paso es asignar un bloque y una zona determinada (B12 C050) (Figura 21).

Asignacion Calle/Pila

Bloque/C. Todas

Bloque/Calle /

	Bloque/Calle	Calle/Pila	Arm./Opr.	Linea	Puerto	Escala	Parámetro	Tipo Mercancía	Lleno	Observaciones	Saco	Prioridad	No entregar
	B012	C023					4ALSCT		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	B012	C025					4ALSCT		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	B012	C027					25XLPA		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	B012	C029					2APLPA		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	B012	C031					2ALLPA		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	B012	C033					2BXLPA		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	B012	C035					4APLPA		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	B012	C037					4APLPA		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	B012	C039					4AMLPA		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	B012	C041					4AMLPA		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	B012	C043					2XIMO		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	B012	C045					4ALLPA		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	B012	C047					4ALLPA		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
▶	B012	C049					LXLSCT		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	B012	C051					LXLSCT		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>
	B012	C053					OCUPADO		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>

Figura 21. Asignación de bloque de ubicación en la TOS de Intersagunto Terminales S.A.

Todos los contenedores recibidos en la terminal (por la puerta o por buque) con esos parámetros, se almacenarán en la ubicación B12 C050. La fila y altura se calculan bajo la condición de que los contenedores se almacenen cumpliendo la condición de maximizar el almacenamiento.

Después de la asignación de bloques, pueden comenzar otros procesos tecnológicos. El sistema TOS asigna las grúas y los contenedores que deben cargarse / descargarse en / desde el barco. En la práctica, se asignan un máximo de dos grúas para el servicio de los buques. El tiempo promedio para que los contenedores se descarguen del buque y se lleven hasta el tractor de patio es de 2:10 minutos. El tractor de patio entrega contenedores en las diferentes zonas del patio de contenedores. En la práctica, se asigna un máximo de cuatro tractores de patio para el servicio de embarcaciones (cinco en TOS 3). El tiempo promedio para que los contenedores se entreguen a una zona determinada y se ubiquen en el patio de contenedores es de 7:21 minutos. Los tractores de patio deben respetar las direcciones de movimiento permitidas en la terminal. La velocidad máxima del tractor es de 25 km / h y depende del peso de la carga, las condiciones climáticas, el atasco de tráfico en las carreteras de la terminal, etc.

Cuando el contenedor se entrega al lugar de almacenamiento, las *reach stackers* tienen la tarea de almacenarlo en un bloque, fila y nivel definidos. Hay tres *reach stackers* que se utilizan en la terminal de Intersagunto. Dos de ellas se utilizan para la carga / descarga de contenedores vacíos en el patio de contenedores, mientras que una se utiliza para la carga / descarga de contenedores llenos en el patio de contenedores. El tiempo medio de este proceso es de 1:02 minutos. La velocidad máxima del *reach stacker* es de 25 km / h y depende del peso de la carga, las condiciones climáticas, la ocupación del *reach stacker*, etc., mientras que el tiempo de almacenamiento de contenedores depende de las mismas condiciones agregando disponibilidad de espacio de almacenamiento de contenedores, número de movimientos improductivos...

El envío de contenedores hacia los clientes finales se realiza mediante transporte por carretera (camiones). El parámetro más importante en este proceso es el tiempo de espera en las puertas. La TOS reduce el tiempo de espera en la entrada mediante el uso de un lector de tarjetas inteligentes. Además, la TOS informa al conductor del camión sobre la ubicación exacta del

almacenamiento de contenedores requerida. El tiempo promedio para que los camiones ingresen a la terminal y lleguen a la ubicación requerida en el patio de contenedores es de 9:20 minutos. El tiempo promedio para que los camiones salgan de la terminal de contenedores es de 4:41 minutos. Los conductores de camiones deben respetar la velocidad máxima permitida en la terminal (30 km / h) y las direcciones y sentidos de movimiento.

5.5. SIMULACIÓN DE PROCESOS TECNOLÓGICOS DE INTERSAGUNTO TERMINALES S.A

Para verificar las nuevas TOS, es necesario experimentar con el modelo de simulación las TOS propuestas. Para crear los modelos de simulación para las nuevas TOS se utiliza el software FlexTerm.

5.5.1. MODELANDO LA SIMULACIÓN

La imitación de la realidad con herramientas de simulación incluye diversas actividades como: definir, diseñar y construir un modelo; definir los experimentos a realizar; recopilar y analizar datos relevantes para el desarrollo del modelo y analizar los parámetros de resultado del modelo de simulación diseñado.

Los modelos de simulación, sistemas dinámicos, se caracterizan por ser sistemas que cambian en la unidad de tiempo. Se dividen por diferentes criterios, el tipo de variables en el modelo y la forma en que el estado del modelo cambia en el tiempo.

La primera división incluye modelos deterministas (aquellos cuyo comportamiento es completamente predecible) y estocásticos (aquellos cuyo comportamiento es impredecible, pero se pueden determinar las probabilidades de cambios de estado del sistema).

La segunda división incluye modelos discretos (por ejemplo, procesos de producción y sistemas

de transporte), continuos (por ejemplo, el cambio de posición y velocidad de un avión es continuo durante el vuelo) y modelos continuos-discretos (llegada de un buque portacontenedores, donde distinguimos variables continuas como la cantidad de contenedores y un evento discreto como la llegada de un barco de contenedores).

Los cambios de simulación se producen de forma discontinua en el tiempo o en determinados momentos. La interacción de objetos en las actividades del sistema hace que el estado del sistema cambie. Estos cambios o eventos, tienen lugar en momentos discretos (discontinuos) en el tiempo. El método anterior describe los sistemas con colas, es decir, sistemas en los que los objetos dinámicos buscan servir desde un conjunto limitado de fuentes (objetos fijos).

Los pasos básicos del proceso de simulación son los siguientes:

- Definición del propósito del modelo de simulación
- Recolección de datos del sistema y análisis
- Construcción del modelo de simulación
- Verificación del programa de simulación
- Evaluación del modelo de simulación
- Planificación de los experimentos de simulación y desempeño
- Análisis de los resultados
- Conclusiones y recomendaciones

Con el propósito de verificar las TOS propuestas, se desarrolló un modelo de simulación en el software FlexTerm. Los parámetros básicos y las entradas de datos necesarias se determinaron con tal de tener la posibilidad de modelizar correctamente los procesos y poder obtener un óptimo análisis de resultados.

5.5.2. HERRAMIENTA FLEXTERM DE SIMULACIÓN

FlexTerm se define como un programa de simulación discreto que permite la simulación de diversos eventos, como la simulación de procesos de almacenamiento, terminales de contenedores, aeropuertos, complejos de fabricación... Se utiliza para modelar sistemas que cambian en el tiempo como resultado de ciertos eventos.

El modelo, con respecto al estado del objeto, se puede clasificar como inactivo, ocupado, bloqueado o interrumpido donde el ejemplo de eventos específicos puede incluir pedidos de clientes, rotación de productos o mal funcionamiento de la maquinaria. Las entidades son objetos que se mueven a través de un modelo de simulación de eventos discretos, siendo más a menudo paquetes, paletas, contenedores, datos o cualquier otra entidad que esté en el foco del modelo de simulación. Estas entidades son procesadas por una serie de actividades como procesamiento, colas, etc.

Cada paso en el proceso puede requerir uno o más medios como máquinas, transportadores, operadores, vehículos o algún otro medio de acuerdo con el sistema real que define algunos de estos activos como objetos fijos y algunos como objetos móviles.

Las variables fijas están determinadas en gran medida por las condiciones de modelado, como el tiempo necesario para el procesamiento, la dirección, llamar a un objeto móvil para transportar el producto para su posterior procesamiento, etc. Los objetos móviles se utilizan para el transporte de acuerdo con reglas predefinidas. El modelado permite experimentar con la adición de ciertas variables, el cambio de rutas, el tiempo para realizar la tarea y realizar un seguimiento de las estadísticas relacionadas con el tiempo, los recursos no utilizados, el tiempo de espera, etc.

El modelo desarrollado en FlexTerm incluye:

- Implementación de objetos desde la librería del software de simulación
- La configuración de la correlación entre los objetos
- Parámetros añadidos (variables) para configurar los objetos
- Iniciación de experimentos de simulación
- Análisis de los datos obtenidos

Todos los objetos se encuentran en la biblioteca de herramientas del software de simulación (bloque contenedor, planificación de entradas de terminales, grúas, control de tráfico de terminales, enlaces entre nodos, etc.) y están disponibles a través de la interfaz gráfica. Lo mencionado se caracteriza por la posibilidad de conexión sin fin a efectos de comunicación de objetos. Los parámetros clave de todos los objetos son sus variables que describen sus propiedades. Además, la herramienta de software de simulación le permite realizar un seguimiento de las estadísticas de cada objeto.

El paquete de software de simulación FlexTerm está especialmente diseñado para operaciones en terminales de contenedores. FlexTerm está diseñado sobre la base FlexSim (su software madre), pero crea un entorno de modelado y análisis para las especificidades de las terminales.

Además, FlexTerm se puede utilizar para el análisis de operaciones existentes, la expansión de terminales y el diseño de nuevas terminales de contenedores. La herramienta de software de simulación permite la mejora y optimización de muchos aspectos de las operaciones de la terminal de contenedores, tales como:

- El rendimiento aumenta la usabilidad de la mecanización transversal
- Reducción de tiempos operacionales y colas
- Mejora de la lógica de la TOS para la ubicación de contenedores
- Priorización y optimización de los envíos
- Reducción de los cuellos de botella
- Soporte para las decisiones operacionales
- Planificación de alternativas de inversión
- Estudio y planificación de reducción de costos
- Demostración de nueva maquinaria o equipamiento

La herramienta también provee de estadísticas en tiempo real para algunos indicadores clave de desempeño como:

- Productividad en las conexiones
- Tiempo de estancia
- Uso de grúas
- Tiempo de puesta en marcha del transporte terrestre
- Tiempos de espera
- Rendimiento de aceptación.

5.5.3. MODELO DE SIMULACIÓN

En el modelo de simulación propuesto, los objetos móviles de Intersagunto Terminales S.A. representan equipos de muelle y patio. Las instalaciones fijas representan grúas y patio de contenedores que están directamente vinculados a objetos móviles mediante vínculos de retroceso. En el modelo de simulación, las entidades FlexTerm (la unidad de simulación) son contenedores que se enrutan desde objetos fijos o móviles a otros objetos.

En este modelo, por ejemplo, los contenedores se mueven de una grúa a un objeto móvil, un tractor de patio que transporta contenedores a un patio de contenedores. Todas las conexiones, reglas y datos se implementan de acuerdo con la descripción del proceso en los capítulos anteriores. El modelo desarrollado se muestra en la siguiente figura.

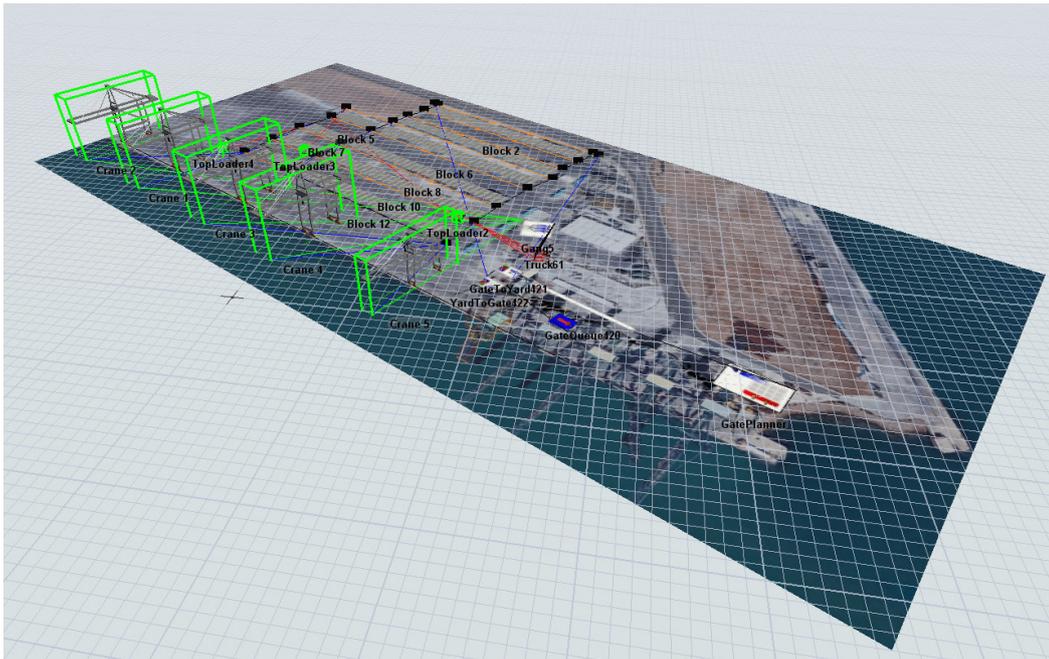


Figura 22. Modelo de simulación de Intersagunto Terminales S.A.

Después de la definición del modelo y la correlación del conjunto de objetos, parámetros y comportamiento del sistema con el fin de verificar y validar la simulación, se llevó a cabo la prueba de actividades individuales, objetos, sus condiciones e interrelaciones. Los procedimientos de eventos planificados, la conexión entre objetos fijos y móviles y sus variables definidas, y el movimiento de entidades dentro del modelo se prueban en forma de módulo, donde un módulo representa la función cerrada del sistema observado. Los módulos se verifican individualmente. Se muestra un ejemplo de prueba para un módulo debido al tamaño del modelo (Figura 23).

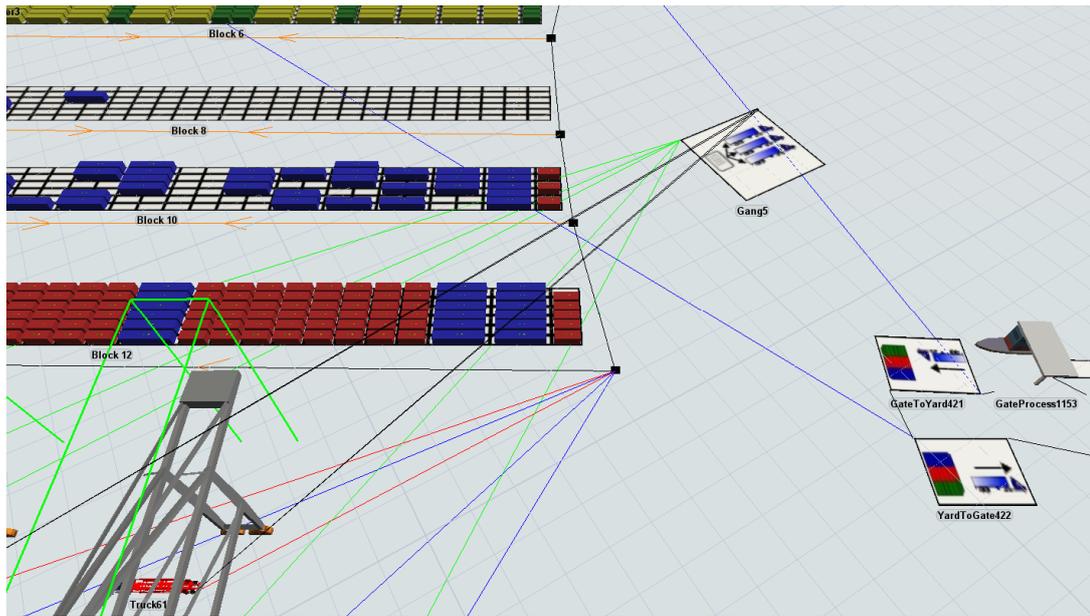


Figura 23.8 Test de un modulo de simulación

Cuando los parámetros del módulo de salida dieron como resultado los valores esperados (caudal, velocidad de posicionamiento, tiempo de espera), se verificó el módulo.

La verificación de otros módulos se realizó de la misma forma.

Las pruebas se realizaron inspeccionando los detalles de la ejecución del modelo, es decir, observando el valor de las variables de estado del sistema generadas y las secuencias de órdenes.

Después de la verificación de los módulos individuales, el modelo fue probado y satisface el estado generado del sistema total (descrito por recursos y entidades temporales con los valores de sus variables).

Después de la verificación, para la evaluación del modelo, se probaron las variables generadas aleatoriamente, es decir, la coincidencia de las salidas del módulo en los puntos dados y el sistema real.

La evaluación del modelo se confirma mediante:

- Validez replicativa – los módulos generan datos de acuerdo a los datos recolectados;
- Validez estructural – confirma cómo los módulos reflejan la forma en la cual funcionan individualmente en el sistema real;
- Validez predictiva – el modelo de simulación predice correctamente el comportamiento futuro del sistema.

Después de verificar y evaluar el modelo de módulos, los módulos fueron unidos por conexiones lógicas y los experimentos de simulación fueron habilitados.

Los parámetros clave de salida que son observados después de 120 iteraciones de simulación son los siguientes:

- Flujo – se refiere al tiempo que las unidades necesitan para pasar a través del sistema observado
- Estado – se refiere al estado operacional observado del sistema (procesamiento, esperas del transporte...)
- Contenido – se refiere al número medio, mínimo y máximo de sujetos en un objeto individual durante el intervalo de tiempo observado
- Tiempo de puesta en marcha – definido como el tiempo de puesta en marcha medio, mínimo y máximo de un objeto determinado durante el intervalo de tiempo observado.

Después de 120 iteraciones de escenarios limitados por intervalos de tiempo de replicación de 525,600 minutos, se observaron diferentes variables de salida de acuerdo con el objetivo del análisis. El rendimiento del patio de contenedores después de la simulación de la TOS 1 (actual de Intersagunto Terminales) es de 49.401 TEUs.

El primer grupo de objetos observados fueron el equipamiento de manipulación de contenedores, empezando por las grúas. El uso de grúa después del periodo observado ha llevado a un resultado de un estado inactivo para el 68% del tiempo (figura 24)



Figura 24. Uso de grúa en Intersagunto Terminales S.A.

Para validar el modelo de simulación se observaron otros parámetros, incluido el tiempo medio de espera de los equipos de manipulación (tractores de patio, grúas y *reach stackers*). El sistema TOS actual asigna un máximo de dos grúas (cinco a disposición), 4 tractores de yardas y tres *reach stackers* para el servicio de cada buque.

Los datos recopilados arrojaron los resultados que se presentan en la Figura 25, donde, por ejemplo, la Grúa 1 tiene un tiempo de espera promedio de más de 30 minutos.

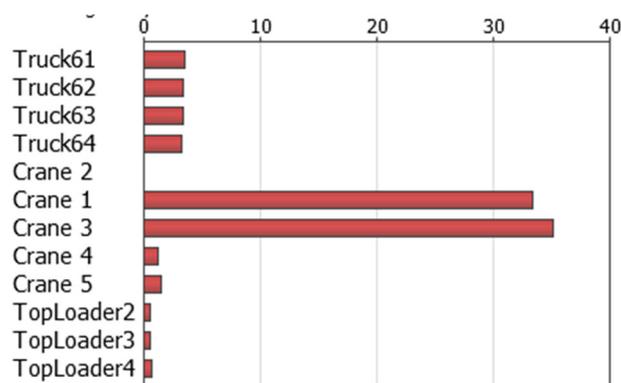


Figura 25. Tiempo de espera medio de los medios de transporte en Intersagunto Terminales S.A.

Otros parámetros observados en beneficio del análisis comparativo del comportamiento del modelo de simulación incluyen los kilómetros recorridos por día en relación con los equipos de manipulación. Los resultados se observaron para los tractores de patio y las carretillas apiladoras retráctiles (Figura 26).

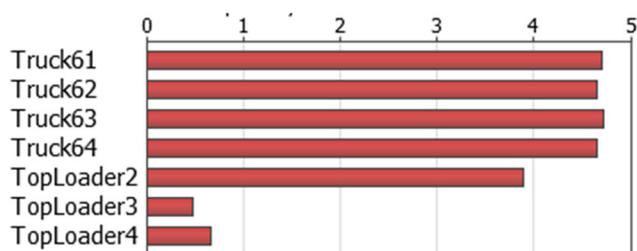


Figura 26. Kilómetros medios realizados por día por los equipos de Intersagunto Terminales S.A.

Las tablas siguientes muestran los tipos de contenedor (20' y 40') y el método de posicionamiento de acuerdo con los bloques predefinidos en el patio de contenedores.

	Contenido actual	Contenido medio	Contenido mínimo	Contenido máximo	Tiempo de estancia medio (días)
Patio (total)	1031	1,217.44	920	1,647	9.16
20' llenos	82	100.76	46	186	4.90
20' vacíos	197	214.50	129	325	18.39
40' llenos	320	364.95	168	658	4.97
40' vacíos	432	537.24	356	696	18.25

Tabla 55. Validez replicativa – datos generados por el modulo de acuerdo con la toma de datos inicial, por tipo de contenedor

	Contenido actual	Contenido medio	Contenido mínimo	Contenido máximo	Tiempo de estancia medio (días)
Bloque 2	0	0	0	0	0
Bloque 4	385	439.73	292	550	18.67
Bloque 5	59	86.72	47	126	17.63
Bloque 6	185	225.31	156	334	17.83
Bloque 7	0	4.02	0	48	3.27
Bloque 8	34	62.21	0	206	3.65
Bloque 9	24	32.50	0	62	3.60
Bloque 10	134	149.85	53	248	3.79
Bloque 11	50	46.37	15	81	3.76
Bloque 12	160	171.00	112	300	3.71

Tabla 56. Validez replicativa - datos generados por el modulo de acuerdo con la toma de datos inicial, por bloque

5.5.4. IMPLEMENTACIÓN DE TOS 2 – SIMULACIÓN Y ANÁLISIS DE KPIs

La tabla 57 muestra las funcionalidades de la TOS seleccionadas como las de mayor influencia en el desempeño de la terminal, y las variables de simulación relacionadas con ellas para propósitos de microsimulación.

Es decir, en la simulación no se pudieron usar como variables de entrada directamente las funcionalidades por lo que se tuvieron que definir una serie de variables de simulación que guardaran relación con cada una de las funcionalidades.

Con el objetivo de mejorar el desempeño de la terminal, la empresa INFOPORT diseñó dos nuevas TOS (utilizando dichos parámetros) sobre la base de una TOS ya existente y probada en el mercado, Bellephoron (<https://www.infoport.es/bellerophon/>), focalizadas en la mejora y profundización en las funcionalidades prioritarias extraídas de la aplicación del método AHP.

La tabla 58 muestra los valores de las variables de simulación usados para la simulación de cada una de las TOS (TOS 1, TOS 2 y TOS 3), y su relación con cada una de las funcionalidades seleccionadas.

Funcionalidades			Parámetros de configuración
A. Yard management	<i>Yard configuration</i>	A1. Customizable layout	Nº tiers of empty containers / Número de niveles de contenedores vacíos
		A2. Space optimized	
		A3. Location optimized	
	<i>Technical optimizations</i>	A4. Operating procedures	Administrative procedures (truck pick-up/drop-off) / Protocolos administrativos Equipment assignment (blocks) / Equipamiento de asignación de bloques
B. Berth management and scheduling	<i>Berth management</i>	B1. Time tracking	Containers storage average time / Tiempo medio de almacenamiento de un contenedor Min. setup time / Tiempo mínimo de configuración Administrative time (Truck pick-up/drop-off) / Tiempo administrativo
C. Port and vessel operations	<i>List & confirmations</i>	C1. Loading lists C2. Updated lists	Min. setup time / Tiempo mínimo de configuración
D. Gate in and gate out management	<i>Gate in and gate out management</i>	D1. Manage/control capacity limits	Containers storage average time / Tiempo medio de almacenamiento por contenedor Nº tiers of empty containers/ Nº de niveles de contenedores vacíos
E. Inventory & Warehouse Management	<i>Inventory Management</i>	E1. Track & manage inventory	Administrative time reduction (truck pick-up/drop-off) / Reducción de tiempo administrativo Equipment usage/assignment / Asignación/uso de equipos
F. Track & Trace	<i>Track & Trace</i>	F1. Vehicle traceability	Equipment usage/assignment / Asignación/Usos de equipos
		F2. Track/locate cargo	

Tabla 57. Funcionalidades de TOS analizadas y variables de simulación relacionadas utilizadas en la simulación

Variables de simulación	TOS 1	TOS 2	TOS 3	Funcionalidad asociada
Tiempo medio de almacenamiento por contenedor	Lleno - 5 días Vacío - 21 días	Lleno - 4 días Vacío - 15 días	Lleno - 4 días Vacío - 10 días	B1, D1
Tiempo mínimo de configuración	-	60 minutos menos	60 minutos menos	B1, C1, C2
Nº de niveles de contenedores vacíos	4	4	6	A1, A2, A3, D1
Tiempo de entrega por equipo de patio	8 minutos	8 minutos	7 minutos	A4, B1, E1
Tiempo de recogida por equipo de patio	13 minutos	13 minutos	12 minutos	A4, B1, E1
Número de tractores de patio	4	4	5	F1
Uso de <i>reach staker</i>	Dedicado	Dedicado	Para todos los bloques	A4, E1, F1, F2

Tabla 58. Valores de las variables de simulación para cada una de las TOS

Así, los cambios que se han establecido en el modelo de simulación relativos al sistema TOS 2 son los siguientes:

- tiempo promedio de almacenamiento de contenedores (cuatro días para contenedores llenos de importación y exportación y quince días para contenedores vacíos). Correcciones de precios de acuerdo con los contenedores vacíos en espera.
Resultados de espera prolongada con costos más altos para los clientes (por ejemplo, si el operador de la terminal cobra el tiempo de espera para contenedores vacíos, el cliente tendrá costos adicionales)
- tiempo mínimo de preparación reducido en 60 minutos para todos los contenedores. La TOS 2 se ha modificado de acuerdo con una nueva regla establecida que modifica la integración automática de la lista de contenedores de carga / descarga en la TOS. Se

planteó bajo la hipótesis de que la integración automática reduce los tiempos de gestión y evita el reprocesamiento por resolución de errores.

También reduce significativamente el tiempo de procesamiento y el tiempo de comunicación con la aduana y otras partes involucradas. El sistema es capaz de establecer acciones en base a ciertos eventos, por lo que la comunicación con aduanas, consignatario, transitarios se puede procesar instantáneamente para evitar cualquier retraso por gestión administrativa.

Después de 120 iteraciones de escenarios limitados por intervalos de tiempo de replicación de 525,600 minutos, se observaron diferentes variables de salida.

Como resultado de las réplicas de simulación, los datos han demostrado que la ocupación del patio en Intersagunto Terminales S.A. se ha reducido en relación con el modelo de estado actual y su TOS asociada (TOS 1). Los resultados implican un tiempo de permanencia menor de acuerdo con los bloques, también mostrado en el ejemplo del Bloque 12 (Figura 28).

La Figura 27 muestra el valor del rendimiento del patio de contenedores después de la simulación, valor que, comparado con los datos obtenidos para la simulación usando TOS 1 (49,401 TEU), muestra un aumento en el rendimiento del patio de contenedores de 2,142 TEU (4,3%).

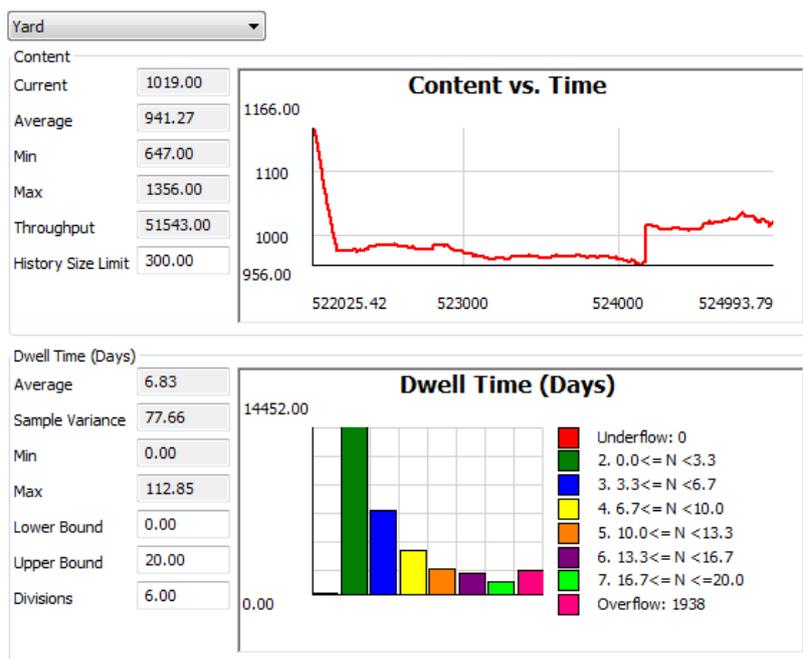


Figura 27. Ocupación del patio de contenedores a lo largo del tiempo usando TOS 2

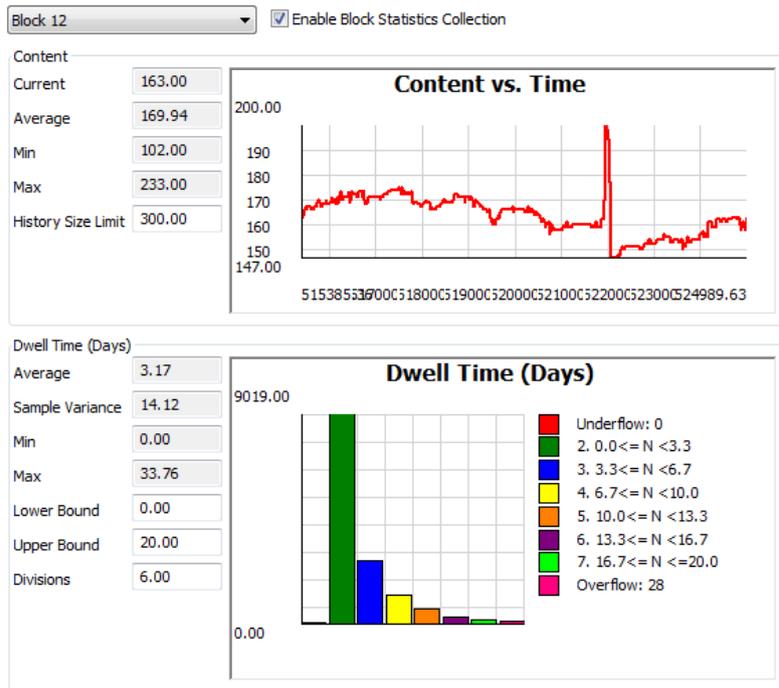


Figura 28. Ocupación específica del Bloque 12 del patio de contenedores usando TOS 2

Las figuras de la siguiente página presentan los resultados respecto a los equipos de simulación (*reach stakers*) en la simulación con TOS 2. Los parámetros fueron modificados en función de los cambios del nuevo sistema.

Los resultados incluyen la ocupación del equipamiento, rendimiento, movimientos netos por hora y tiempo de permanencia.

Como se puede observar en la figura 29, la *reach staker* 1 (TopLoader 2) tuvo una ocupación del 10,86% y un rendimiento de 22.583 TEUs por año, contabilizando 23,8 movimientos netos por hora. El tiempo de permanencia por unidad simulada es de 1 minuto y 47 segundos.

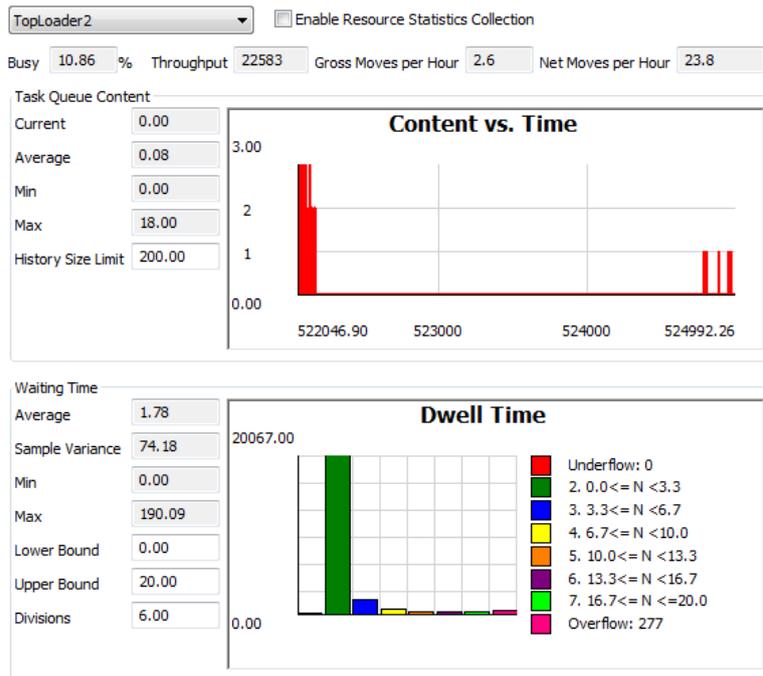


Figura 29. Resultados estadísticos para la Reach stacker 1 (TopLoader 2) usando TOS 2

Como puede verse en la siguiente figura, el segundo objeto analizado, la *reach staker 2* (TopLoader 3) tiene una ocupación del 1,86% y un rendimiento de 4.559 TEUs por año, contando 27,9 movimientos netos por hora. El tiempo medio de espera de una unidad en la *reach stakers* de 20 segundos.

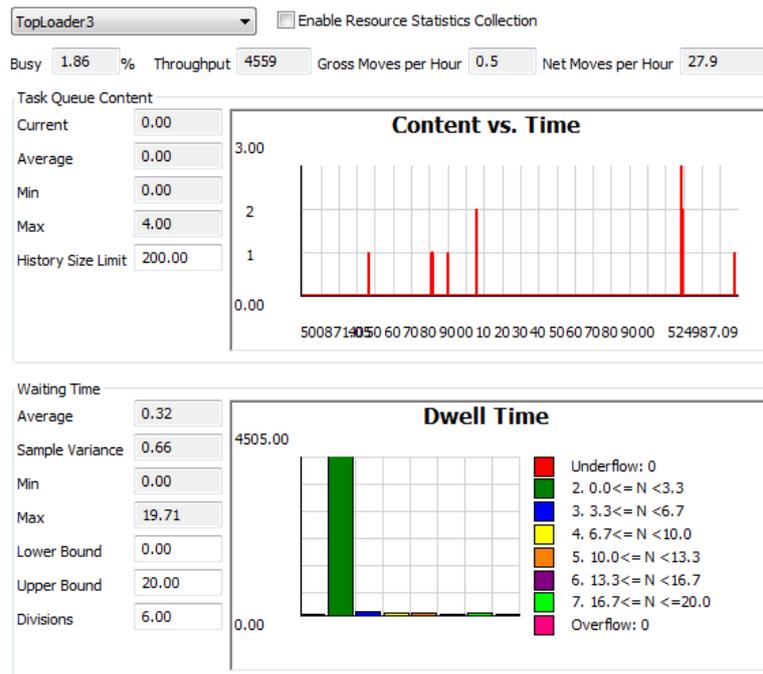


Figura 30. Resultados estadísticos para la Reach stacker 2 (TopLoader 3) usando TOS 2

Por ultimo, la *reach staker* 3 (TopLoader 4) tiene una ocupación del 2,4% y un rendimiento de 4.834 TEUs por año, contando 23 movimientos netos por hora. El tiempo medio de espera de una unidad en la *reach staker* es de 9 segundos.

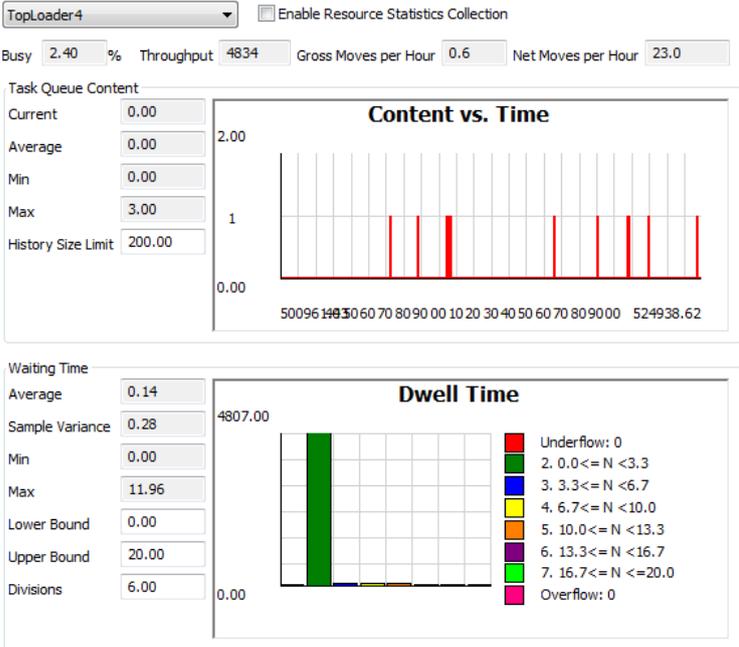


Figura 31. Resultados estadísticos para la Reach staker 3 (TopLoader 4) usando TOS 2

La siguiente figura describe las actividades de atraque según el horario del barco. La programación del buque se ha predefinido de manera que se deshabilitan las colas de la embarcación y los tiempos de espera de la embarcación para los procesos de atraque y carga / descarga. No hay colas de barcos.

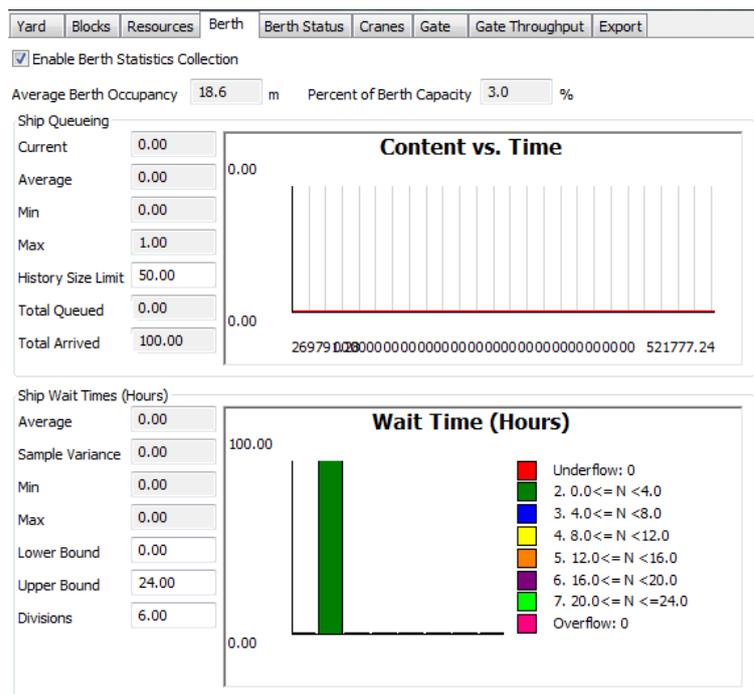


Figura 32. Estadísticas de muelle usando TOS 2

La siguiente tabla describe los resultados estadísticos del uso de grúas en Intersagunto Terminales S.A. usando TOS 2.

Como se puede observar, hay cinco grúas diferentes asignadas para carga / descarga de contenedores. Una grúa no tiene actividades, lo que es el resultado de una carga de trabajo en la terminal insuficiente. Las grúas con el mayor rendimiento son las grúas 4 y 5, seguidas de las grúas 1 y 3. En la práctica, se asignan un máximo de dos grúas para el servicio de buques.

	En servicio (%)	En espera (%)	Rendimiento	Movimientos gruesos/hora	Movimientos netos/hora
Grúa 2	0.0	0.0	0	0.0	0.0
Grúa 1	1.3	0.1	120	1.0	1.1
Grúa 3	1.0	0.1	88	0.9	1.0
Grúa 4	2.6	3.5	7,916	14.7	34.4
Grúa 5	2.1	3.2	6,341	13.7	34.6

Tabla 59. Resultados de simulación para las grúas usando TOS 2

La figura siguiente describe los resultados del uso de la puerta usando TOS 2. El tiempo medio de entrada de un camión es de 7 minutos y 41 segundos. En la simulación, los procesos permiten la entrada administrativa y física de 2 camiones al mismo tiempo.

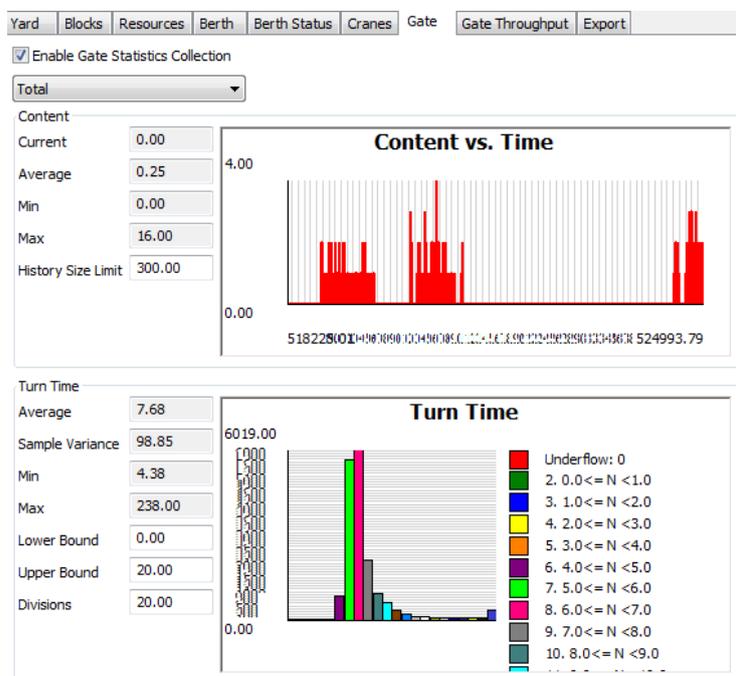


Figura 33. Resultados de simulación de la Puerta usando TOS 2

5.5.5. IMPLEMENTACIÓN DE TOS 3 – SIMULACIÓN Y ANÁLISIS DE KPIs

Después de la validación del modelo de la TOS 2, se desarrolló una nueva TOS (TOS 3), por parte de la empresa Infoport Valencia. Esta TOS 3 usa los mismos parámetros (configuración, conexiones, reglas y datos) que el modelo de InterSagunto Terminales para TOS 2. Sin embargo, se llevaron a cabo varios cambios en el modelo de simulación para el trabajo con esta nueva TOS:

- tiempo promedio de almacenamiento de contenedores: cuatro días para contenedores llenos de importación y exportación y diez días para contenedores vacíos).

Correcciones de precios de acuerdo con los contenedores vacíos en espera. Resultados de espera prolongada con costos más altos para los clientes (por ejemplo, si el operador de la terminal cobra el tiempo de espera para contenedores vacíos, el cliente tendrá costos adicionales)

- cambios de diseño relacionados con el número de niveles para el almacenamiento de contenedores vacíos (pasa de cuatro a seis niveles).

TOS 3 se ha cambiado de acuerdo con una nueva regla establecida que modifica el parámetro de apilamiento máximo para contenedores vacíos. Se planteó bajo la hipótesis de que debería mejorar los tiempos de operación de los contenedores vacíos y disminuir el tiempo de transporte.

- reducción del tiempo administrativo para la entrega y recogida de camiones - Reducción del tiempo de entrega en 01:00 minuto a la duración operativa de 08:00 minutos y reducción del tiempo de recogida en 01:00 minuto a la duración operativa de 13:00 minutos.

La nueva aplicación TOS permite la corrección de parámetros que afectan las operaciones, los procesos de manipulación y el transporte. La modificación de los parámetros de operación afecta a diferentes indicadores en términos de tiempo, velocidad, etc. Las actividades se actualizan en línea, por lo que el personal que trabaja en el patio de contenedores puede actualizarse con el trabajo colgado.

- implementación de tractor de patio adicional. La configuración de operaciones en el nuevo sistema TOS permite asignar equipos de manipulación adicionales para ciertos bloques y operaciones.
- regla comercial: todos las *reach stackers* sirven a todos los bloques. La configuración de la operación en el nuevo sistema TOS permite asignar equipos de manipulación adicionales para ciertos bloques y operaciones.

Después de 120 iteraciones de escenarios limitados por los intervalos de tiempo de replicación de 525.600 minutos (1 año), se observaron diferentes variables de salida según el enfoque del proyecto.

La Figura 34 muestra el valor del rendimiento del patio de contenedores después de la simulación de TOS 3, valor que comparado con los datos obtenidos para la simulación usando TOS 1 (49,401

TEU), muestra un aumento en el rendimiento del patio de contenedores de 2,083 TEU (4.2%). En comparación con TOS 2 (51,543 TEU), el rendimiento del patio de contenedores después de la implementación de TOS 3 se ha reducido en un 0.11% a 51,484 TEU.

La Figura 35 muestra el tiempo de permanencia para el Bloque 12 como ejemplo. Los resultados obtenidos muestran una reducción en el tiempo de permanencia en comparación con TOS 1 y TOS 2.

Dado que se cambiaron los niveles de contenedores vacíos, la ocupación del patio de contenedores se redujo del 17.44% para TOS 2 al 13.08% para TOS 3.

Esto presenta una optimización del patio de contenedores de un 12,6%, proporcionando 684 posiciones adicionales para contenedores vacíos.

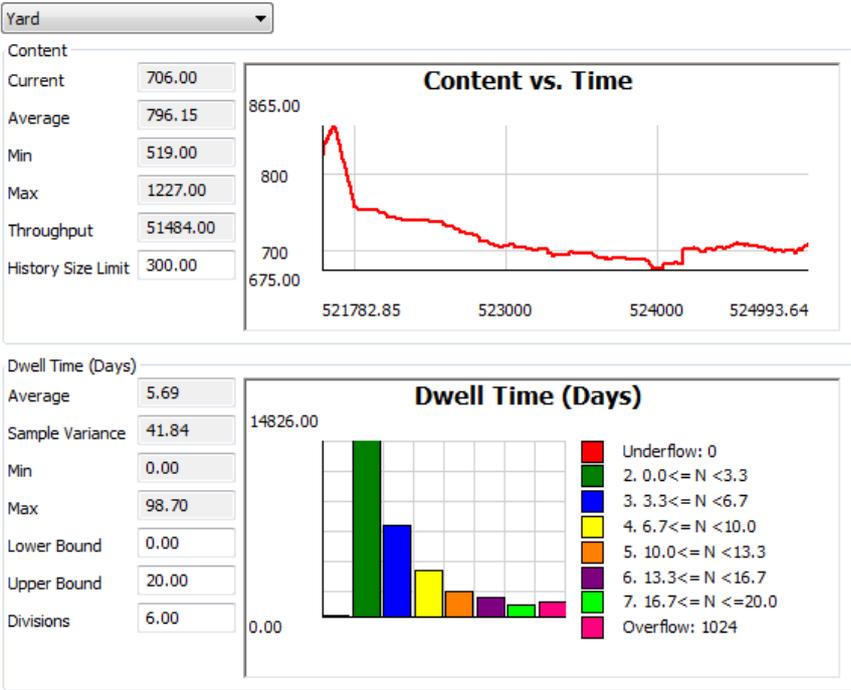


Figura 34. Ocupación de patio usando TOS 3

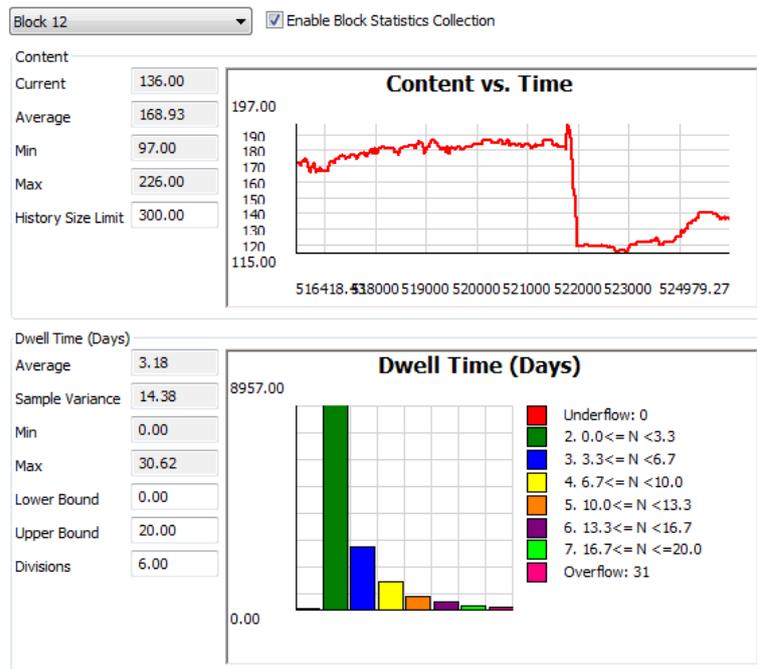


Figura 35. Ocupación de patio (específico Bloque 12) usando TOS 3

Las figuras 36, 37 y 38 muestran datos de salida sobre equipos de manipulación (*reach stakers*) bajo la simulación de TOS 3. Los resultados incluyen la ocupación (*busy*), rendimiento (*throughput*), movimientos netos por hora y tiempo de espera (*stanby time*).

Como se puede ver en la figura 36, el primer equipo analizado, la *reach staker* 1 (Top Loader 2) tiene una ocupación de un 10,3 % y un rendimiento de 21.785 TEUs por año, teniendo en cuenta 24,2 movimientos netos por hora. El tiempo de espera medio observado es de 2 minutos y 17 segundos.

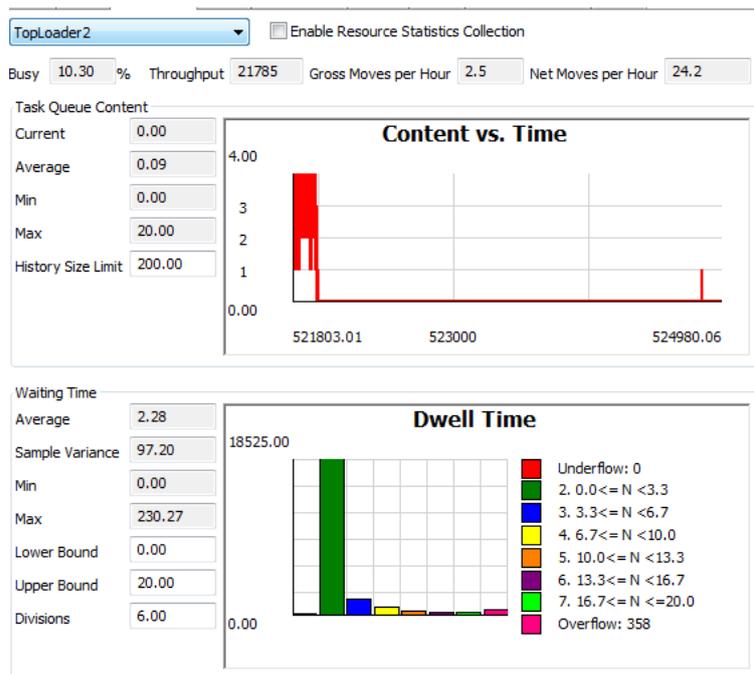


Figura 36. Reach stacker 1 (TopLoader 2) – Resultados usando TOS 3

En la figura 37 se puede observar las estadísticas de resultados de la *reach staker* 2 (TopLoader 3), que tiene una ocupación del 2,67% y un rendimiento de 5.602 TEUs por año, teniendo en cuenta 24 movimientos netos por hora. El tiempo de espera medio es de 10 segundos.

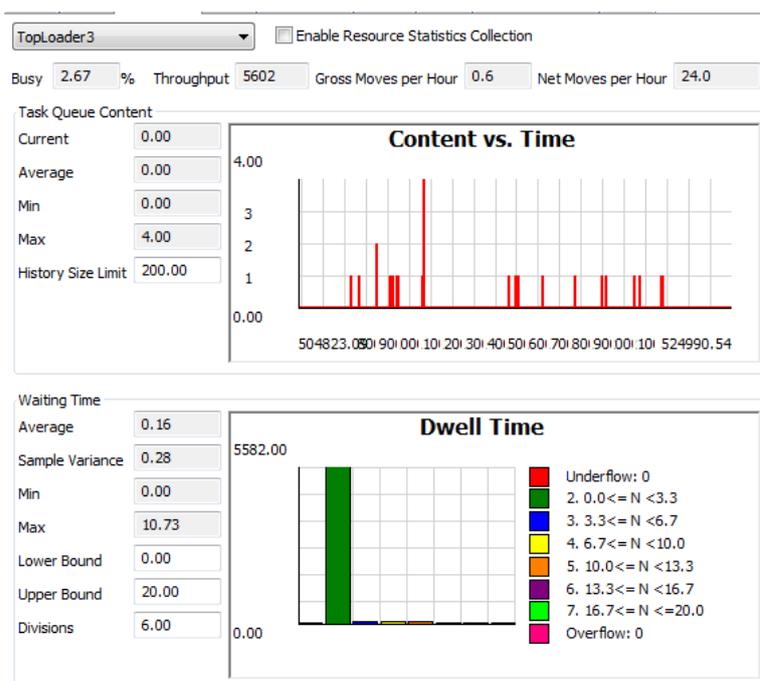


Figura 37. Reach stacker 2 (TopLoader 3) – resultados usando TOS 3

En la figura 38 se puede observar las estadísticas de resultados de la Carretilla elevadora 3 (TopLoader 4), que tiene una ocupación del 1,27% y un rendimiento de 4.053 TEUs por año, teniendo en cuenta 29,5 movimientos netos por hora. El tiempo de espera medio es de 24 segundos.

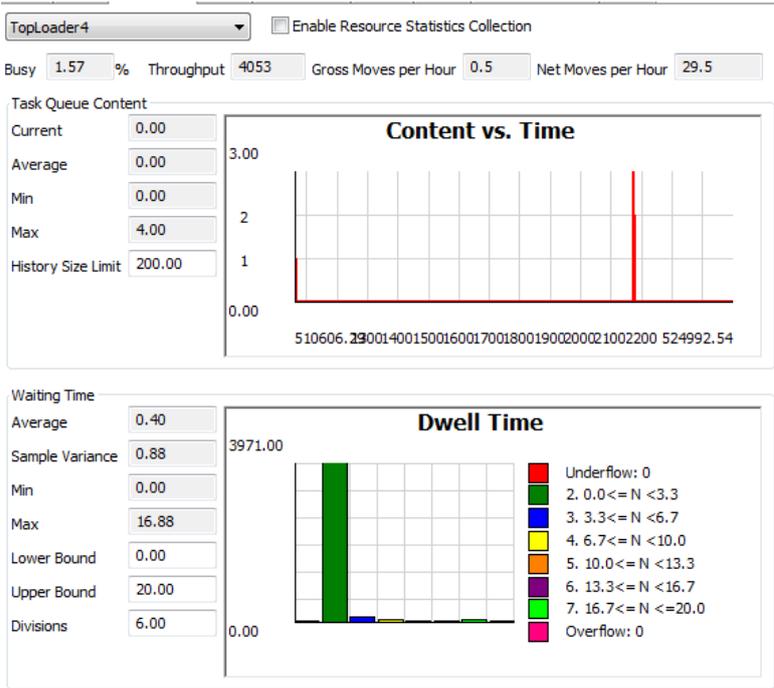


Figura 38. Reach stacker 3 (TopLoader 4) – resultados usando TOS 3

La figura 39 describe las actividades de muelle. La programación de los buques está predefinida, eliminando las colas y el tiempo de espera de los barcos en amarrar. Solamente una vez durante el periodo de tiempo observado un buque tarda en ser colocado en el muelle 1 hora y 20 minutos.

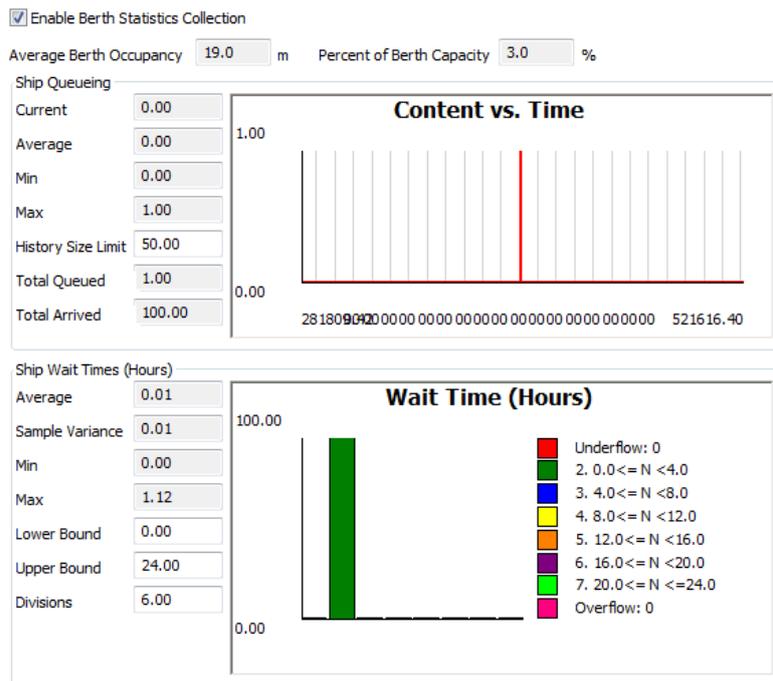


Figura 39. Muelle – resultados usando TOS 3

La tabla 60 describe la estadística de resultados para el uso de grúas usando TOS 3. Hay 5 grúas diferentes que pueden trabajar en la carga y descarga de contenedores. Una de ellas tiene actividad nula, lo cual es resultado de una insuficiente carga de trabajo en la terminal (se están usando datos reales). En este caso, igual que en la simulación con TOS 2, las grúas con mayor rendimiento son la 4 y la 5, seguidas de la 1 y la 3.

	Trabajando (%)	En espera (%)	Rendimiento	Movimientos brutos/hora	Movimientos netos/hora
Grúa 2	0.0	0.0	0	0.0	0.0
Grúa 1	1.1	0.0	99	0.9	1.0
Grúa 3	1.9	0.0	144	0.8	0.9
Grúa 4	2.5	3.3	7,706	15.0	34.6
Grúa 5	2.1	3.1	6,278	13.9	34.5

Tabla 60. Grúas – resultados usando TOS 3

La figura 40 describe la estadística de resultados del uso de la puerta usando TOS 3. El tiempo medio de entrada de un camión (turn time) es de 7 minutos y 41 segundos. En la simulación, como con TOS 2, el proceso operativo permite la entrada física y administrativa de dos camiones al mismo tiempo si fuera necesario.

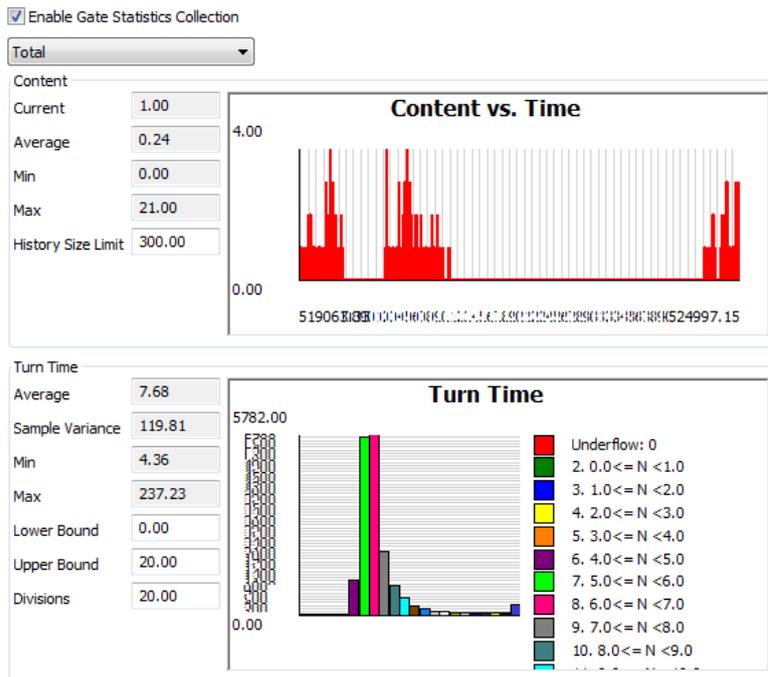


Figura 40. Puerta – resultados usando TOS 3

5.5.6. TOS 1, TOS 2 Y TOS 3 – ANÁLISIS COMPARATIVO DE KPIs

Este apartado se va a focalizar en el análisis comparativo de las diferentes TOS implantadas mediante microsimulación usando datos reales de InterSagunto Terminales. Los parámetros que se han analizado incluyen los KPIs más importantes que vimos que debían ser tratados en el capítulo del Estado del Arte, para terminales de contenedores.

El propósito de los KPIs es evaluar el desempeño y éxito operacional de la terminal de contenedores. Estos KPIs se usan para monitorizar y evaluar el desempeño a posteriori, cuando se tienen disponibles todos los datos.

Estos KPIs de salida han sido divididos en diferentes partes del proceso operacional, para obtener datos sobre la operativa a nivel global; nos centraremos en los siguientes:

- rendimiento
- tiempo de permanencia del contenedor
- uso de equipos

- rendimiento de buque
- rendimiento de muelle

La figura 41 presenta el rendimiento (throughput) de la terminal como resultado de las simulaciones realizadas con TOS 1, TOS 2 y TOS 3. La parametrización optimizada utilizando elementos relacionados con las principales funciones priorizadas según AHP por los expertos incrementan el rendimiento total de la terminal, en 2.142 TEUs para TOS 2 (4,2%) y en 2.083 TEUs para TOS 3 (4,05%).

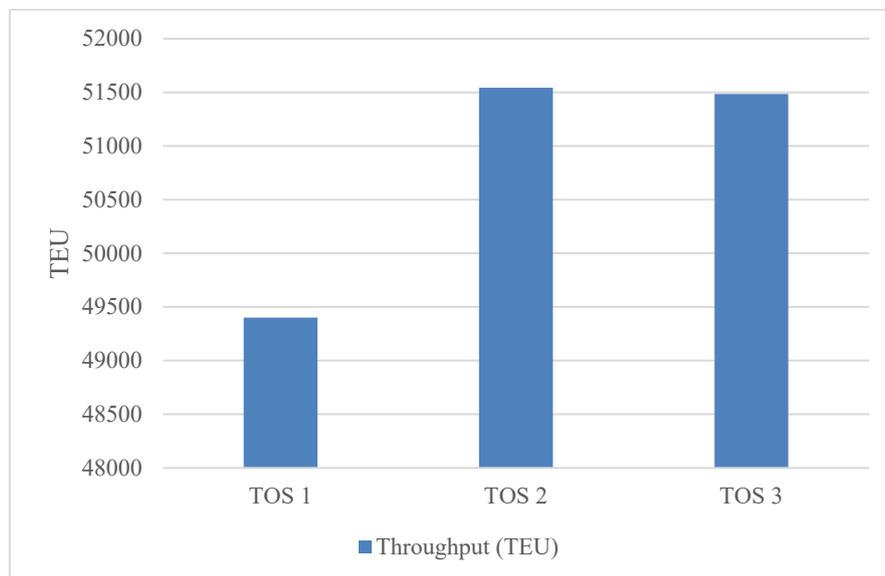


Figura 41. Cambios en el rendimiento (*throughput*) de la terminal en las diferentes simulaciones

La ocupación de la terminal respecto a la capacidad de contenedores del patio de la terminal ha disminuido a causa de la reducción de los tiempos promedios de almacenamiento de los contenedores. La figura 42 muestra por tanto que el tiempo de almacenamiento reducido tiene un impacto significativo en la ocupación, resultando en una ocupación de un 17,44% después de la implementación de TOS 2 y de un 13,08 % con TOS 3.

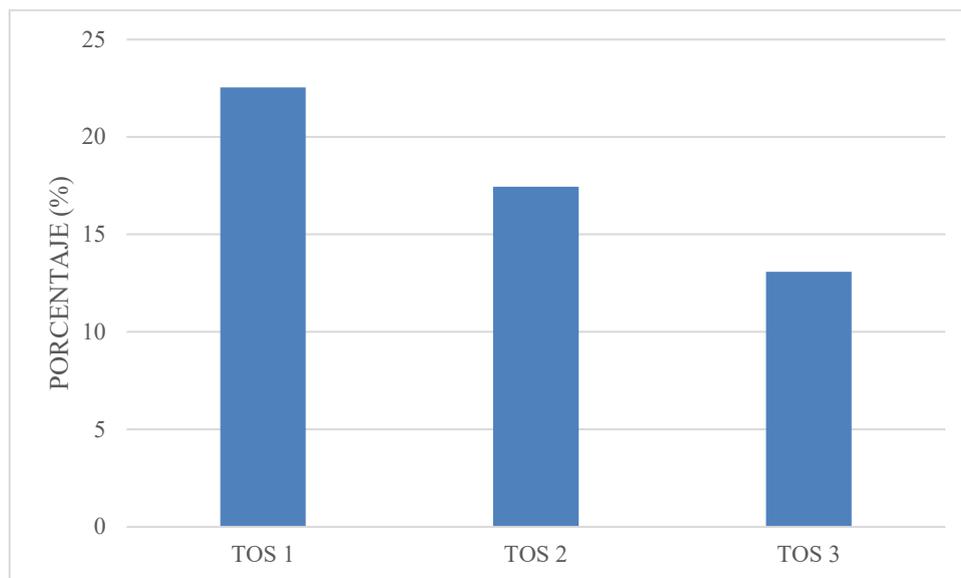


Figura 42. Cambio en la ocupación de contenedores durante las simulaciones

La implementación de nuevas estrategias para el almacenamiento de contenedores en TOS 2 y TOS 3, se traducen en los resultados en un tiempo de permanencia de los contenedores menor. El tiempo de permanencia global (*overall dwell time*) se ha reducido con TOS 2 en 2,3 días, mientras que la reducción ha sido mayor con TOS 3, llegando a 3,47 días menos. Sin embargo, la reducción ha sido menor en contenedores llenos (*full*) que en vacíos (*empty*), para TOS 2 ha habido una reducción para llenos de 0,73 días y para vacíos de 4,54 días, mientras que con TOS 3 las reducciones han aumentado siendo de 0,79 días para llenos y 8,51 días para vacíos (Figura 43).

Una de las actividades por las que las terminales tienen un beneficio económico es el almacenamiento de los contenedores, por lo cual se podría pensar que este dato es negativo. Sin embargo, si la ocupación de contenedores de la terminal fuera alta, este menor tiempo de permanencia de los contenedores haría que el rendimiento total de la terminal fuera mucho mayor que usando la TOS 1. Cabe mencionar que el mayor beneficio económico de la terminal no es el almacenamiento de contenedores sino los movimientos de carga y descarga de contenedores a/desde buques; si la permanencia es menor, los movimientos máximos que se podrían realizar en la terminal a una alta tasa de trabajo serían mayores por tanto para TOS 2 y TOS 3.

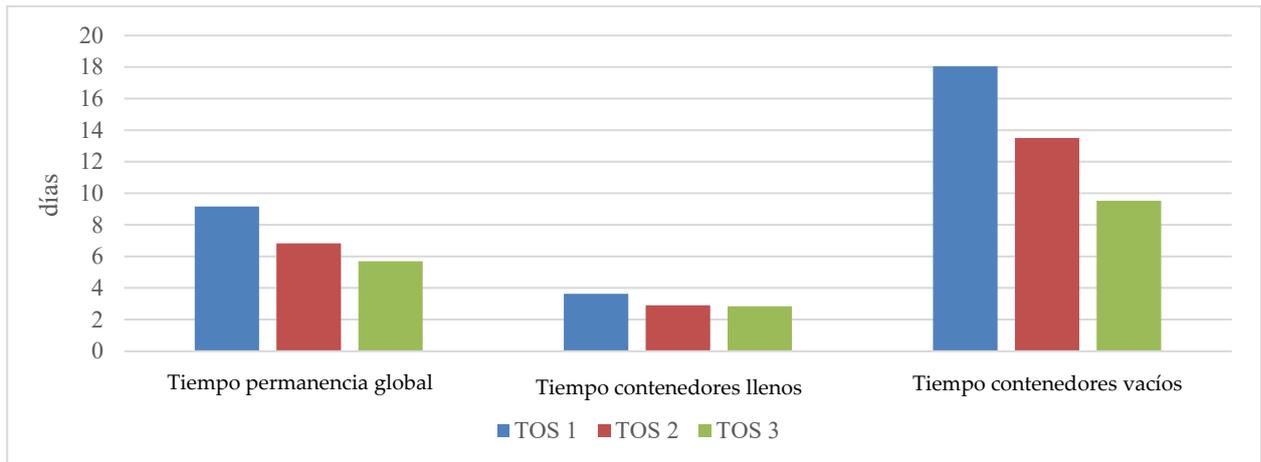


Figura 43. Cambios en los tiempos de permanencia de los contenedores en las simulaciones

La ocupación de los diferentes equipos se ha visto mínimamente incrementada (un 1% de media) después de implementar TOS 2 y TOS 3 (Figura 44). Comparando los diferentes equipos, especialmente las *reach staker*, se puede observar que la ocupación de la *reach staker* 1 se ha aumentado del 9,98% para TOS 1 al 10,86% para TOS 2 y al 10,30% para TOS 3. La ocupación de la *reach staker* 2 se ha incrementado del 1,76% para TOS 1 al 1,86% para TOS 2 y al 2,67% para TOS 3. La ocupación del Reach Stacker 3 se ha reducido del 2,93% para TOS 1 al 2,40% para TOS 2 y al 1,57% para TOS 3.

La razón de los cambios mencionados en la ocupación de recursos es el aumento del rendimiento del depósito de contenedores y el cambio de las reglas de negocio.

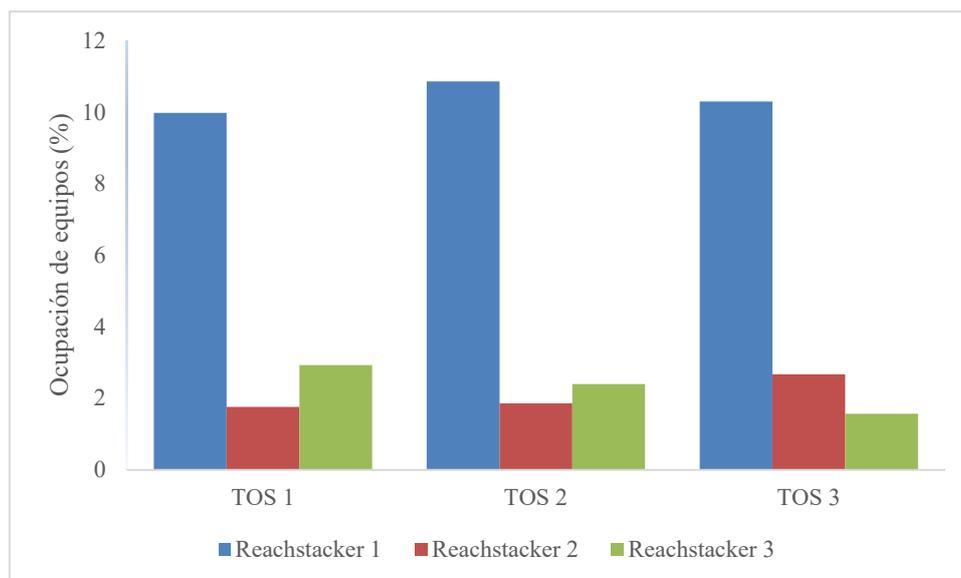


Figura 44. Cambios en la ocupación de las reach stakers en la simulación

Así como la ocupación, los movimientos netos por hora de los equipos de la terminal se han

incrementado aproximadamente en unos 4 movimientos adicionales (Figura 45)

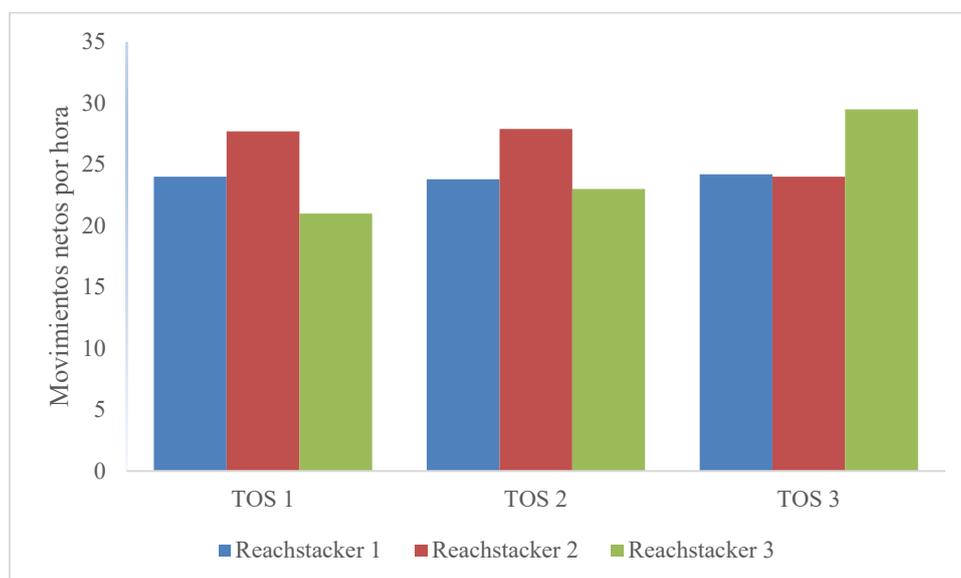


Figura 45. Cambio en los movimientos netos por hora de las *reach stackers* en la simulación

La reducción del tiempo de configuración de los buques portacontenedores, como parámetro en el sistema TOS 2 y TOS 3, influyó directamente en el tiempo operativo del muelle, el tiempo total de la embarcación en el muelle y el rendimiento de buque y el muelle. El modelo de simulación de estado actual ha establecido el parámetro para el tiempo operativo promedio de atraque en 743 minutos y 47 segundos, mientras que la implementación de las estrategias TOS 2 y TOS 3 disminuyen el tiempo operativo promedio a 741 minutos, consiguiendo una reducción de alrededor de un 0,4%, no significativa por tanto.

El tiempo operacional del buque (el tiempo que está llevando a cabo actividades) con el sistema TOS actual es de 932 minutos y 6 segundos, mientras que TOS 2 y TOS 3 lo reducen significativamente a 918 minutos y 50 segundos, lo que optimiza el tiempo total de la embarcación en el muelle en casi un 2% (Figura 46).

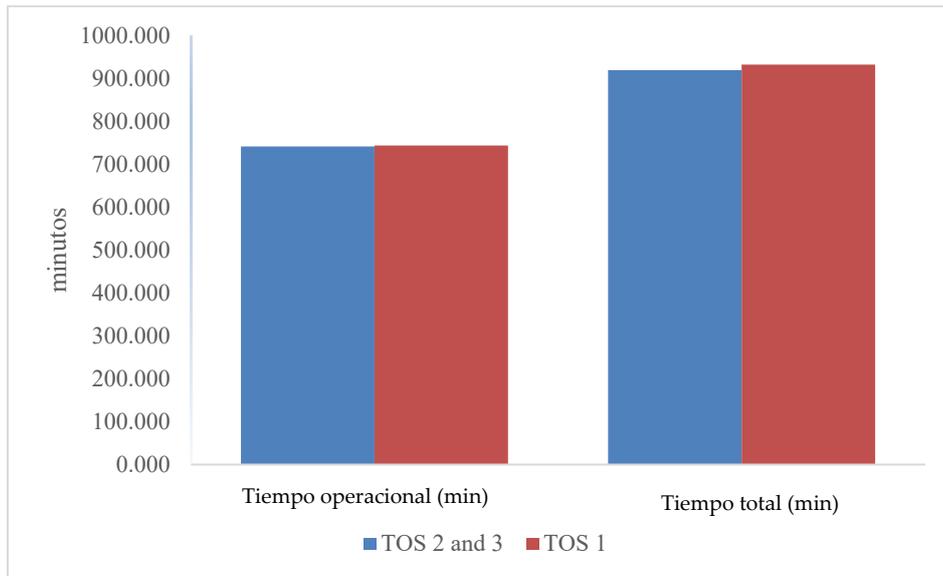


Figura 46. Comparativa de tiempo total y operacional del buque usando TOS 2 y TOS 3

El rendimiento de buque (*ship performance*) con la TOS actual de la terminal es de 25,8 TEUs/hora, mientras que con la implementación de TOS 2 y TOS 3 se ha aumentado hasta 26,7 TEUs/hora, es decir, casi un 4%. El rendimiento de muelle (*dock performance*) con la TOS 1 era de 19, 2 TEUs/hora, aumentando con TOS 2 y TOS 3 hasta los 20,7 TEUs/hora (Figura 47).

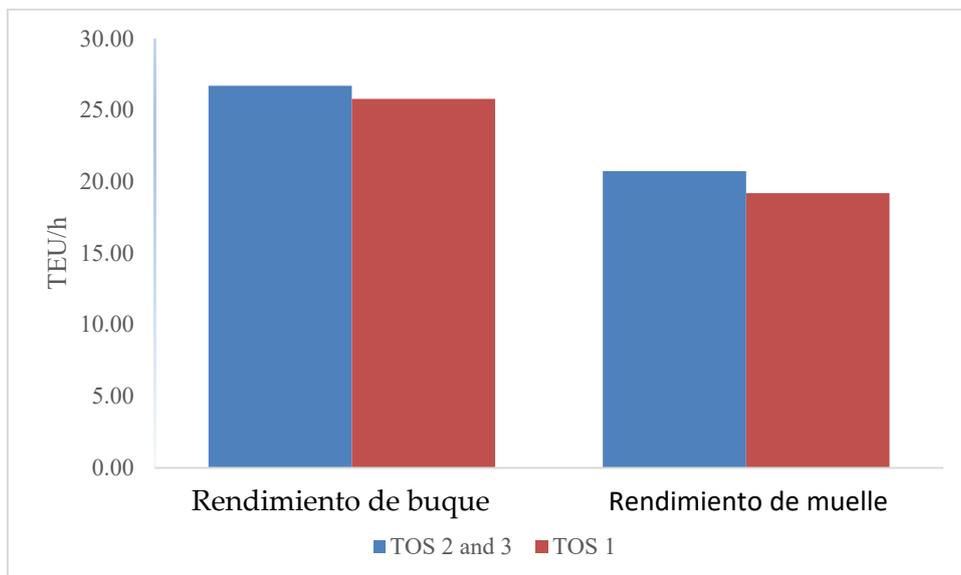


Figura 47. Resultados de rendimientos de buque y muelle en la simulación

Podemos observar los datos estadísticos globales resultados de la simulación para TOS 1, 2 y 3 en las siguientes tablas:

	Rendimiento (TEU)	Ocupación del patio de contenedores (TEU)	Ocupación (%)
TOS 1	49,401	1217	22.54%
TOS 2	51,543	942	17.44%
TOS 3	51,484	796	13.08%

Tabla 61. Rendimiento y ocupación simuladas

	Tiempo de permanencia - Tp (días)	Tp para contenedores llenos (días)	Tp para contenedores vacíos (días)
TOS 1	9.16	3.63	18.04
TOS 2	6.83	2.9	13.5
TOS 3	5.69	2.84	9.53

Tabla 62. Tiempos de permanencia simulados

	Rendimiento (TEU)			Ocupación (%)			Movimientos netos por hora			Tiempo de espera (min)		
	Reach stacker 1	Reach stacker 2	Reach stacker 3	Reach stacker 1	Reach stacker 2	Reach stacker 3	Reach stacker 1	Reach stacker 2	Reach stacker 3	Reach stacker 1	Reach stacker 2	Reach stacker 3
TOS 1	20,939	4,258	5,377	9.98	1.76	2.93	24	27.7	21	1:56	0:36	0:12
TOS 2	22,583	4,559	4,834	10.86	1.86	2.4	23.8	27.9	23	1:47	0:32	0:14
TOS 3	21,785	5,602	4,053	10.3	2.67	1.57	24.2	24	29.5	2:17	0:16	0:40

Tabla 63. Estadísticas simuladas de los equipos de la terminal

	Número de grúa										
	Movimientos netos por hora					Rendimiento (TEU)					
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	TOTAL
TOS 1	0.0	0.9	0.9	34.7	35.4	0	103	117	7.619	6.431	14270
TOS 2	0.0	1.1	1.0	34.4	34.6	0	120	88	7.916	6.341	14465
TOS 3	0.0	1.0	0.9	34.6	34.5	0	99	144	7.706	6.278	14227

Tabla 64. Resultados sobre las grúas de la terminal

	Tiempo operacional de buque (min)	Tiempo total del buque en el muelle (min)	Rendimiento de buque (TEU/h)	Rendimiento de muelle (TEU/h)
TOS 2 and 3	741:00	918:50	26.70	20.73
TOS 1	743:47	932:06	25.79	19.20

Tabla 65. Comparativa de tiempos y desempeños de buque y muelle

5.6. ANÁLISIS DE KPIs AMBIENTALES

Los indicadores de desempeño ambiental se pueden incluir en las simulaciones. Como meta de la investigación también se ha analizado el impacto ambiental, enfocándose en la diferencia entre el sistema actual de Intersagunto Terminales S.A. (TOS 1) y la implementación de TOS 2 y TOS 3.

La mayor parte de la investigación existente sobre impacto ambiental se centra en la electrificación y procesos específicos de equipos terminales.

La energía eléctrica (E_{CHE_i}) y el carburante consumido (F_{CHE_i}) han sido calculados para cada uno de los equipos de manipulación de contenedores (CHE) (por ejemplo: grúas, *reach stackers* y tractores de patio) usando las ecuaciones 1 y 2 respectivamente:

$$E_{CHE_i} = t_i \cdot E_c \quad (1)$$

$$F_{CHE_i} = \bar{d}_{CHE_i} \cdot f_{CHE_i} \quad (2)$$

donde E_c es el consumo de energía por movimiento de contenedor, el cual para grúas es de 6kWh (Van Duin et al, 2011), t_i es el número de horas trabajadas, el cual se calcula como el ratio entre los movimientos netos por año y el número medio de movimientos por hora de un equipo de manejo de contenedores, que para grúas es de 13.61 movimientos/hora; \bar{d}_{CHE_i} es la distancia media recorrida en un año por un equipo de manejo de contenedores, y f_{CHE_i} es la variable de consumo de los equipos de manejo, que es de 5 Litros/km para las *reach stackers* y 4 L/km para tractores de patio (Van Duin et al, 2011).

La ecuación 3 fue utilizada para el cálculo de la huella de carbono (asociada a las emisiones de gases invernadero) de la terminal para cada simulación de una determinada TOS (CF_{TOS_i}).

$$CF_{TOS_i} = \sum_{i=1}^n E_{CHE_i} \cdot f_{elec} + \sum_{i=1}^n F_{CHE_i} \cdot f_{diesel} \quad (3)$$

donde f_{elec} es el factor de emisión de CO₂ en la red eléctrica española = 0.363 kg/kWh (Merlak et al. 2017) y f_{diesel} es el factor de emisión de CO₂ para el gasoil = 2.65 kg CO₂/L (Van Duin et al, 2011).

Cálculo de consumo (energético y fuel)

1. Grúas

Datos disponibles:

- Número medio de movimientos por hora para una grúa (\bar{m}_{crane}) = 13,61 movimientos/h
- Consumo energético (E_c) = 6kWh (Van Duin et al, 2013)
- Movimientos netos por horas

	Movimientos netos por horas				
	Grúa 1	Grúa 2	Grúa 3	Grúa 4	Grúa 5
TOS 1	0	0.9	0.9	34,7	35,4
TOS 2	0	1.1	1	34,4	34,6
TOS 3	0	1	0.9	34,6	34,5

Tabla 66. Grúas – Comparativa de movimientos netos por hora

- Rendimiento

	Rendimiento (TEU)					
	Grúa 1	Grúa 2	Grúa 3	Grúa 4	Grúa 5	Total
TOS 1	0	103	117	7.619	6.431	14270
TOS 2	0	120	88	7.916	6.341	14465
TOS 3	0	99	144	7.706	6.278	14227

Tabla 67. Grúas – Comparativa de rendimientos

El consumo energético producido por las grúas puede ser calculado con la siguiente ecuación:

$$E_{cranes} = t \cdot E_c$$

Siendo “t” el número de horas de trabajo, calculadas de la siguiente manera:

$$t = \frac{\text{Movimientos netos por hora} \cdot (24 \cdot 365 \text{ h/año})}{\bar{m}_{crane} \text{ (mov/h)}}$$

Grúa	t (h)			Consumo eléctrico (kW)		
	TOS 1	TOS2	TOS3	TOS 1	TOS2	TOS3
1	0	0	0	0	0	0
2	579,30	708,04	643,67	3475,82	4248,22	3862,02
3	579,30	643,67	579,30	3475,82	3862,02	3475,82
4	22335,34	22142,23	22270,97	134012,02	132853,41	133625,82
5	22785,90	22270,97	22206,60	136715,43	133625,82	133239,62
Total	46279,85	45764,91	45700,54	277679,08	274589,47	274203,27

Tabla 68. Grúas – Comparativa de consumos eléctricos

Por lo tanto, el consumo energético por TEU usando cada uno de las TOS es:

	kW/TEU
TOS 1	19.46
TOS 2	18.98
TOS 3	19.27

Tabla 69. Comparativa de consumos eléctricos globales

2. Reach Stackers

Datos disponibles:

- Distancia media recorrida por día (\bar{d}_{RS}):

	Kilómetros recorridos por día		
	<i>Reach stacker 1</i>	<i>Reach stacker 2</i>	<i>Reach stacker 3</i>
TOS 1	3,9	0,5	0,6
TOS 2	4,2	0,4	0,6
TOS 3	3,7	0,8	0,2

Tabla 70. Reach stackers - Comparativa de km/día

- Rendimiento:

	Rendimiento (TEUs)		
	<i>Reach stacker 1</i>	<i>Reach stacker 2</i>	<i>Reach stacker 3</i>
TOS 1	20939	4258	5377
TOS 2	22583	4559	4834
TOS 3	21785	5602	4053

Tabla 71. Reach stackers - Comparativa de rendimientos

- Consumo variable de una *reach staker* (E_{RS}): 5 L/km [Van Duin et al, 2013]

El consumo de carburante total por cada *reach staker* durante un año se puede calcular usando la siguiente ecuación:

$$E_{Reach\ Stacker} = \bar{d}_{RS}(km/día) \cdot 365(días/año) \cdot E_{RS} (L/km)$$

Con los siguientes resultados:

<i>Reach Stacker</i>	Carburante consumido (L)		
	TOS 1	TOS2	TOS3
1	7117,5	7665,0	6752,5
2	912,5	730,0	1460,0
3	1095,0	1095,0	365,0
Total	9125,0	9490,0	8577,5

Tabla 72. *Reach stackers* – Consumo de carburante (global)

Por lo cual, el carburante consumido por cada *reach staker* por TEU es:

<i>Reach Stacker</i>	Carburante consumido por TEU (L/TEU)		
	TOS 1	TOS2	TOS3
1	0.34	0.34	0.31
2	0.21	0.16	0.26
3	0.20	0.23	0.09
Media	0.25	0.24	0.22

Tabla 73. *Reach stackers* – Consumo de carburante (por TEU)

3. Tractores de patio

Datos disponibles:

- Distancia media recorrida por día (\bar{d}_{YT}):

	Kilómetros recorridos por día				
	Tractor de patio 1	Tractor de patio 2	Tractor de patio 3	Tractor de patio 4	Tractor de patio 5
TOS 1	4,70	4,60	4,70	4,60	-
TOS 2	4,70	4,70	4,80	4,70	-
TOS 3	3,70	3,70	3,70	3,80	3,80

Tabla 74. Tractores de patio – Kilómetros recorridos (por día)

- Rendimiento:

	Rendimiento (TEU)				
	Tractor de patio 1	Tractor de patio 2	Tractor de patio 3	Tractor de patio 4	Tractor de patio 5
TOS 1	3544	3568	3618	3544	-
TOS 2	3592	3617	3643	3613	-
TOS 3	2823	2863	2809	2846	2886

Tabla 75. Tractores de patio – Rendimiento

- Consumo variable de un tractor de patio (E_{YT}): 4 L/km [Van Duin et al, 2013]

El carburante total consumido por cada tractor de patio durante un año se calcula con la siguiente ecuación:

$$E_{Yard\ Tractor} = \bar{d}_{YT}(km/día) \cdot 365(días/año) \cdot E_{YT} (L/km)$$

Los resultados son los siguientes:

tractor de patio	Carburante consumido (L)		
	TOS 1	TOS 2	TOS 3
1	6862	6862	5402
2	6716	6862	5402
3	6862	7008	5402
4	6716	6862	5548
5	-	-	5548
Total	27156	27594	27302

Tabla 76. Tractores de patio – Consumo de carburante (total)

Por lo tanto, el consumo de carburante de cada tractor de patio por TEU es:

tractor de patio	Carburante consumido por TEU (L/TEU)		
	TOS 1	TOS 2	TOS 3
1	1,94	1,91	1,91
2	1,88	1,90	1,89
3	1,90	1,92	1,92
4	1,89	1,90	1,95
5	-	-	1,92
Media	1,90	1,91	1,92

Tabla 77. Tractores de patio – Consumo de carburante (por TEU)

4. Consumos totales

La siguiente tabla resume los consumos de carburante para cada TOS utilizada:

	Carburante total consumido por RS (L)	Carburante medio consumido por RS por TEU (L/TEU)	Carburante total consumido por YT (L)	Carburante medio consumido por YT por TEU (L/TEU)	Carburante total consumido (L)	Carburante medio consumido por TEU (L/TEU)
TOS 1	9125,0	0,25	27156	1,90	36281,0	2,16
TOS 2	9490,0	0,24	27594	1,91	37084,0	2,15
TOS 3	8577,5	0,22	27302	1,92	35879,5	2,14

Tabla 78. Consumo de carburante (por TOS)

Y el consumo eléctrico total por parte de las grúas:

	Consumo eléctrico de las grúas (kW)	Diferencia de consumo (%) ⁽¹⁾	Consumo eléctrico medio de las grúas por TEU (kW/TEU)	Diferencia de consumo por TEU (%) ⁽¹⁾
TOS 1	277679.08		19.46	
TOS 2	274589.47	-1.11	18.98	-2.47
TOS 3	274203.27	-1.25	19.27	-0.98

Tabla 79. Consumo eléctrico de grúas (por TOS)

⁽¹⁾ Comparado con el valor de TOS 1

Huella de carbono (CO₂)

1. Grúas

Datos disponibles:

- Factor de emisión de CO₂ en el mix eléctrico en España (f_{elec})= 0.363 kg/kWh [Merlak et al, 2017]
- Consumos energéticos (E_{cranes}):

Grúa	E_{cranes} (kW)		
	TOS 1	TOS2	TOS3
1	0	0	0
2	3475,82	4248,22	3862,02
3	3475,82	3862,02	3475,82
4	134012,02	132853,41	133625,82
5	136715,43	133625,82	133239,62
Total	277679,08	274589,47	274203,27

Tabla 80. Consumos eléctrico de grúas (Kw)

- Rendimiento:

	Rendimiento (TEU)					
	Grúa 1	Grúa 2	Grúa 3	Grúa 4	Grúa 5	Total
TOS 1	0	103	117	7619	6431	14270
TOS 2	0	120	88	7916	6341	14465
TOS 3	0	99	144	7706	6278	14227

Tabla 81. Rendimiento de las grúas

La huella de carbono producida por las grúas puede ser calculada usando la siguiente ecuación:

$$C_{crane} = E_{cranes} \cdot f_{elec}$$

	Emisiones de CO2 (Kg CO2/año)					
	1	2	3	4	5	Total
TOS 1	0	1261,72	1261,72	48646,36	49627,70	100797,51
TOS 2	0	1542,10	1401,91	48225,79	48506,17	99675,98
TOS 3	0	1401,91	1261,72	48506,17	48365,98	99535,79

Tabla 82. Grúas - Huella de carbono global

Y la huella de carbono por TEU puede ser calculada como el ratio entre las emisiones totales de CO2 y el rendimiento total por cada TOS:

	Emisiones de CO2 por TEU (Kg CO2/TEU)
TOS 1	7.06
TOS 2	6.89
TOS 3	7.00

Tabla 83. Grúas - Huella de carbono (por TEU)

2. Reach Stacker

Datos disponibles:

- Factor de emission de CO2 para el combustible diesel (f_{diesel})= 2.65 kg CO2/L [Van Duin et al, 2013]
- Carburante consumido (E_{RS})

<i>Reach Stacker</i>	Carburante consumido (L)		
	<i>TOS 1</i>	<i>TOS2</i>	<i>TOS3</i>
1	7117,5	7665,0	6752,5
2	912,5	730,0	1460,0
3	1095,0	1095,0	365,0
Total	9125,0	9490,0	8577,5

Tabla 84. Reach stackers – Consumo de carburante

- Rendimiento:

	Rendimiento (TEU)		
	<i>Reach stacker 1</i>	<i>Reach stacker 2</i>	<i>Reach stacker 3</i>
TOS 1	20939	4258	5377
TOS 2	22583	4559	4834
TOS 3	21785	5602	4053

Tabla 85. Reach stackers – Rendimiento

La huella de carbono producida por las *reach stackers* puede ser calculada con la siguiente ecuación:

$$C_{Reach\ Stacker} = E_{RS} \cdot f_{diesel}$$

	Emisiones de CO2 (Kg CO2/año)			
	<i>Reach stacker 1</i>	<i>Reach stacker 2</i>	<i>Reach stacker 3</i>	Total
TOS 1	18861,37	2418,12	2901,75	24181,25
TOS 2	20312,25	1934,50	2901,75	25148,50
TOS 3	17894,12	3869,00	967,25	22730,37

Tabla 86. Reach stackers – Huella de carbono global

Y la huella de carbono por TEU es:

	Emisiones de CO2 por TEU (Kg CO2/TEU)			
	<i>Reach stacker 1</i>	<i>Reach stacker 2</i>	<i>Reach stacker 3</i>	Media
TOS 1	0,90	0,57	0,54	0,67
TOS 2	0,90	0,42	0,60	0,64
TOS 3	0,82	0,69	0,24	0,58

Tabla 87. Reach stackers – Huella de carbon (por TEU)

3. Tractores de patio

Datos disponibles:

- Factor de emisión de CO₂ para el carburante diesel (f_{diesel})= 2.65 kg CO₂/L
- Carburante consumido (E_{YT}):

tractor de patio	Fuel consumido (L)		
	TOS 1	TOS2	TOS3
1	6862	6862	5402
2	6716	6862	5402
3	6862	7008	5402
4	6716	6862	5548
5	-	-	5548
Total	27156	27594	27302

Tabla 88. Tractores de patio – Consumo de carburante

- Rendimiento:

	Rendimiento (TEU)				
	tractor de patio 1	tractor de patio 2	tractor de patio 3	tractor de patio 4	tractor de patio 5
TOS 1	3544	3568	3618	3544	-
TOS 2	3592	3617	3643	3613	-
TOS 3	2823	2863	2809	2846	2886

Tabla 89. Tractores de patio – Rendimiento

La huella de carbono producida por los tractores de patio puede calcularse en base a la siguiente ecuación:

$$C_{Yard\ Tractor} = E_{YT} \cdot f_{diesel}$$

	Emisiones de CO ₂ (Kg CO ₂ /año)					
	Yard Tractor 1	Yard Tractor 2	Yard Tractor 3	Yard Tractor 4	Yard Tractor 5	Total
TOS 1	18184,3	17797,4	18184,3	17797,4	-	71963,4
TOS 2	18184,3	18184,3	18571,2	18184,3	-	73124,1
TOS 3	14315,3	14315,3	14315,3	14702,2	14702,2	72350,3

Tabla 90. Tractores de patio – Huella de carbono global

Y la huella de carbono por TEU es:

	Emisiones de CO2 por TEU (Kg CO2/TEU)					
	<i>Yard Tractor 1</i>	<i>Yard Tractor 2</i>	<i>Yard Tractor 3</i>	<i>Yard Tractor 4</i>	<i>Yard Tractor 5</i>	Total
TOS 1	5,13	4,99	5,03	5,02	-	5,04
TOS 2	5,06	5,03	5,10	5,03	-	5,05
TOS 3	5,07	5,00	5,10	5,16	5,09	5,08

Tabla 91. Tractores de patio – Huella de carbono (por TEU)

4. Estimación de la huella de carbono global

La siguiente tabla resume las emisiones de dióxido de carbono para cada TOS:

	C_{crane} (kg CO2/año)	Grúas kgCO2/TE U	$C_{Reach\ Stacker}$ (kg CO2/año)	Reach Stacker kgCO2/TE U	$C_{Yard\ Tractor}$ (kg CO2/año)	tractor de patio kgCO2/TE U
TO S 1	100797,5 1	7,06	24181,25	0,67	71963,4	5,04
TO S 2	99675,98	6,89	25148,50	0,64	73124,1	5,05
TO S 3	99535,79	7,00	22730,37	0,58	72350,3	5,08

Tabla 92. Emisiones de CO₂ por TOS (por equipamiento)

Usando estos datos, podemos obtener una estimación global de la huella de carbono total de la terminal para cada TOS (CF_{TOS_i}) y la huella de carbono media por TEU (CFT_{TOS_i}):

	CF_{TOS_i} (kgCO2/año)	%CF_{TOS_i} ⁽¹⁾	CFT_{TOS_i} (kgCO2/TEU)	%CFT_{TOS_i} ⁽¹⁾
TOS 1	196942.16	-	12.77	-
TOS 2	197948.58	+0.5	12.59	-1.4%
TOS 3	194616.46	-1.18	12.66	-0.9%

Tabla 93. Emisiones de CO₂ por TOS (terminal)

⁽¹⁾ Comparado con TOS 1

5.7. CONCLUSIONES

El proceso de simulación se ha dividido en dos partes: la primera parte incluye la simulación de la TOS existente con sus procesos tecnológicos, técnicos y administrativos y su influencia sobre los KPIs de InterSagunto Terminales S.A. Los otros dos modelos tienen diferentes parámetros modificados debido a las diferencias en los sistemas operativos (TOS 2 y TOS 3).

Las TOS desarrolladas tienen el objetivo principal de optimizar el desempeño de la terminal, especialmente su rendimiento, el tiempo de estancia de los contenedores, el uso de recursos propios y el desempeño de buque y muelle.

El proceso de simulación tiene el objetivo de confirmar que los cambios llevados a cabo en las TOS con respecto a la TOS existente consiguen dicha optimización. Se ha demostrado que debido a la actualización de los parámetros de las TOS, el rendimiento se ha incrementado hasta 2142 TEUs (4,2%) para TOS2 y 2083 (4,05%) para TOS 3.

La reducción de tiempo de almacenamiento de los contenedores con las nuevas TOS ha resultado, lógicamente, en una ocupación del patio de contenedores menor.

Implementando TOS 2, la ocupación de la campa de contenedores es de 17,44% y de 13,08% con la implementación de TOS 3. La implementación de ambas TOS conllevan una reducción del tiempo de estancia unitario por contenedor. Dicho valor fue reducido por TOS 2 (2,8 días) mientras que TOS 3 lo redujo hasta 3,47 días.

Dicha reducción es muy diferente dependiendo de si hablamos de contenedores llenos ó vacíos:

- Contenedores llenos: reducción de 0,73 días para TOS 2 y de 0,79 días para TOS 3
- Contenedores vacíos: la reducción es mucho más significativa; 4,54 días para TOS 2 y 8,51 días para TOS 3

La reducción del tiempo de preparación de buque en TOS 2 y TOS 3 influye directamente en el tiempo operacional de muelle, el tiempo total pasado por el buque en la instalación y el desempeño de buque; en conjunto, la media de tiempo operacional se ha reducido en 2:27 minutos.

El tiempo total pasado por el buque en el muelle sufre una significativa reducción implantando TOS 2 y TOS 3 (13:16 minutos, mismo valor para ambas TOS).

El desempeño de buque con la TOS original de Intersagunto Terminales es de 25,8 TEUs/hora, mientras que con la implementación de ambas TOS se aumenta hasta llegar a un valor de 26,7 TEUs/hora.

Lo mismo sucede cuando hablamos de rendimiento de muelle, el cual aumenta desde los 19,2 TEUs/hora para la TOS original, hasta los 20,7 TEUs/hora para ambas implementaciones posteriores, con un aumento de casi un 8%.

Los resultados obtenidos de los modelos de simulación implican que una mejora en la información y en las instrucciones de gestión abarcando actividades tecnológicas, técnicas y administrativas en InterSagunto Terminales S.A pueden optimizar la operativa de la terminal, sus procesos físicos.

La microsimulación de los nuevos modelos de TOS proven un desarrollo en los KPIs que afectan al sistema de patio de contenedores, muelle y el tratamiento del propio buque, y al uso de los recursos.

El software de simulación de terminales (FlexTerm) se centra sobre todo en indicadores operacionales. Son, por supuesto, relevantes, pero muestran solamente una parte de la vision de la competitividad y el desempeño de la terminal. Así que, sumados a ellos, se ha analizado el impacto medioambiental, de igual manera que en la microsimulación, estudiando en la diferencia entre el estado original de la terminal con su sistema de gestión (TOS 1) con la implementación de TOS 2 y TOS 3.

Respecto a indicadores medioambientales, la investigación se ha centrado en 2 KPIs directamente relacionados como son el consumo (diferenciando entre eléctrico ó carburante dependiendo del tipo de energía a utilizar por parte de los equipos de movimiento de TEUs) y la huella de carbono, entendida como la emisión en kilogramos de CO2 equivalente a la atmósfera:

1. CONSUMOS: cabe puntualizar, antes de indicar las conclusiones, que las grúas consumen electricidad por lo que sus consumos se entienden como Kw, y tanto *reach stackers* como tractores de patio consumen carburante (gasoil) y en los valores siguientes se referirán a litros de gasoil consumidos.

Respecto a las grúas, el consumo energético de las grúas con la TOS original es de 19,46 kW/TEU, en TOS 2 es de 18,98 y en TOS 3 sube hasta los 19, 27; lo cual supone un ahorro máximo en consumo eléctrico de un 2,5% por cada TEU manipulado.

Respecto a las *reach stackers*, el consumo en litros de gasoil por cada TEU manipulado, usando la TOS original era de 0,25, disminuyendo con la implementación de TOS 2 a 0,24 y de TOS 3 a 0,22, alcanzando en ésta un ahorro de más de un 10%.

En lo referente a los tractores de patio, el consumo en TOS 1 era de 1,90 L/TEU, en TOS 2 de 1,91 y en TOS 3 de 1,92; viniendo provocado por la alteración de los caminos a tomar en el transporte interno de contenedores.

Si hacemos la suma de las dos últimas maquinarias, el consumo total de litros de gasoil por TEU es para TOS 1 de 2,16, de 2,15 para TOS 2 y de 2,14 para TOS 3, con un ahorro total de cerca de un 1%.

2. HUELLA DE CARBONO: Como el cálculo de la huella de carbono depende directamente de los consumos, tanto de electricidad como de gasoil, los valores de reducciones conseguidas son muy parecidos a los del apartado anterior. En este caso, se indican en la siguiente tabla:

	<i>Huella_{grúas}</i> (kgCO ₂ /TEU)	<i>Huella_{reacg}</i> (kgCO ₂ /TEU)	<i>Huella_{tractor}</i> (kgCO ₂ /TEU)	<i>Huella_{global}</i> (kgCO ₂ /TEU)	Reducción de huella
TOS 1	7,06	0,67	5,04	12,77	-
TOS 2	6,89	0,64	5,05	12,59	-1.4%
TOS 3	7	0,58	5,08	12,66	-0.9%

Tabla 94. Reducción de huella de carbon en TOS 2 y TOS 3

La reducción maxima de huella de carbono por TEU se produce con la implementación de TOS 2, alcanzando un 1.4%.

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES GENERALES Y DESARROLLOS FUTUROS

El objetivo principal de esta investigación es dotar de criterios técnicos en base a la opinión de expertos, a los grandes decisores en terminales de contenedores (gestores de terminales) ó a desarrolladores de TOS, para determinar qué funcionalidades debe incluir la TOS que gestione las terminales.

Se ha llevado a cabo una segunda parte de esta investigación cuyo objetivo primordial era poder evidenciar que, si estas funcionalidades priorizadas eran potenciadas en la TOS de una terminal, efectivamente se produciría una mejora en el desempeño operacional y medioambiental de la terminal de contenedores la cual gestionará dicha TOS.

Por lo tanto, el objetivo de esta segunda parte de la investigación fue el analizar el desempeño de una terminal como caso piloto, usando diferentes niveles de TOS, diseñados teniendo en cuenta las funcionalidades priorizadas con el método AHP y con la ayuda de los expertos.

Para este fin se utilizaron 3 TOS diferentes, la TOS 1 (la usada por la terminal del caso de estudio, Intersagunto Terminales, en la localidad valenciana de Sagunto) y las TOS 2 y 3 (2 nuevas TOS construidas sobre la base de una ya existente, Bellerophon de la empresa valenciana INFOPORTS, profundizando en las funcionalidades que se habían determinado como prioritarias mediante el método AHP).

6.1. CONCLUSIONES

En este apartado de conclusiones se va a dar respuesta a las principales preguntas que se hicieron al inicio de la investigación:

1. ¿Qué funcionalidades debe tener una TOS?

Como conclusión de un extenso estudio del arte y de numerosas comunicaciones con expertos multidisciplinares con un amplio conocimiento de las terminales de contenedores, se obtuvo una tabla con 107 funcionalidades que se estimaron como las que deberían poseer cualquier TOS del mercado.

2. ¿Cómo podemos definir y acotar cada una de esas funcionalidades?

Además de la identificación de dichas potencialidades, se ha descrito pormenorizadamente cada una de ellas, explicando realmente qué debe aportar cada una de ellas en el funcionamiento de la TOS.

3. ¿Cómo se crea un panel de expertos óptimo para poder ponderar dichas funcionalidades?

Otro objetivo particular de esta investigación era llegar a crear un panel de expertos multidisciplinar que tuviera el know-how necesario para poder llevar a cabo, mediante sus juicios, una priorización entre las 107 funcionalidades identificadas en el primer paso de la investigación.

Finalmente, se construyó un panel de expertos que cumplía con los siguientes perfiles: gerentes y trabajadores de terminales, clientes de terminales de contenedores (logístico y transitario), autoridad portuaria, desarrolladores de TOS, experto en procesos de microsimulación de TOS para mejora de terminales e investigadores científicos cualificados en las terminales de los contenedores. Este panel de expertos se construyó teniendo en cuenta la “teoría de las partes interesadas” de R. Edward Freeman.

4. ¿Cuáles son las funcionalidades más importantes (según el panel de expertos) de una TOS?

Mediante la construcción de un modelo jerárquico y la aplicación del método AHP se obtuvieron 47 funcionalidades prioritarias que debe poseer una TOS, en base a la opinión y jerarquización por parte de un panel de expertos multidisciplinar que reunía a los principales *stakeholders* del mundo de las terminales de contenedores.

Dichas 47 funcionalidades abarcaban el 80% del peso de total de dicha priorización, pudiendo estimar que las restantes (las 60 restantes), desde el punto de vista de los expertos tenían una importancia residual.

Como principales variables teníamos TIME TRACKING (Tiempo de traqueo de buques), LOCATION and SPACE OPTIMIZATION (Optimización de espacio y de ubicaciones) y LOAD LISTS (Capacidad de generación de listas de cargas)

5. ¿En qué puede ayudar identificar dichas potencialidades?
6. ¿A quién puede interesarle este análisis detallado de los sistemas de control de terminales?

Estas dos preguntas han tenido una respuesta más teórica que práctica llevada a cabo en la investigación.

La priorización de funcionalidades se entiende que puede ser útil tanto para gestores de terminales con una TOS ya implantada como para aquellos que quieren implantar una nueva TOS, teniendo en cuenta que, como se identificó en el estudio del arte, la implantación de una TOS es un proceso complejo que se puede definir como el trasplante de corazón de una terminal. Además, debe ser de ayuda a desarrolladores de TOS si se demuestra que la mejora o profundización en dichas funcionalidades prioritarias conduce a una mejora real del desempeño de una terminal.

7. ¿Qué metodología seguir para verificar si la mejora en dichas funcionalidades repercute en el aumento del desempeño de la terminal?

Para llevar a cabo una especie de prueba en un ambiente real, se decidió llevar a cabo una microsimulación de 3 diferentes TOS (la actual de la terminal y 2 TOS mejoradas profundizando en las principales prioridades) a partir de datos reales de una terminal real con la que pudiera tener un fácil tránsito de datos y una buena comunicación (Intersagunto Terminales).

La idea era poder evidenciar la tesis inicial de que el desempeño (en este caso operacional y medioambiental) de la terminal podría mejorarse si se llevaba a cabo una optimización de la TOS que controla las operaciones de la instalación.

Estas 3 formas de trabajar (TOS 1, TOS 2 y TOS 3) fueron simuladas a partir de datos de partida reales del funcionamiento de la terminal en 2017 ya que era el año más cercano en el que se disponía de todos los inputs necesarios para la microsimulación.

Algunas de las funcionalidades en las que se profundizó en TOS 2 y TOS 3 fueron TIME TRACKING, MANAGEMENT AND CONTROL OF CAPACITY, LOADING LISTS, YARD OPTIMIZATION, INVENTORY TRACKING AND MANAGEMENT...

Para hacer estas profundizaciones, realmente se tuvieron que definir variables de entrada de la microsimulación que estuvieran relacionadas con dichas funcionalidades,

ya que las funcionalidades como tal no podían introducirse en los algoritmos de la microsimulación.

Los indicadores clave operacionales se obtuvieron de las simulaciones de los 3 TOS sobre la base del modelo construido en FlexTerm con los datos reales de Intersagunto Terminales.

Los resultados se dividieron sistemáticamente en partes de los procesos de la terminal, focalizando en: rendimiento de la terminal (*throughput*), tiempo de permanencia del contenedor (*dwell time*) y uso de recursos. La tabla 95 presenta el rendimiento de la terminal y la ocupación de Intersagunto terminales como resultado de las microsimulaciones de TOS 1, TOS 2 y TOS 3. Los resultados muestran un incremento de 2142 TEUs (4,3 %) para TOS 2 y de 2083 TEUs (4,2 %) para TOS 3 comparadas con la situación inicial (TOS 1). La simulación mostró un decrecimiento de la ocupación del patio de la terminal debido a la reducción del tiempo medio de almacenamiento por contenedor, resultando un 17,44% después de la implementación de la TOS 2, y un 13,08% de ocupación en el caso de la TOS 3.

La implementación de nuevas estrategias para el almacenamiento de contenedores en TOS 2 y TOS 3 resultaron en una reducción del tiempo de permanencia por contenedor (ver tabla 96). El tiempo de permanencia global se redujo con la TOS 2 en 2,3 días, mientras que para la TOS 3 la reducción fue de 3,47 días. El tiempo de permanencia para contenedores llenos se redujo en 0,73 días para la TOS 2 y en 0,79 días para la TOS 3. Además, el tiempo de permanencia de contenedores llenos se redujo en 4,54 días para TOS 2 y 8,69 días para TOS 3.

	Rendimiento (TEU)	Ocupación del patio (TEU)	Ocupación (%)
TOS 1	49401	1217	22.54%
TOS 2	51543	942	17.44%
TOS 3	51484	796	13.08%

Tabla 95. Comparativa de rendimiento y ocupación por TOS

	Tiempo de permanencia (días)	Tiempo permanencia contenedor lleno	Tiempo permanencia contenedor vacío
TOS 1	9.16	3.63	18.04
TOS 2	6.83	2.90	13.50
TOS 3	5.69	2.84	9.35

Tabla 96. Comparativa de tiempos de permanencia por TOS

Por otro lado, reduciendo el tiempo de configuración de buque como parámetro de TOS 2 y TOS 3 directamente influenciado por el tiempo operacional en atraque, el tiempo total pasado por el buque atracado y el rendimiento del propio muelle (ver tabla 97). El modelo de simulación configura el parámetro del tiempo medio operacional de atraque en 743,78 minutos, mientras que la implementación de TOS 2 y TOS 3 hacen decrecer dicho tiempo hasta los 741 minutos. Por tanto, el tiempo medio operacional se reduce en 2,78 minutos.

El tiempo total del buque con el TOS 1 es de 932,10 minutos, mientras que para TOS 2 y TOS 3 se reduce significativamente hasta los 918,83 minutos, optimizando el tiempo pasado por el buque atracado en 13,27 minutos.

El desempeño de buque con la TOS 1 fue de 25,8 TEUs/hora, mientras que implementando TOS 2 y TOS 3, hubo un aumento a 26,7 TEUs/h. El desempeño de muelle fue de 19,2 TEU/hora con TOS 1, mientras que para TOS 2 y TOS 3 se incrementa hasta los 20,7 TEUs/hora.

	Tiempo operativo (min)	Tiempo total (min)	Desempeño de buque (TEU/h)	Desempeño de muelle (TEU/h)
TOS 2 y 3	741.00	918.83	26.70	20.73
TOS 1	743.78	932.10	25.80	19.20

Tabla 97. Comparativa de tiempos y desempeño por TOS

KPIs MEDIOAMBIENTALES

Las dos siguientes tablas resumen respectivamente el consumo de carburante y electricidad obtenido después de la simulación de las 3 TOS. Los valores muestran que la simulación con TOS 2 y TOS 3 producen una pequeña reducción en el consumo medio de energía. Esto indica que la mejora de eficiencia de las grúas (que es el único equipo de manipulación de contenedores considerado en términos de consumo eléctrico) es solamente posible hasta cierto punto: se obtuvo un descenso del 2,47% con TOS 2.

Respecto al consumo de carburante, la media de consumo por TEU usando TOS 2 y TOS 3 muestra un muy ligero descenso desde los 2,16 L/TEU en TOS 1 hasta los 2,15 L/TEU en TOS 2 y 2,14 L/TEU en TOS 3.

	Carburante total consumido por RS (L)	Carburante medio consumido por RS (L/TEU)	Carburante total consumido por YT (L)	Carburante medio consumido por YT (L/TEU)	Carburante total consumido (L)	Media de consumo de carburante (L/TEU)
TOS 1	9125,0	0,25	27156	1,90	36281,0	2,16
TOS 2	9490,0	0,24	27594	1,91	37084,0	2,15
TOS 3	8577,5	0,22	27302	1,92	35879,5	2,14

Tabla 98. Comparativa de consumo de carburante por equipamiento y TOS

	Energía consumida por las grúas (kW)	Energía consumida (%) ⁽¹⁾	Electricidad media consumida por las grúas por TEU (kW/TEU)	Electricidad media consumida por las grúas por TEU (%) ⁽¹⁾
TOS 1	277679,08	-	19,46	-
TOS 2	274589,47	-1,11	18,98	-2,47
TOS 3	274203,27	-1,25	19,27	-0,98

Tabla 99. Comparativa de consumo eléctrico por TOS

⁽¹⁾ Comparada con TOS 1.

Las emisiones de carbono (que están directamente relacionadas con el consumo de carburante y energía eléctrica) para cada uno de los equipos de manejo de contenedores, la huella de carbono global estimada de la terminal para cada TOS (CF_{TOS_i}) y la huella de carbono media por TEU (CFT_{TOS_i}), pueden observarse en las dos siguientes tablas.

Los resultados muestran que las simulaciones con TOS 2 y TOS 3 producen solamente una pequeña reducción en las emisiones de dióxido de carbono por TEU. Y, para el consumo de energía, el incremento de eficiencia y la disminución en las distancias recorridas por los equipos mediante un mejor control de las operaciones y un incremento de la capacidad de almacenamiento del patio de la terminal, junto a un nivel adicional de almacenamiento, la simulación muestra solamente una reducción del 1,4% en las emisiones de CO₂ por TEU.

	$C_{grúa}$ (kg CO ₂ /año)	Grúa kgCO ₂ / TEU	$C_{Reach\ Stacker}$ (kg CO ₂ /año)	Reach Stacker kgCO ₂ /TEU	$C_{Yard\ Tractor}$ (kg CO ₂ /año)	tractores de patio kgCO ₂ /TEU
TOS 1	100797.51	7.06	24181.25	0.67	71963.4	5.04
TOS 2	99675.98	6.89	25148.50	0.64	73124.1	5.05
TOS 3	99535.79	7.00	22730.37	0.58	72350.3	5.08

Tabla 100. Emisiones de carbono de los equipamientos de manejo de contenedores en Intersagunto Terminales por TOS

	CF_{TOS_i} (kgCO ₂ /año)	$\%CF_{TOS_i}^{(1)}$	CFT_{TOS_i} (kgCO ₂ /TEU)	$\%CFT_{TOS_i}^{(1)}$
TOS 1	196942.16	-	12.77	-
TOS 2	197948.58	+0.5	12.59	-1.4%
TOS 3	194616.46	-1.18	12.66	-0.9%

Tabla 101. Emisiones de carbono de la terminal por TOS

⁽¹⁾ Comparada con TOS 1.

Las simulaciones de TOS 2 y TOS 3 mostraron que dichas optimizaciones, basadas en las funcionalidades prioritarias, pueden mejorar ciertos aspectos operacionales como el número de contenedores manejado por la terminal (throughput), la ocupación del patio de almacenamiento de contenedores y los tiempos de permanencia. Sin embargo, no se han observado diferencias significativas en indicadores medioambientales basados en el consumo eléctrico y de carburante, y la huella de carbono de la terminal.

Cabe indicar que la investigación ha tenido varias limitaciones clave:

1. En la formación del panel de expertos el doctorando ha quedado satisfecho en cuanto a su multidisciplinaridad pero no en cuanto a su ámbito territorial ya que, excepto el experto en microsimulación de nacionalidad croata, todos han sido de ámbito muy local, favoreciendo eso sí las distintas reuniones y puestas en común.
2. La profundización en la optimización de las TOS 2 y TOS 3 ha sido la posible por medio de la colaboración con la empresa INFOPORT, pero es evidente que, con tiempo y una disposición mayor, se podría haber trabajado en cambios más profundos de los softwares.
3. El carácter local también de la terminal que ha servido como caso de estudio. Aprovechando la relación obtenida en las fases preliminares de la investigación

(alguno de los trabajadores de dicha terminal forman parte del panel de expertos) se consiguió relativamente fácil un caso de estudio cercano al doctorando lo cual facilitaba las visitas de tomas de datos y reuniones, con unas relaciones con mandos intermedios ya muy bien establecidas. Sin embargo, seguimos entrando en una excesiva localización de la investigación.

6.2. DESARROLLOS FUTUROS

Se considera que hay diferentes desarrollos futuros que pueden llegar a dar mejores resultados o, por lo menos, de una manera más generalizada. Por ello, los ámbitos de investigación en los que podríamos centrar los siguientes pasos son:

1. Aumentar el número de expertos que formaban el panel inicial para verificar, primero, si la lista de funcionalidades es totalmente completa y generalizable y, segundo, comprobar si los resultados de la jerarquización de funcionalidades siguen siendo los mismos.
2. Aumentar las funcionalidades optimizadas en el desarrollo de las TOS mejoradas, es decir, aumentar la profundidad de la optimización de las TOS 2 y 3 utilizadas en esta investigación, para observar si las pequeñas mejoras alcanzadas (sobre todo en cuanto a indicadores medioambientales) pueden mejorarse si aumentamos el espectro de optimización del software que controla la terminal.
3. En vez de tener que desarrollar 2 TOS diferentes a la utilizada por la terminal en el momento de realizar la prueba de un caso real, sería mejor poder hacer los cambios de profundización en las principales funcionalidades en la propia TOS utilizada por la terminal que pudiera ser caso de estudio real. En este caso sí que se podrían extraer conclusiones objetivas ya que se estaría mejorando el software que utiliza la terminal en el momento del caso de estudio.
4. Llevar a cabo el mismo plan de trabajo en otras terminales, a poder ser internacionales y con otras estructuras operativas y organizacionales, para comprobar si los resultados de mejora obtenidos van en la línea de los obtenidos en esta investigación y, por tanto, saber si los resultados de esta investigación pueden ser generalizables.
5. Realizar la misma investigación pero aplicando el modelo ANP en vez de AHP,

lo cual podría facultar al estudio a analizar la existencia de posibles interrelaciones entre las funcionalidades de las TOS y poder incluirlas en el modelo jerárquico a aplicar para analizar las posibles variaciones que esto podría suponer en la lista de funcionalidades TOP.

CAPÍTULO 7. DIFUSIÓN DE RESULTADOS

Esta investigación ha dado lugar a la siguiente disseminación científica:

1. Artículo “Improving the Performance of Dry and Maritime Ports by Increasing Knowledge about the Most Relevant Functionalities of the Terminal Operating System (TOS)” publicado en el mes de marzo de 2019 en la revista SUSTAINABILITY en el Special Issue “Dry ports and sustainable futures”.

Hervás-Peralta et al, 2019. “Improving the performance of dry and maritime ports by increasing knowledge about the most relevant functionalities of the terminal operating system (TOS)”, SUSTAINABILITY 2019 11(6), 1648
doi.org/10.3390/su11061648

2. Artículo de congreso “Modelling the performance of port terminals using microsimulation” presentado en el Congreso Internacional TIS ROME 2019 “INTERNATIONAL CONGRESS ON TRANSPORT INFRASTRUCTURE AND SYSTEMS IN A CHANGING WORLD” en la sesión “Maritime transport” los días 23 y 24 de septiembre de 2019.

El artículo fue elegido entre los mejores 35 artículos del congreso (de un total de 147) y propuesto para su publicación final en la revista EUROPEAN TRANSPORT.

Hervás-Peralta et al, 2020. “Modelling the performance of port terminals using microsimulation”, EUROPEAN TRANSPORT/TRANSPORTI EUROPEI 2020 Issue 76, Paper nº 3, ISSN: 1825-3997

CAPÍTULO 8. REFERENCIAS

Achimugu, P.; Selamat, A.; Ibrahim, R.; Mahrin, M.N. A systematic literature review of software requirements prioritization research. *Inf. Softw. Technol.* **2014**, 56, 568–585.

Agerschou, H; Dand, I; Sorensen T; Ernst T. Planning and design of port and marine terminals. 2nd edition, Thomas Telford Ltd: London. Institute of Civil Engineers, **2004**

Angeloudis, P; GH Bell, M. A review of container terminal simulation models. *Maritime Policy & Management*, **2011**, 38:5, 523-540

Bask, A.; Roso, V.; Andersson, D.; Hämäläinen, E. Development of seaport-dry port dyads: Two cases from Northern Europe. *J. Transp. Geogr.* **2014**, 39, 85–95.

Blanquero, R.; Carrizosa, E.; Conde, E. Inferring efficient weights from pairwise comparison matrices. *Math. Methods Oper. Res.* **2006**, 64, 271–284.

Boer C.A and Y.A.Saanan, “CONTROLS: Emulation to improve the performance of container terminals”. In Proceedings of the 2008 Winter Simulation Conference, edited by S.J. Mason, 1094-1102. Piscataway, New Jersey. Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc, **2008**

Boer CA; Saanen YA. Improving container terminal efficiency through emulation. *Journal of simulation*,6, 267-278, **2012**

Boer CA, Saanen YA. Using simulation and emulation throughout the life cycle of a container terminal. Proceedings of the 2017 Winter Simulation Conference, **2017**

Böse, J.W. Handbook of terminal planning. *Oper. Res. Comput. Sci. Interfaces Ser.* **2011**, 49, 25–40.

Bouzon, M.; Govindan, K.; Rodriguez, C.M.T.; Campos, L.M.S. Identification and analysis of reverse logistics barriers using fuzzy Delphi method and AHP. *Resour. Conserv. Recycl.* **2016**, 108, 182–197

Bruno, G.; Ghiani, G.; Improta, G. Dynamic positioning of idle automated guided vehicles. *J. Intell. Manuf.* **2000**, 11, 209–215.

Buhl, R.; Schwientek, A. Terminal Operating Systems 2016: An International Market Review of Current Software Applications for Terminal Operators; Jahn, C., Ed.; Fraunhofer Center for Maritime Logistics and Services: Stuttgart, Germany, 2016; ISBN 978-3-8396-1034-3.

Carlan, V.; Sys, C.; Vanelslander, T.; Rouboutsos, A. Digital innovation in the port sector: Barriers and facilitators. *Compet. Regul. Netw. Ind.* **2017**, 18, 71–93.

Carrizo, D.; Dieste, O.; Juristo, N. Systematizing requirements elicitation technique selection. *Inf. Softw. Technol.* **2014**, *56*, 644–669.

Clott, C.; Hartman, B.C. Supply chain integration, landside operations and port accessibility in metropolitan Chicago. *J. Transp. Geogr.* **2016**, *51*, 130–139.

Chandrakumar, C, Gowryathan J, Kulatunga A, Sanjeevan N, Incorporate LEAN and green concepts to enhance the productivity of transshipment terminal operations, *Procedia CIRP* 40 (2016) 301-306

Chen L, Da Wei Hu, Ting Xu, Highway freight terminals facilities allocation based on felxsim, *Procedia – Social and Behavioral Sciences* 96 (2013) 368-381

DEFRA, 2006. Environmental Key Performance Indicators. Reporting Guidelines for UK Business. Report PB 1132. 1 Department for Environment, Food and Rural Affairs, London, UK

De Luca, S; Di Pace, R; Carteni,A. Simulating Container Terminal Performances: Microscopic vs. Macroscopic modelling approaches. 2013 8th EUROSIM Congress on Modelling and Simulation.

Duleba, S.; Moslem, S. Examining Pareto optimality in analytic hierarchy process on real Data: An application in public transport service development. *Expert Syst. Appl.* **2019**, *116*, 21–30.

Eurostat Maritime Transport of Goods—Quarterly Data. Available online: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Maritime_transport_of_goods_-_quarterly_data (accessed on 1 July 2018).

El-Nasser A Said, G.A., M. El-Horbaty, E.-S., 2015. A Simulation Modeling Approach for Optimization of Storage Space Allocation in Container Terminal. *Int. J. Comput. Information, Syst. Control Eng.* *9*, 168–173.

Gelenbe et al, 1991. FLEXSIM: A flexible manufacturing system simulator, *European Journal of Operational Research* *53* (1991) 149-165

Ghorbanzadeh, O.; Feizizadeh, B.; Blaschke, T. An interval matrix method used to optimize the decision matrix in AHP technique for land subsidence susceptibility mapping. *Environ. Earth Sci.* **2018**, *77*, 1–19.

Ghorbanzadeh, O.; Moslem, S.; Blaschke, T.; Duleba, S. Sustainable urban transport planning considering different stakeholder groups by an interval-AHP decision support model. *Sustainability* **2019**, *11*, 9.

Günther H; Kim K. Container terminals and terminal operations. *OR Spectrum* 28, 437-445, 2006

Guo, X., Huang, S.Y., 2012. Dynamic Space and Time Partitioning for Yard Crane Workload Management in Container Terminals. *Transp. Sci.* 46, 134–148.

Ha, M.H.; Yang, Z.; Heo, M.W. A New Hybrid decision making framework for prioritising port performance improvement strategies. *Asian J. Shipp. Logist.* 2017, 33, 105–116

Ha M, Yang Z, Notteboom T, Ng A.K.Y, Heo M, 2017. Revisiting port performance measurement: a hybrid multi-stakeholder framework for the modelling of port performance indicators. *Transportation Research Part E* 103, 1-16.

Hanaoka, S.; Regmi, M.B. Promoting intermodal freight transport through the development of dry ports in Asia: An environmental perspective. *IATSS Res.* 2011, 35, 16–23.

Heilig, L.; Voß, S. Information systems in seaports: A categorization and overview. *Inf. Technol. Manag.* 2017

Hinkka V, Porkka J, Fatima Z, Hyvärinen J, Huovila A, Morales-Fusco P, Martín E, Soley G. 2018. Terminal planning: the selection of relevant KPIs to evaluate operations. *Proceedings of 7th Transport Research Arena TRA 2018, April 16-19, 2018*

ISO (International Standardization Organization), 2010. ISO 21929:2010 Building construction – Sustainability in building construction – Sustainability indicators. Part 1 – Framework for the development of indicators for buildings and core indicators

ISO (International Standardization Organization), 2014. ISO 37120: 2014 Sustainable development of communities – Indicators for city services and quality of life

Jamal, A.; Sarno, R.; Ginardi, H. Analyzing the benefit of implementing integrated dgps and terminal operating system at yard terminal Surabaya. *J. Theor. Appl. Inf. Technol.* 2017, 95, 948–959.

Ka, B. Application of Fuzzy AHP and ELECTRE to China Dry Port Location Selection. *Asian J. Shipp. Logist.* 2011, 27, 331–353.

Kia, M.; Shayan, E.; Ghotb, F. The importance of information technology in port terminal operations. *Int. J. Phys. Distrib. Logist. Manag.* 2000, 30, 331–344

Kim, K.Y.; Kim, K.H. A routing algorithm for a single transfer crane to load export containers onto a containership. *Comput. Ind. Eng.* 1997, 33, 673–676.

Kim, K.H.; Kim, H.B. The optimal determination of the space requirement and the number of transfer cranes for import containers. *Comput. Ind. Eng.* **1998**, *35*, 427–430.

Kim, K.H.; Lee, H. Container Terminal Operation: Current Trends and Future Challenges. In *Handbook of Ocean Container Transport Logistics*, 1st ed.

Lai, P.; Potter, A.; Beynon, M.; Beresford, A. Evaluating the efficiency performance of airports using an integrated AHP/DEA-AR technique. *Transp. Policy* **2015**, *42*, 75–85.

Lee, C.-Y., Meng, Q., Eds.; Springer International Publishing: Zurich, Switzerland, 2015; Volume 220, pp. 43–73, ISBN 978-3-319-11890-1.

Lee, B.K., Kim, K.H., 2013. Optimizing the yard layout in container terminals. *OR Spectr.* *35*, 363–398. <https://doi.org/10.1007/s00291-012-0298->

Li, C.-L.; Cai, X.; Lee, C.-Y. Scheduling with multiple-job-on-one-processor pattern. *IIE Trans.* **1998**, *30*, 433–445.

Li, J.; Jiang, B. Cooperation Performance Evaluation between Seaport and Dry Port; Case of Qingdao Port and Xi'an Port. *Int. J. E Navig. Marit. Econ.* **2014**, *1*, 99–109.

Merlak, J. A. Groznik, and F. Al Mansour, "Methodology of Calculation of the Carbon Footprint of Container Terminals as a Link in the Logistics Chain," *J. Civ. Environ. Eng.*, vol. 07, no. 04, 2017.

Min, H.; Ahn, S.B.; Lee, H.S.; Park, H. An integrated terminal operating system for enhancing the efficiency of seaport terminal operators. *Marit. Econ. Logist.* **2017**, *19*, 428–450.

Molero, G.D.; Santarremigia, F.E.; Aragonés-Beltrán, P.; Pastor-Ferrando, J.-P. Total safety by design: Increased safety and operability of supply chain of inland terminals for containers with dangerous goods. *Saf. Sci.* **2017**, *100*, 168–182.

Monfort A., Aguilar J., Vieira P., Monterde N., Obrer R., Calduch D., Martín, A.M., Sapiña, R. 2011. *Manual de capacidad portuaria" aplicación a terminales de contenedores*. Editado por Fundación VALENCIA PORT

Morales-Fusco P, Saurí S, Lekka A.M, Karousos I, 2016. Assessing customs performance in the mediterranean ports. KPIs selection and best practices identification as part of the MEDNET project. *Transportation Research Procedia* *18*, 374-383.

Mulliner, E.; Malys, N.; Maliene, V. Comparative analysis of MCDM methods for the assessment of sustainable housing affordability. *Omega* **2016**, *59*, 146–156.

Nazari, S.; Fallah, M.; Kazemipoor, H.; Salehipour, A. A fuzzy inference—Fuzzy analytic hierarchy process-based clinical decision support system for diagnosis of heart diseases. *Expert Syst. Appl.* **2018**, *95*, 261–271.

OOCL. OOCL Reaches Milestone with the Christening of the OOCL Hong Kong. Available online: <http://www.oocl.com/eng/pressandmedia/pressreleases/2017/Pages/12may17.aspx> (accessed on 2 June 2018).

Olesen, P.B., Dukovska-Popovska, I., Hvolby, H., 2013. Improving Port Terminal Operations through Information Sharing. 19th Adv. Prod. Manag. Syst. (APMS), Sep 2012, Rhodes, Greece. Springer, IFIP Adv. Inf. Commun. Technol. AICT-398 (Part II) 662–669. https://doi.org/10.1007/978-3-642-40361-3_84

Oskin, B. Ship Traffic Increases Dramatically, to Oceans' Detriment. Available online: <https://www.livescience.com/48788-ocean-shipping-big-increase-satellites.html> (accessed on 2 April 2018).

Palacio, A.; Adenso-Díaz, B.; Lozano, S. A decision-making model to design a sustainable container depot logistic network: The case of the Port of Valencia. *Transport* **2015**, *33*, 1–12.

Pedroso, G.; Bermann, C.; Sanches-Pereira, A. Combining the functional unit concept and the analytic hierarchy process method for performance assessment of public transport options. *Case Stud. Transp. Policy* **2018**, *6*, 722–736.

Prokopowicz, A.K.; Berg-Andreassen, J. An Evaluation of Current Trends in Container Shipping Industry, Very Large Container Ships (VLCs), and Port Capacities to Accommodate TTIP Increased Trade. *Transp. Res. Procedia* **2016**, *14*, 2910–2919.

Roso, V. Evaluation of the dry port concept from an environmental perspective: A note. *Transp. Res. Part D Transp. Environ.* **2007**, *12*, 523–527.

Renken, K.; Zander, K. Terminal operation software: A saturated market? In Proceedings of the 7th Transport Research Arena TRA 2018, Vienna, Austria, 16–19 April 2018; pp. 1–8.

Saaty, T.L. *The Analytic Hierarchy Process, Planning, Priority Setting, Resource Allocation*; McGraw-Hill: New York, NY, USA, 1980.

Saaty, T.L. The analytic hierarchy process: What it is and how it is used. *Math. Model.* **1987**, *9*, 161–176.

Saaty, T.L.; Ozdemir, M.S. Why the magic number seven plus or minus two. *Math. Comput. Model.* **2003**, *38*, 233–244.

Saaty, T.L. Multiple Criteria Decision Analysis. Chapter 10 -The Analytic Hierarchy and Analytic Network Processes for the Measurement of Intangible Criteria and for Decision-Making. International Series in Operations Research & Management Science, Volume 233 (363-421), Springer, **2016**

Sagir Özdemir, M. Seven. Int. J. Anal. Hierarchy Process **2017**, 9.

Santarremigia, F.E.; Molero, G.D.; Poveda-Reyes, S.; Aguilar-Herrando, J. Railway safety by designing the layout of inland terminals with dangerous goods connected with the rail transport system. Saf. Sci. **2018**,110, 206–216.

Schütt, H. Simualtion technology in planning, implementation and operation of container terminals. In Handbook of terminal planning, edited by J.W.Böse, 103-116, Springer: New York, **2011**

Segnestam L, 2002. Indicators of environment and sustainable development. Theories and practical experience. The Worl Bank Environment Department. Environmental Economics series. Paper number 89. December 2002. Washington, USA

Selfin, Y.; Hope, D. Future of world trade: Top 25 sea and air freight routes in 2030. Economic Views: Future of theWorld Trade; PricewaterhouseCoopers: London, UK, 2011.

Shen, Y.; Yao, J.; Zhang, H. Design and implementation of the container terminal operating system based on service-oriented architecture (SOA). In Proceedings of the 2008 International Conference on Cyberworlds, Hangzhou, China, 22–24 September 2008; pp. 794–799.

Soloviova,L; Strelko, O; Isasienko, S; Soloviova, O; Berduychenko, Yu. Container transport system as a menas of saving resources. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 459, **2020**, 052070

Stahlbock, R.; Voß, S. Operations research at container terminals: A literature update. OR Spectr. **2008**, 30, 1–52.

Steenken, D.; Voß, S.; Stahlbock, R. Container terminal operation and operations research—A classification and literature review. OR Spectr. **2004**, 26, 3–49.

Stojakovic,M; Twrdy, E. The influence of yard trucks on berth operations in smaller container terminals. Scientific Journal of Maritime Research 33, **2019**, 171-175

The Clarkson Centre for Business Ethics. Principles of Stakeholder Management. The Clarkson Principles; University of Toronto: Toronto, ON, Canada, 1999; ISBN 0-7727-8609-7.

Tramarico, C.L.; Salomon, V.A.P.; Marins, F.A.S. Analytic hierarchy Process and supply chain management: A bibliometric study. *Procedia Comput. Sci.* **2015**, *55*, 441–450

Tsao, Y.-C.; Linh, V.T. Seaport-dry port network design considering multimodal transport and carbón emissions. *J. Clean. Prod.* **2018**, *199*, 481–492.

Van Duin J.H.R and H. Geerlings, “Estimating CO2 footprints of container terminal port-operations,” *Int. J. Sustain. Dev. Plan.*, vol. 6, no. 4, pp. 459–473, Nov. 2011.

Velasquez, M.; Hester, P.T. An analysis of multi-criteria decision making methods. *Int. J. Oper. Res.* **2013**, *10*. 56–66.

Wallenius, J.; Dyer, J.S.; Fishburn, P.C.; Steuer, R.E.; Zionts, S.; Deb, K. Multiple criteria decision making, multiattribute utility theory: Recent accomplishments and what lies ahead. *Manag. Sci.* **2008**, *54*, 1336–1349.

Wei H, Xi Jian-guo. Simulation system for bus station based on Flexsim(J). *Journal of chang: an University: Natural Science Edition*, 2010, 30(2): 89-95

Wiegmans, B.; Witte, P.; Spit, T. Inland port performance: A statistical analysis of Dutch inland ports. *Transp. Res. Procedia* **2015**, *8*, 145–154.

Willis, R. A Guide to Selecting, Implementing and Maximising a Tos. Available online:<https://www.porttechnology.org/technical-papers/new-paper-an-early-christmas-gift-for-terminal-operators> (accessed on 7 January 2019).

Woxenius, J.; Roso, V.; Lumsden, K. The dry port concept—connecting seaports with their hinterland by rail. In *Proceedings of the ICLSP, Dalian, China, 22–26 September 2004*; pp. 22–26.

Zhang, C.; Liu, J.; Wan, Y.; Murty, K.G.; Linn, R.J. Storage space allocation in container terminals. *Transp. Res. Part B Methodol.* **2003**, *37*, 883–903.

ANEJO 1: MODELO DE CUESTIONARIO A EXPERTOS PARA LA COMPARACIÓN POR PARES DE FUNCIONALIDADES

CUESTIONARIO DEL GRUPO GOAL (ELEMENTOS MÁS IMPORTANTES DE UNA TOS)

CUESTIONARIO DEL NODO GOAL (ELEMENTOS MÁS IMPORTANTES DE UNA TOS)

Compare los siguientes elementos según su influencia sobre el GOAL (ELEMENTOS MÁS IMPORTANTES DE UNA TOS)

A: A WAREHOUSE

B: B.MARITIME OPERATIONS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A WAREHOUSE

B: C.GATE

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A WAREHOUSE

B: D.MASTER DATA

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A WAREHOUSE

B: F.COMMUNICATIONS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A WAREHOUSE

B: E.ERP DASHBOARD

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: B.MARITIME OPERATIONS

B: C.GATE

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: B.MARITIME OPERATIONS

B: D.MASTER DATA

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: B.MARITIME OPERATIONS

B: F.COMMUNICATIONS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: B.MARITIME OPERATIONS

B: E.ERP DASHBOARD

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: C.GATE

B: D.MASTER DATA

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: C.GATE

B: F.COMMUNICATIONS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: C.GATE

B: E.ERP DASHBOARD

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.MASTER DATA

B: F.COMMUNICATIONS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.MASTER DATA

B: E.ERP DASHBOARD

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: F.COMMUNICATIONS

B: E.ERP DASHBOARD

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

CUESTIONARIO DEL NODO A.WAREHOUSE

Compare los siguientes elementos según su influencia sobre el A.WAREHOUSE

A: A1.YARD MANAGEMENT

B: A2.CLAIMS AND INSPECTIONS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A1.YARD MANAGEMENT

B: A3.CARGO CONTROL

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A2.CLAIMS AND INSPECTIONS

B: A3.CARGO CONTROL

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

CUESTIONARIO DEL NODO B.MARITIME OPERATIONS

Compare los siguientes elementos según su influencia sobre el B.MARITIME OPERATIONS

A: B1.BERTH MANAGEMENT

B: B2.PORT AND VESSELS OPERATIONS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

CUESTIONARIO DEL NODO D.MASTER DATA

Compare los siguientes elementos según su influencia sobre el D.MASTER DATA

A: D1.VEHICLE AND EQUIPMENT MANAGEMENT

B: D2.PERSONNEL MANAGEMENT

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D1.VEHICLE AND EQUIPMENT MANAGEMENT

B: D3.INVENTORY AND WAREHOUSE MANAGEMENT

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D1.VEHICLE AND EQUIPMENT MANAGEMENT

B: D4.DOCUMENT MANAGEMENT

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D1.VEHICLE AND EQUIPMENT MANAGEMENT

B: D5.CUSTOMER MANAGEMENT

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D1.VEHICLE AND EQUIPMENT MANAGEMENT

B: D6.INVOICING AND PURCHASING

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D2.PERSONNEL MANAGEMENT

B: D3.INVENTORY AND WAREHOUSE MANAGEMENT

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D2.PERSONNEL MANAGEMENT

B: D4.DOCUMENT MANAGEMENT

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D2.PERSONNEL MANAGEMENT

B: D5.CUSTOMER MANAGEMENT

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D2.PERSONNEL MANAGEMENT

B: D6.INVOICING AND PURCHAISING

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D3.INVENTORY AND WAREHOUSE MANAGEMENT

B: D4.DOCUMENT MANAGEMENT

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D3.INVENTORY AND WAREHOUSE MANAGEMENT

B: D5.CUSTOMER MANAGEMENT

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D3.INVENTORY AND WAREHOUSE MANAGEMENT

B: D6.INVOICING AND PURCHAISING

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D4.DOCUMENT MANAGEMENT

B: D5.CUSTOMER MANAGEMENT

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D4.DOCUMENT MANAGEMENT

B: D6.INVOICING AND PURCHAISING

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D5.CUSTOMER MANAGEMENT

B: D6.INVOICING AND PURCHASING

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

Compare los siguientes elementos según su influencia sobre el E.ERP DASHBOARD

A: E1.DATA ANALITYCS AND REPORTING

B: E2.PERFORMANCE ANALYSIS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

CUESTIONARIO DEL NODO F.COMMUNICATIONS

Compare los siguientes elementos según su influencia sobre el F.COMMUNICATIONS

A: F1.COMMUNICATIONS AND MESSAGING

B: F2.PARTNER AND CLIENT NOTIFICATION

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: F1.COMMUNICATIONS AND MESSAGING

B: F3.TRACK AND TRACE

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: F2.PARTNER AND CLIENT NOTIFICATION

B: F3.TRACK AND TRACE

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

CUESTIONARIO DEL NODO A1.YARD MANAGEMENT

Compare los siguientes elementos según su influencia sobre el A1.YARD MANAGEMENT

A: A.1.1.YARD CONFIGURATION

B: A.1.2.TECHNICAL OPTIMIZATIONS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

CUESTIONARIO DEL NODO A3.CARGO CONTROL

Compare los siguientes elementos según su influencia sobre el A3.CARGO CONTROL

A: A.3.1.TRACK AND NOTIFICATIONS

B: A.3.2.CARGO CONTROL

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

CUESTIONARIO DEL NODO B2.PORT AND VESSELS OPERATIONS

Compare los siguientes elementos según su influencia sobre el B2.PORT AND VESSELS OPERATIONS

A: B.2.1.LISTS AND CONFIRMATION

B: B.2.2.MARITIME REPORTS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

CUESTIONARIO DEL NODO D3.INVENTORY AND WAREHOUSE MANAGEMENT

Compare los siguientes elementos según su influencia sobre el D3.INVENTORY AND WAREHOUSE MANAGEMENT

A: D.3.1.INVENTORY MANAGEMENT

B: D.3.2.AUTOMATIONS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

CUESTIONARIO DEL NODO D6.INVOICING AND PURCHAISING

Compare los siguientes elementos según su influencia sobre el D6.INVOICING AND PURCHAISING

A: D.6.1.INVOICING

B: D.6.2.COST ANALYSIS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

CUESTIONARIO DEL NODO E1.DATA ANALITYCS AND REPORTING

Compare los siguientes elementos según su influencia sobre el E1.DATA ANALITYCS AND REPORTING

A: E.1.1.DATA REPORTING

B: E.1.2.DATA QUERIES

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

CUESTIONARIO DEL GRUPO 3rd LEVEL

CUESTIONARIO DEL NODO A.1.1.YARD CONFIGURATION

Compare los siguientes elementos según su influencia sobre el A.1.1.YARD CONFIGURATION

A: A.1.1.1.CUSTOMIZABLE LAYOUT

B: A.1.1.2.LOCATION HISTORIC

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.1.1.1.CUSTOMIZABLE LAYOUT

B: A.1.1.3.SPACE OPTIMIZED

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.1.1.1.CUSTOMIZABLE LAYOUT

B: A.1.1.4.LOCATION OPTIMIZED

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.1.1.2.LOCATION HISTORIC

B: A.1.1.3.SPACE OPTIMIZED

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.1.1.2.LOCATION HISTORIC

B: A.1.1.4.LOCATION OPTIMIZED

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.1.1.3.SPACE OPTIMIZED

B: A.1.1.4.LOCATION OPTIMIZED

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

CUESTIONARIO DEL NODO A.1.2.TECHNICAL OPTIMIZATIONS

Compare los siguientes elementos según su influencia sobre el A.1.2.TECHNICAL OPTIMIZATIONS

A: A.1.2.1.GIS INTEGRATION

B: A.1.2.2.OPERATING PROCEDURES

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.1.2.1.GIS INTEGRATION

B: A.1.2.3.CUSTOMER INTEGRATIONS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.1.2.1.GIS INTEGRATION

B: A.1.2.4.MULTIMODAL OPTIMIZATION

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.1.2.2.OPERATING PROCEDURES

B: A.1.2.3.CUSTOMER INTEGRATIONS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.1.2.2.OPERATING PROCEDURES

B: A.1.2.4.MULTIMODAL OPTIMIZATION

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.1.2.3.CUSTOMER INTEGRATIONS

B: A.1.2.4.MULTIMODAL OPTIMIZATION

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

CUESTIONARIO DEL NODO A.2.1.CLAIMS AND INSPECTIONS

Compare los siguientes elementos según su influencia sobre el A.2.1.CLAIMS AND INSPECTIONS

A: A.2.1.1.INSPECTIONS TRACEABILITY

B: A.2.1.2.INSPECTIONS ALERT

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.2.1.1.INSPECTIONS TRACEABILITY

B: A.2.1.3.INSPECTIONS REPORTS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.2.1.2.INSPECTIONS ALERT

B: A.2.1.3.INSPECTIONS REPORTS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

CUESTIONARIO DEL NODO A.3.1.TRACK AND NOTIFICATIONS

Compare los siguientes elementos según su influencia sobre el A.3.1.TRACK AND NOTIFICATIONS

A: A.3.1.1.DELIVERY NOTIFICATIONS

B: A.3.1.2.DELIVERY ALERTS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.3.1.1.DELIVERY NOTIFICATIONS

B: A.3.1.3.ARRIVAL NOTIFICATIONS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.3.1.1.DELIVERY NOTIFICATIONS

B: A.3.1.4.ACCEPTANCE NOTIFICATIONS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.3.1.1.DELIVERY NOTIFICATIONS

B: A.3.1.5.WORKS TRACEABILITY

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.3.1.2.DELIVERY ALERTS

B: A.3.1.3.ARRIVAL NOTIFICATIONS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.3.1.2.DELIVERY ALERTS

B: A.3.1.4.ACCEPTANCE NOTIFICATIONS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.3.1.2.DELIVERY ALERTS

B: A.3.1.5.WORKS TRACEABILITY

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.3.1.3.ARRIVAL NOTIFICATIONS

B: A.3.1.4.ACCEPTANCE NOTIFICATIONS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.3.1.3.ARRIVAL NOTIFICATIONS

B: A.3.1.5.WORKS TRACEABILITY

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.3.1.4.ACCEPTANCE NOTIFICATIONS

B: A.3.1.5.WORKS TRACEABILITY

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

CUESTIONARIO DEL NODO A.3.2.CARGO CONTROL

Compare los siguientes elementos según su influencia sobre el A.3.2.CARGO CONTROL

A: A.3.2.1.BL UPDATES

B: A.3.2.2.FLEXIBLE TARIFFS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.3.2.1.BL UPDATES

B: A.3.2.3.CARGO VERIFICATIONS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.3.2.1.BL UPDATES

B: A.3.2.4.DAMAGES RECORDING

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.3.2.1.BL UPDATES

B: A.3.2.5.CARGO TAGS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.3.2.1.BL UPDATES

B: A.3.2.6.GROOS MASS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.3.2.1.BL UPDATES

B: A.3.2.7.PACKING LIST

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.3.2.2.FLEXIBLE TARIFFS

B: A.3.2.3.CARGO VERIFICATIONS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.3.2.2.FLEXIBLE TARIFFS

B: A.3.2.4.DAMAGES RECORDING

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.3.2.2.FLEXIBLE TARIFFS

B: A.3.2.5.CARGO TAGS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.3.2.2.FLEXIBLE TARIFFS

B: A.3.2.6.GROOS MASS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.3.2.2.FLEXIBLE TARIFFS

B: A.3.2.7.PACKING LIST

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.3.2.3.CARGO VERIFICATIONS

B: A.3.2.4.DAMAGES RECORDING

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.3.2.3.CARGO VERIFICATIONS

B: A.3.2.5.CARGO TAGS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.3.2.3.CARGO VERIFICATIONS

B: A.3.2.6.GROOS MASS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.3.2.3.CARGO VERIFICATIONS

B: A.3.2.7.PACKING LIST

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.3.2.4.DAMAGES RECORDING

B: A.3.2.5.CARGO TAGS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.3.2.4.DAMAGES RECORDING

B: A.3.2.6.GROOS MASS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.3.2.4.DAMAGES RECORDING

B: A.3.2.7.PACKING LIST

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.3.2.5.CARGO TAGS

B: A.3.2.6.GROOS MASS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.3.2.5.CARGO TAGS

B: A.3.2.7.PACKING LIST

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: A.3.2.6.GROOS MASS

B: A.3.2.7.PACKING LIST

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

CUESTIONARIO DEL NODO B.2.1.LISTS AND CONFIRMATION

Compare los siguientes elementos según su influencia sobre el B.2.1.LISTS AND CONFIRMATION

A: B.2.1.1.DISCHARGE CONFIRMATIONS

B: B.2.1.2.LOADING LISTS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: B.2.1.1.DISCHARGE CONFIRMATIONS

B: B.2.1.3.UPDATED LISTS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: B.2.1.1.DISCHARGE CONFIRMATIONS

B: B.2.1.4.UPDATED STOCK

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: B.2.1.1.DISCHARGE CONFIRMATIONS

B: B.2.1.5.LIST CONFIRMATIONS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: B.2.1.2.LOADING LISTS

B: B.2.1.3.UPDATED LISTS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: B.2.1.2.LOADING LISTS

B: B.2.1.4.UPDATED STOCK

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: B.2.1.2.LOADING LISTS

B: B.2.1.5.LIST CONFIRMATIONS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: B.2.1.3.UPDATED LISTS

B: B.2.1.4.UPDATED STOCK

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: B.2.1.3.UPDATED LISTS

B: B.2.1.5.LIST CONFIRMATIONS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: B.2.1.4.UPDATED STOCK

B: B.2.1.5.LIST CONFIRMATIONS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

CUESTIONARIO DEL NODO B.2.2.MARITIME REPORTS

Compare los siguientes elementos según su influencia sobre el B.2.2.MARITIME

REPORTS

A: B.2.2.1.DAMAGE REPORTS

B: B.2.2.2.CLEANING REPORTS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: B.2.2.1.DAMAGE REPORTS

B: B.2.2.3.EMERGENCY REPORTS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: B.2.2.2.CLEANING REPORTS

B: B.2.2.3.EMERGENCY REPORTS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

CUESTIONARIO DEL NODO B1.1.BERTH MANAGEMENT

Compare los siguientes elementos según su influencia sobre el B1.1.BERTH MANAGEMENT

A: B.1.1.1.TIMES TRACKING

B: B.1.1.2.VESSEL DATA EXTENDED

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: B.1.1.1.TIMES TRACKING

B: B.1.1.3.SPECIAL CALLS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: B.1.1.1.TIMES TRACKING

B: B.1.1.4.CUSTOMIZABLE ALERTS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: B.1.1.1.TIMES TRACKING

B: B.1.1.5.WATERWAY CONTROL

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: B.1.1.1.TIMES TRACKING

B: B.1.1.6.BARGE BERTHS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: B.1.1.1.TIMES TRACKING

B: B.1.1.7.MOBILE DATA

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: B.1.1.2.VESSEL DATA EXTENDED

B: B.1.1.3.SPECIAL CALLS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: B.1.1.2.VESSEL DATA EXTENDED

B: B.1.1.4.CUSTOMIZABLE ALERTS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: B.1.1.2.VESSEL DATA EXTENDED

B: B.1.1.5.WATERWAY CONTROL

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: B.1.1.2.VESSEL DATA EXTENDED

B: B.1.1.6.BARGE BERTHS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: B.1.1.2.VESSEL DATA EXTENDED

B: B.1.1.7.MOBILE DATA

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: B.1.1.3.SPECIAL CALLS

B: B.1.1.4.CUSTOMIZABLE ALERTS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: B.1.1.3.SPECIAL CALLS

B: B.1.1.5.WATERWAY CONTROL

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: B.1.1.3.SPECIAL CALLS

B: B.1.1.6.BARGE BERTHS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: B.1.1.3.SPECIAL CALLS

B: B.1.1.7.MOBILE DATA

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: B.1.1.4.CUSTOMIZABLE ALERTS

B: B.1.1.5.WATERWAY CONTROL

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: B.1.1.4.CUSTOMIZABLE ALERTS

B: B.1.1.6.BARGE BERTHS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: B.1.1.4.CUSTOMIZABLE ALERTS

B: B.1.1.7.MOBILE DATA

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: B.1.1.5.WATERWAY CONTROL

B: B.1.1.6.BARGE BERTHS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: B.1.1.5.WATERWAY CONTROL

B: B.1.1.7.MOBILE DATA

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: B.1.1.6.BARGE BERTHS

B: B.1.1.7.MOBILE DATA

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

CUESTIONARIO DEL NODO C.1.1.GATE IN AND OUT MANAGEMENT

Compare los siguientes elementos según su influencia sobre el C.1.1.GATE IN AND OUT MANAGEMENT

A: C.1.1.1.DELIVERY MANAGEMENT

B: C.1.1.2.MOVEMENT TRACEABILITY

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: C.1.1.1.DELIVERY MANAGEMENT

B: C.1.1.3.PRIOR APPOINTMENTS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: C.1.1.1.DELIVERY MANAGEMENT

B: C.1.1.4.PENDING ARRIVALS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: C.1.1.1.DELIVERY MANAGEMENT

B: C.1.1.5.GATE OPERATIONS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: C.1.1.1.DELIVERY MANAGEMENT

B: C.1.1.6.VERIFIED GROSS MASS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: C.1.1.1.DELIVERY MANAGEMENT

B: C.1.1.7.CAPACITY LIMITS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: C.1.1.2.MOVEMENT TRACEABILITY

B: C.1.1.3.PRIOR APPOINTMENTS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: C.1.1.2.MOVEMENT TRACEABILITY

B: C.1.1.4.PENDING ARRIVALS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: C.1.1.2.MOVEMENT TRACEABILITY

B: C.1.1.5.GATE OPERATIONS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: C.1.1.2.MOVEMENT TRACEABILITY

B: C.1.1.6.VERIFIED GROSS MASS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: C.1.1.2.MOVEMENT TRACEABILITY

B: C.1.1.7.CAPACITY LIMITS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: C.1.1.3.PRIOR APPOINTMENTS

B: C.1.1.4.PENDING ARRIVALS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: C.1.1.3.PRIOR APPOINTMENTS

B: C.1.1.5.GATE OPERATIONS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: C.1.1.3.PRIOR APPOINTMENTS

B: C.1.1.6.VERIFIED GROSS MASS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: C.1.1.3.PRIOR APPOINTMENTS

B: C.1.1.7.CAPACITY LIMITS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: C.1.1.4.PENDING ARRIVALS

B: C.1.1.5.GATE OPERATIONS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: C.1.1.4.PENDING ARRIVALS

B: C.1.1.6.VERIFIED GROSS MASS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: C.1.1.4.PENDING ARRIVALS

B: C.1.1.7.CAPACITY LIMITS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: C.1.1.5.GATE OPERATIONS

B: C.1.1.6.VERIFIED GROSS MASS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: C.1.1.5.GATE OPERATIONS

B: C.1.1.7.CAPACITY LIMITS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: C.1.1.6.VERIFIED GROSS MASS

B: C.1.1.7.CAPACITY LIMITS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

CUESTIONARIO DEL NODO D.1.1.VEHICLES

Compare los siguientes elementos según su influencia sobre el D.1.1.VEHICLES

A: D.1.1.1.TIME CONTROL

B: D.1.1.2.INCIDENT TRACEABILITY

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.1.1.1.TIME CONTROL

B: D.1.1.3.KPI AND SLA

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.1.1.1.TIME CONTROL

B: D.1.1.4.TIME PER TASK

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.1.1.1.TIME CONTROL

B: D.1.1.5.EQUIPMENT AVAILABILITY

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.1.1.1.TIME CONTROL

B: D.1.1.6.QR CODES

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.1.1.1.TIME CONTROL

B: D.1.1.7.RESOURCES REQUESTS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.1.1.2.INCIDENT TRACEABILITY

B: D.1.1.3.KPI AND SLA

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.1.1.2.INCIDENT TRACEABILITY

B: D.1.1.4.TIME PER TASK

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.1.1.2.INCIDENT TRACEABILITY

B: D.1.1.5.EQUIPMENT AVAILABILITY

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.1.1.2.INCIDENT TRACEABILITY

B: D.1.1.6.QR CODES

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.1.1.2.INCIDENT TRACEABILITY

B: D.1.1.7.RESOURCES REQUESTS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.1.1.3.KPI AND SLA

B: D.1.1.4.TIME PER TASK

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.1.1.3.KPI AND SLA

B: D.1.1.5.EQUIPMENT AVAILABILITY

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.1.1.3.KPI AND SLA

B: D.1.1.6.QR CODES

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.1.1.3.KPI AND SLA

B: D.1.1.7.RESOURCES REQUESTS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.1.1.4.TIME PER TASK

B: D.1.1.5.EQUIPMENT AVAILABILITY

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.1.1.4.TIME PER TASK

B: D.1.1.6.QR CODES

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.1.1.4.TIME PER TASK

B: D.1.1.7.RESOURCES REQUESTS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.1.1.5.EQUIPMENT AVAILABILITY

B: D.1.1.6.QR CODES

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.1.1.5.EQUIPMENT AVAILABILITY

B: D.1.1.7.RESOURCES REQUESTS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.1.1.6.QR CODES

B: D.1.1.7.RESOURCES REQUESTS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

CUESTIONARIO DEL NODO D.2.1.HUMAN RESOURCES

Compare los siguientes elementos según su influencia sobre el D.2.1.HUMAN

RESOURCES

A: D.2.1.1.EFFICIENCY REPORTS

B: D.2.1.2.CAPACITY ISSUES

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.2.1.1.EFFICIENCY REPORTS

B: D.2.1.3.RAMPING UP AND DOWN

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.2.1.1.EFFICIENCY REPORTS

B: D.2.1.4.WORKER COMPETENCES

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.2.1.1.EFFICIENCY REPORTS

B: D.2.1.5.KPI AND SLA REQUIREMENTS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.2.1.1.EFFICIENCY REPORTS

B: D.2.1.6.ARRIVAL AND DISPATCH SCHEDULES

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.2.1.1.EFFICIENCY REPORTS

B: D.2.1.7.EMPLOYMENT LEGISLATION

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.2.1.2.CAPACITY ISSUES

B: D.2.1.3.RAMPING UP AND DOWN

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.2.1.2.CAPACITY ISSUES

B: D.2.1.4.WORKER COMPETENCES

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.2.1.2.CAPACITY ISSUES

B: D.2.1.5.KPI AND SLA REQUIREMENTS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.2.1.2.CAPACITY ISSUES

B: D.2.1.6.ARRIVALAND DISPATCH SCHEDULES

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.2.1.2.CAPACITY ISSUES

B: D.2.1.7.EMPLOYMENT LEGISLATION

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.2.1.3.RAMPING UP AND DOWN

B: D.2.1.4.WORKER COMPETENCES

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.2.1.3.RAMPING UP AND DOWN

B: D.2.1.5.KPI AND SLA REQUIREMENTS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.2.1.3.RAMPING UP AND DOWN

B: D.2.1.6.ARRIVALAND DISPATCH SCHEDULES

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.2.1.3.RAMPING UP AND DOWN

B: D.2.1.7.EMPLOYMENT LEGISLATION

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.2.1.4.WORKER COMPETENCES

B: D.2.1.5.KPI AND SLA REQUIREMENTS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.2.1.4.WORKER COMPETENCES

B: D.2.1.6.ARRIVALAND DISPATCH SCHEDULES

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.2.1.4.WORKER COMPETENCES

B: D.2.1.7.EMPLOYMENT LEGISLATION

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.2.1.5.KPI AND SLA REQUIREMENTS

B: D.2.1.6.ARRIVALAND DISPATCH SCHEDULES

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.2.1.5.KPI AND SLA REQUIREMENTS

B: D.2.1.7.EMPLOYMENT LEGISLATION

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.2.1.6.ARRIVALAND DISPATCH SCHEDULES

B: D.2.1.7.EMPLOYMENT LEGISLATION

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

CUESTIONARIO DEL NODO D.3.1.INVENTORY MANAGEMENT

Compare los siguientes elementos según su influencia sobre el D.3.1.INVENTORY MANAGEMENT

A: D.3.1.1.MANAGE INVENTORY

B: D.3.1.2.INVENTORY DISCREPANCES

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.3.1.1.MANAGE INVENTORY

B: D.3.1.3.INVENTORY BY DESCRIPTION

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.3.1.1.MANAGE INVENTORY

B: D.3.1.4.INVENTORY BY IN/OUT

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.3.1.2.INVENTORY DISCREPANCES

B: D.3.1.3.INVENTORY BY DESCRIPTION

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.3.1.2.INVENTORY DISCREPANCES

B: D.3.1.4.INVENTORY BY IN/OUT

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.3.1.3.INVENTORY BY DESCRIPTION

B: D.3.1.4.INVENTORY BY IN/OUT

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

CUESTIONARIO DEL NODO D.3.2.AUTOMATIONS

Compare los siguientes elementos según su influencia sobre el D.3.2.AUTOMATIONS

A: D.3.2.1.REAL TIME ORDERING

B: D.3.2.2.REAL TIME PARTS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.3.2.1.REAL TIME ORDERING

B: D.3.2.3.PICKING LIST

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.3.2.1.REAL TIME ORDERING

B: D.3.2.4.OPTIMISED STOCKHOLDING

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.3.2.2.REAL TIME PARTS

B: D.3.2.3.PICKING LIST

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.3.2.2.REAL TIME PARTS

B: D.3.2.4.OPTIMISED STOCKHOLDING

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.3.2.3.PICKING LIST

B: D.3.2.4.OPTIMISED STOCKHOLDING

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

CUESTIONARIO DEL NODO D.4.1.DOCUMENT MANAGEMENT

Compare los siguientes elementos según su influencia sobre el D.4.1.DOCUMENT MANAGEMENT

A: D.4.1.1.FILE REPOSITORY

B: D.4.1.2.DATE AND TIME STAMP

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.4.1.1.FILE REPOSITORY

B: D.4.1.3.PRINT DOCUMENTS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.4.1.2.DATE AND TIME STAMP

B: D.4.1.3.PRINT DOCUMENTS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

CUESTIONARIO DEL NODO D.5.1.CUSTOMER MANAGEMENT

Compare los siguientes elementos según su influencia sobre el D.5.1.CUSTOMER MANAGEMENT

A: D.5.1.1.CREATE QUOTES

B: D.5.1.2.QUOTE REPORTING

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.5.1.1.CREATE QUOTES

B: D.5.1.3.RECORD TRACEABILITY

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.5.1.2.QUOTE REPORTING

B: D.5.1.3.RECORD TRACEABILITY

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

CUESTIONARIO DEL NODO D.6.1.INVOICING

Compare los siguientes elementos según su influencia sobre el D.6.1.INVOICING

A: D.6.1.1.SPECIFIC TARIFFS

B: D.6.1.2.BL MANAGEMENT

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.6.1.1.SPECIFIC TARIFFS

B: D.6.1.3.EVALUATE ORDERS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.6.1.1.SPECIFIC TARIFFS

B: D.6.1.4.CUSTOMER BOOKING

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.6.1.1.SPECIFIC TARIFFS

B: D.6.1.5.SPECIAL BILLINGS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.6.1.1.SPECIFIC TARIFFS

B: D.6.1.6.BILLING REQUIREMENTS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.6.1.2.BL MANAGEMENT

B: D.6.1.3.EVALUATE ORDERS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.6.1.2.BL MANAGEMENT

B: D.6.1.4.CUSTOMER BOOKING

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.6.1.2.BL MANAGEMENT

B: D.6.1.5.SPECIAL BILLINGS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.6.1.2.BL MANAGEMENT

B: D.6.1.6.BILLING REQUIREMENTS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.6.1.3.EVALUATE ORDERS

B: D.6.1.4.CUSTOMER BOOKING

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.6.1.3.EVALUATE ORDERS

B: D.6.1.5.SPECIAL BILLINGS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.6.1.3.EVALUATE ORDERS

B: D.6.1.6.BILLING REQUIREMENTS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.6.1.4.CUSTOMER BOOKING

B: D.6.1.5.SPECIAL BILLINGS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.6.1.4.CUSTOMER BOOKING

B: D.6.1.6.BILLING REQUIREMENTS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: D.6.1.5.SPECIAL BILLINGS

B: D.6.1.6.BILLING REQUIREMENTS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

CUESTIONARIO DEL NODO D.6.2.COST ANALYSIS

Compare los siguientes elementos según su influencia sobre el D.6.2.COST ANALYSIS

A: D.6.2.1.COST REPORTS

B: D.6.2.2.BILLING INTEGRATION

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

CUESTIONARIO DEL NODO E.1.1.DATA REPORTING

Compare los siguientes elementos según su influencia sobre el E.1.1.DATA REPORTING

A: E.1.1.1.STANDARD REPORTS

B: E.1.1.2.CUSTOM REPORTS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: E.1.1.1.STANDARD REPORTS

B: E.1.1.3.REPORT WITHIN SYSTEM

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: E.1.1.1.STANDARD REPORTS

B: E.1.1.4.THIRD PARTY REPORTING

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: E.1.1.1.STANDARD REPORTS

B: E.1.1.5.AUTOMATE DISSEMINATION

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: E.1.1.1.STANDARD REPORTS

B: E.1.1.6.HISTORICAL REPORTING

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: E.1.1.1.STANDARD REPORTS

B: E.1.1.7.FILE EXPORT

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: E.1.1.2.CUSTOM REPORTS

B: E.1.1.3.REPORT WITHIN SYSTEM

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
--	----------------------------	----------------------------	---	--

			importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: E.1.1.2.CUSTOM REPORTS

B: E.1.1.4.THIRD PARTY REPORTING

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: E.1.1.2.CUSTOM REPORTS

B: E.1.1.5.AUTOMATE DISSEMINATION

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: E.1.1.2.CUSTOM REPORTS

B: E.1.1.6.HISTORICAL REPORTING

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: E.1.1.2.CUSTOM REPORTS

B: E.1.1.7.FILE EXPORT

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: E.1.1.3.REPORT WITHIN SYSTEM

B: E.1.1.4.THIRD PARTY REPORTING

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: E.1.1.3.REPORT WITHIN SYSTEM

B: E.1.1.5.AUTOMATE DISSEMINATION

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: E.1.1.3.REPORT WITHIN SYSTEM

B: E.1.1.6.HISTORICAL REPORTING

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
--	----------------------------	----------------------------	---	--

			importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: E.1.1.3.REPORT WITHIN SYSTEM

B: E.1.1.7.FILE EXPORT

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: E.1.1.4.THIRD PARTY REPORTING

B: E.1.1.5.AUTOMATE DISSEMINATION

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: E.1.1.4.THIRD PARTY REPORTING

B: E.1.1.6.HISTORICAL REPORTING

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: E.1.1.4.THIRD PARTY REPORTING

B: E.1.1.7.FILE EXPORT

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: E.1.1.5.AUTOMATE DISSEMINATION

B: E.1.1.6.HISTORICAL REPORTING

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: E.1.1.5.AUTOMATE DISSEMINATION

B: E.1.1.7.FILE EXPORT

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: E.1.1.6.HISTORICAL REPORTING

B: E.1.1.7.FILE EXPORT

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
--	----------------------------	----------------------------	---	--

			importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

CUESTIONARIO DEL NODO E.2.1.PERFORMANCE ANALYSIS

Compare los siguientes elementos según su influencia sobre el E.2.1.PERFORMANCE ANALYSIS

A: E.2.1.1.ACTIVITIES LOG

B: E.2.1.2.OPERATING EXPENSES

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: E.2.1.1.ACTIVITIES LOG

B: E.2.1.3.REAL TIME KPI STATUS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: E.2.1.1.ACTIVITIES LOG

B: E.2.1.4.PERFORMANCE DASHBOARDS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: E.2.1.1.ACTIVITIES LOG

B: E.2.1.5.COMPARE VS OBJECTIVES

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: E.2.1.2.OPERATING EXPENSES

B: E.2.1.3.REAL TIME KPI STATUS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: E.2.1.2.OPERATING EXPENSES

B: E.2.1.4.PERFORMANCE DASHBOARDS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
--	----------------------------	----------------------------	---	--

			importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: E.2.1.2.OPERATING EXPENSES

B: E.2.1.5.COMPARE VS OBJECTIVES

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: E.2.1.3.REAL TIME KPI STATUS

B: E.2.1.4.PERFORMANCE DASHBOARDS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: E.2.1.3.REAL TIME KPI STATUS

B: E.2.1.5.COMPARE VS OBJECTIVES

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: E.2.1.4.PERFORMANCE DASHBOARDS

B: E.2.1.5.COMPARE VS OBJECTIVES

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

CUESTIONARIO DEL NODO F.1.1.COMMUNICATIONS AND MESSAGING

Compare los siguientes elementos según su influencia sobre el F.1.1.COMMUNICATIONS AND MESSAGING

A: F.1.1.1.PCS INTEGRATION

B: F.1.1.2.PUBLISHED APIs

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: F.1.1.1.PCS INTEGRATION

B: F.1.1.3.EDI COMMUNICATIONS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de	
--	----------------------------	----------------------------	---------------------------------------	--

			importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: F.1.1.1.PCS INTEGRATION

B: F.1.1.4.ELECTRONIC AUTHORIZATIONS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: F.1.1.2.PUBLISHED APIs

B: F.1.1.3.EDI COMMUNICATIONS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: F.1.1.2.PUBLISHED APIs

B: F.1.1.4.ELECTRONIC AUTHORIZATIONS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: F.1.1.3.EDI COMMUNICATIONS

B: F.1.1.4.ELECTRONIC AUTHORIZATIONS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

CUESTIONARIO DEL NODO F.2.1.PARTNER AND CLIENT NOTIFICATION

Compare los siguientes elementos según su influencia sobre el F.2.1.PARTNER AND CLIENT NOTIFICATION

A: F.2.1.1.VISIBILIDAD AND ETA

B: F.2.1.2.PROOF OF DELIVERY

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: F.2.1.1.VISIBILIDAD AND ETA

B: F.2.1.3.ALERT FLAG

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
--	----------------------------	----------------------------	---	--

			importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: F.2.1.1.VISIBILIDAD AND ETA

B: F.2.1.4.CUSTOMS CLEARANCE

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: F.2.1.1.VISIBILIDAD AND ETA

B: F.2.1.5.CHANGE THIRD PARTY DATA

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: F.2.1.2.PROOF OF DELIVERY

B: F.2.1.3.ALERT FLAG

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: F.2.1.2.PROOF OF DELIVERY

B: F.2.1.4.CUSTOMS CLEARANCE

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: F.2.1.2.PROOF OF DELIVERY

B: F.2.1.5.CHANGE THIRD PARTY DATA

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: F.2.1.3.ALERT FLAG

B: F.2.1.4.CUSTOMS CLEARANCE

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: F.2.1.3.ALERT FLAG

B: F.2.1.5.CHANGE THIRD PARTY DATA

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: F.2.1.4.CUSTOMS CLEARANCE

B: F.2.1.5.CHANGE THIRD PARTY DATA

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

CUESTIONARIO DEL NODO F3.1.TRACK AND TRACE

Compare los siguientes elementos según su influencia sobre el F3.1.TRACK AND TRACE

A: F.3.1.1.VEHICLE TRACEABILITY

B: F.3.1.2.TRACK AND LOCATE CARGO

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: F.3.1.1.VEHICLE TRACEABILITY

B: F.3.1.3.DAMAGE REPORTS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9

A: F.3.1.2.TRACK AND LOCATE CARGO

B: F.3.1.3.DAMAGE REPORTS

¿Cuál es el más importante o influyente?	<input type="checkbox"/> A	<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> Son igual de importantes	
¿Cuánto más?	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 7	<input type="checkbox"/> 9
