



Escola de Camins
Escola Tècnica Superior d'Enginyeria de Camins, Canals i Ports
UPC BARCELONATECH

Análisis del impacto socioeconómico del desdoblamiento de la línea R1 Nord de Rodalies por la costa

Treball realitzat per:

David Jiménez Gil

Dirigit per:

Alvar Garola Crespo

Grau en:

Enginyeria Civil

Barcelona, 26 de gener de 2017

Departament d'Enginyeria Civil i Ambiental

TREBALL FINAL DE GRAU

Índice

Índice	3
Lista de Ilustraciones	7
Lista de Tablas	8
1. Introducción	13
2. Definición del proyecto de transporte	14
2.1 Introducción	14
2.2 Situación actual y objetivos	14
2.2.1 Ámbito Geográfico	14
2.2.2 Ámbito Demográfico	16
2.2.3 Ámbito Económico	18
2.2.4 Ámbito Movilidad	20
2.3 Definición de objetivos	24
2.4 Descripción del Proyecto	25
3. Metodología del Análisis Coste-Beneficio	29
3.1 Introducción	29
3.2 Evaluación de los impactos	31
3.2.1 Agentes implicados	31
3.2.2 VANS, VANS/Inversión y TIRS	33
3.2.3 Evaluación de los usuarios	36
3.3 SAIT	39
3.3.1 Selección de la Inversión	40
3.3.2 Matrices Agentes-Impactos	41
3.3.3 Evaluación	42
3.3.4 Resultados	43
3.3.5 Sensibilidad y Riesgo	43
3.3.6 Otros	43
4. Obtención y Adecuación de la Demanda	45
4.1 Obtención de la Demanda	45
4.2 Adecuación de la demanda	61
5. Costes y Beneficios	64
5.1 Introducción	64
5.2 Inversión	64

5.2.1 Planificación - Administración	64
5.2.2 Planificación - Contratistas	65
5.2.3 Obra Civil - Administración	66
5.2.4 Obra Civil - Contratista	66
5.2.5 Material Móvil - Operador	67
5.2.6 Expropiaciones - Administración	70
5.2.7 Expropiaciones - Sociedad.....	71
5.3 Mantenimiento	72
5.3.1 Mantenimiento de la infraestructura - Administración.....	72
5.3.2 Mantenimiento de la infraestructura - Contratista.....	73
5.3.3 Mantenimiento de los vehículos - Operadora	74
5.4 Operativa	75
5.4.1 Operación del personal - Operadora	77
5.4.2 Operación de los vehículos - Operadora	78
5.5 Usuarios	79
5.5.1 Tiempo - Usuarios.....	84
5.5.2 Tarifas - Usuarios.....	86
5.5.3 Tarifas - Operadora.....	88
5.5.4 Impuestos usuarios - Usuarios	89
5.5.5 Impuestos usuarios - Administración	91
5.5.6 Operación del vehículo - Usuarios.....	92
5.6 Externalidades.....	94
5.6.1 Polución - Sociedad.....	94
5.6.2 Cambio Climático - Sociedad	97
5.6.3 Ruido - Sociedad	99
5.6.4 Accidentalidad - Administración/Sociedad	102
5.6.5 Ecosistemas - Sociedad.....	104
5.6.6 Contaminación del suelo y el agua - Sociedad.....	105
5.7 Matriz Agentes-Impactos	106
5.7.1 Agentes.....	107
5.7.2 Impactos.....	108
6. Análisis de Sensibilidad	110
6.1 Introducción	110
6.2 Inversión.....	112
6.3 Valor del tiempo	113

6.4 Carburante.....	116
6.5 Demanda.....	118
7. Conclusiones:	120
Anejos	123
Anejo 1: Reparto Modal (Situación Actual).....	123
Anejo 2: Información de los desplazamientos intermunicipales	133
Anejo 3: Obtención de la demanda.....	137
Anejo 4: Demanda año 2032	145
Anejo 5: Costes de referencia	148
A5.1 Inversión.....	149
A5.1.1 Planificación y Obra Civil.....	149
A5.1.2 Material Móvil.....	150
A5.2 Mantenimiento	151
A5.2.1 Mantenimiento de la Infraestructura	151
A5.2.2 Mantenimiento de los vehículos.....	152
A5.3 Operativa	153
A5.3.1 Operación del personal.....	153
A5.3.2 Operación de los vehículos	154
A5.4 Usuarios.....	155
A5.4.1 Impuestos	155
A5.4.2 Operación del vehículo	155
A5.5 Externalidades.....	156
A5.5.1 Polución	156
A5.5.2 Cambio Climático	158
A5.5.3 Ruido.....	161
A5.5.4 Accidentalidad	162
Referencias:	163

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1: Mapa de la zona donde se encuentran los municipios de estudio (Fuente: Elaboración propia a partir de archivos del ICGC)	15
Ilustración 2: Localización geográfica de los puertos y el aeropuerto influyentes en nuestros municipios (Fuente: Elaboración propia a partir de datos del ICGC).....	19
Ilustración 3: Esquematación de la red viaria existente (Fuente: Elaboración propia a partir de datos del ICGC).....	20
Ilustración 4: Esquematación de la red del servicio público de buses (Fuente: Servicio de Movilidad de Moventis).....	22
Ilustración 5: Plano de las paradas existentes en la R11 de servicio regional de Renfe (Fuente: Renfe) ...	23
Ilustración 6: Plano de las paradas existentes en la R1 de Rodalies de Barcelona (Fuente: Renfe)	23
Ilustración 7: Plano de las paradas que formarían la R1 Nord (Fuente: Elaboración propia)	25
Ilustración 8: Posición geográfica de las nuevas estaciones de la R1 Nord (Fuente: Elaboración propia) .	26
Ilustración 9: Funcionamiento de la demanda (Fuente: Elaboración propia)	36
Ilustración 10: Efecto sobre la demanda inicial de la creación de la nueva infraestructura (Fuente: Elaboración propia)	37
Ilustración 11: Matriz agentes-impactos general (para cualquier tipo de infraestructura de transporte), en naranja las celdas activas, en rosa las celdas que pueden ser activas si se desea, en verde aquellas que incluyen análisis multi-criterio (aquellas que por ejemplo incluyen valores no monetizados) y en gris aquellas celdas que el programa tiene desactivadas en este momento (por diversos motivos) (Fuente: SAIT (2015)).....	40
Ilustración 12: Sección de dos matrices agentes-impactos que ofrece el programa SAIT para evaluar una nueva autovía (derecha) o una nueva línea de ferrocarril (izquierda) (Fuente: SAIT (2015))	41
Ilustración 13: Grafico donde se muestra la relación entre la población y los usuarios año de las 66 estaciones de Rodalies estudiadas (Fuente: Elaboración propia).....	47
Ilustración 14: Grafico donde se muestra la relación entre el tiempo de viaje y los usuarios al año de las 66 estaciones de Rodalies estudiadas (Fuente: Elaboración propia)	47
Ilustración 15: Grafico donde se muestra la evolución de la formula de la demanda al variar la población y el tiempo de recorrido hasta Barcelona-Sants (Fuente: Elaboración propia)	49
Ilustración 16: Grafico donde se muestra la variación de la demanda en función de la población para un tiempo fijo (T=0:21) (Fuente: Elaboración propia).....	50
Ilustración 17: Grafico donde se muestra la variación de la demanda en función del tiempo de desplazamiento para una población fija (P=95.910) (Fuente: Elaboración propia).....	50
Ilustración 18: Grafico que muestra la evolución de la demanda a lo largo de los 30 años de vida útil del proyecto (Fuente: Elaboración propia)	62
Ilustración 19: Muestra de la consideración de la demanda optima como la de 2032 (Fuente: Elaboración propia)	63
Ilustración 20: Variación del VANS del proyecto de la R1 Nord en función del porcentaje de variación del coste de la inversión (Fuente: Elaboración propia con SAIT).....	112
Ilustración 21: Variación de la RFBd en función del tiempo (datos en miles de euros) (Fuente: Elaboración propia con datos de Idescat)	113
Ilustración 22: Variación del VANS en función del crecimiento o decrecimiento del VdT (Fuente: Elaboración propia con SAIT)	115
Ilustración 23: Variación del IPC a lo largo del tiempo (Fuente: Elaboración propia con datos de Idescat)	116
Ilustración 24: Variación del VANS en función del porcentaje de crecimiento de demanda (Fuente: Elaboración propia)	119
Ilustración 25: Ejemplo del método de estudio de las estaciones para la obtención de la población influenciada (Fuente: Elaboración propia mediante Autocad a partir de datos del ICGC).....	139

Lista de Tablas

Tabla 1: Resumen de los datos de superficie y demográficos de la zona de estudio (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Idescat)	16
Tabla 2: Resumen de los datos demográficos de población estacional en la zona de estudio (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Idescat)	17
Tabla 3: Resumen estadístico del VAB y PIB de los sectores estudiados (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Idescat)	18
Tabla 4: Resumen de datos de PK y tiempo de la R1 Nord (Fuente: Elaboración propia a partir de Renfe)	27
Tabla 5: Tiempo entre las estaciones de la R1 Nord (Fuente: Elaboración propia a partir de Renfe).....	27
Tabla 6: Matriz agentes-impactos de nuestro proyecto en estudio (M es valor monetizado y NoM es valor no monetizado) (Fuente: SAIT (2015))	31
Tabla 7: Tabla de la vida útil de diferentes componentes de un proyecto típico y el porcentaje respecto al coste inicial del valor residual de este componente a los 30 años (Fuente: SAIT (2015)).....	35
Tabla 8: Tabla del valor de la planificación que ofrece el SAIT (Fuente: SAIT (2015))	42
Tabla 9: Tabla que muestra el SAIT en la pestaña "Log" cuando se efectúan cambios (Fuente: SAIT (2015))	43
Tabla 10: Valores "resumen" de la información necesaria para la obtención de la futura demanda de esta línea (Fuente: Elaboración propia)	52
Tabla 11: Valores obtenidos de aplicar la función de demanda para la población residente y estacional (Fuente: Elaboración propia).....	52
Tabla 12: Valores del coeficiente que se encontrara dividiendo al valor del tiempo en función de la media entre la población estacional y residente de esa estación (Fuente: Elaboración propia).....	53
Tabla 13: Valores del coeficiente que se encontrara dividiendo al valor de la población en función de la media entre la población estacional y residente de esa estación (Fuente: Elaboración propia)	54
Tabla 14: Valores obtenidos de aplicar la función de demanda para la población residente y estacional, incluyendo un factor correctivo obtenido del estudio de otras estaciones (Fuente: Elaboración propia)..	55
Tabla 15: Valores de los usuarios de la R1 Nord que debido a la construcción de esta dejaran de usar el vehículo privado (datos de 2011) (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Idescat)	57
Tabla 16: Valores de los usuarios de la R1 Nord que debido a la construcción de esta dejaran de usar el servicio público de buses o el 15% de nueva demanda (respecto al total existente anterior a la construcción) que se generara debido a la construcción de esta (datos de 2011) (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Idescat)	58
Tabla 17: Valores de los usuarios por estación diarios y anuales (Fuente: Elaboración propia)	59
Tabla 18: Valores comparativos entre los intervalos de demanda esperada y la demanda calculada (Fuente: Elaboración propia).....	59
Tabla 19: Valores de comparativa entre los viajeros diarios con y sin la presencia de la R1 Nord (Fuente: Elaboración propia)	60
Tabla 20: Valores del crecimiento demográfico entre 2002 y 2012 de las comarcas donde se realizan viajes dentro de nuestro proyecto (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Idescat).....	61
Tabla 21: Valor estimado del VAN sobre el coste de la redacción del proyecto para la administración (Fuente: Elaboración propia con SAIT).....	65
Tabla 22: Valor estimado del VAN sobre los beneficios de la redacción del proyecto para el contratista (Fuente: Elaboración propia con SAIT).....	65
Tabla 23: Valor estimado del VAN sobre el coste de la construcción de la obra del proyecto (Fuente: Elaboración propia con SAIT)	66
Tabla 24: Valor estimado del VAN sobre los beneficios de la construcción del proyecto para el contratista (Fuente: Elaboración propia con SAIT).....	67
Tabla 25: Valores de la ocupación media por franja para un Civia 463 (Fuente: Renfe)	68
Tabla 26: Valores de los viajeros por año, día y por franjas para el 2017 (Fuente: Elaboración propia) ...	68
Tabla 27: Valores de los viajeros por año, día y por franjas para el 2047 (Fuente: Elaboración propia) ..	69

Tabla 28: Valor estimado del VAN sobre el coste de compra del material móvil necesario para nuestro proyecto (Fuente: Elaboración propia con SAIT).....	70
Tabla 29: Valor estimado del VAN sobre el coste de mantener operativa la infraestructura de nuestro proyecto durante toda la vida útil de este (Fuente: Elaboración propia con SAIT).....	73
Tabla 30: Valor estimado del VAN sobre el beneficio industrial percibido por el contratista por los servicios profesionales ofrecidos en el mantenimiento de la infraestructura (Fuente: Elaboración propia con SAIT).....	74
Tabla 31: Valor estimado del VAN sobre el coste de mantenimiento percibido por la operadora por el mantenimiento de los vehículos del proyecto (Fuente: Elaboración propia con SAIT).....	75
Tabla 32: Horario de la R1 Nord en los dos sentidos de circulación, desde Blanes hasta Girona y viceversa (Fuente: Elaboración propia con horarios de Renfe).....	76
Tabla 33: Valor del VANS que supone para la operadora el coste total de los salarios y dietas del personal (Fuente: Elaboración propia con SAIT).....	78
Tabla 34: Valor del VANS que supone para la operado el coste total de la operación de los vehículos (Fuente: Elaboración propia con SAIT).....	79
Tabla 35: Valores actuales de la R1 para el tiempo, kilometraje y coste tarifario desde Blanes a cualquier otra parada (Fuente: Elaboración propia).....	81
Tabla 36: Relación aproximada entre intervalos de distancia entre estaciones y el precio tarifario que adjudica Renfe a este servicio (Fuente: Elaboración propia con datos de Renfe).....	81
Tabla 37: Tabla de tarifas entre estaciones de la R1 Nord (Fuente: Elaboración propia).....	82
Tabla 38: Resumen del tiempo, kilometraje y coste que supone realizar un viaje desde cualquier origen (fila) a cualquier destino (columna) (Fuente: Elaboración propia).....	83
Tabla 39: Ejemplo de la matriz de diferenciales de tiempo entre distintos modos de transporte (en rojo los usuarios gastan más tiempo usando la R1 Nord que usando el antiguo modo de transporte, en verde los usuarios ahorran tiempo usando la R1 Nord en comparación con el modo anterior) (Fuente: Elaboración propia).....	84
Tabla 40: Ejemplo de la matriz de diferenciales de tiempo entre modos para todos los viajeros diarios que hacen estos trayectos (matriz en horas) (Fuente: Elaboración propia).....	85
Tabla 41: Resultados del diferencial de horas al año en el que los usuarios ven reducido (verde) o aumentado (rojo) su tiempo de viaje respecto al modo antiguo (datos en horas) (Fuente: Elaboración propia).....	85
Tabla 42: Resultados del VANS que supone para los usuarios el impacto del aumento o reducción del tiempo en su trayecto (Fuente: Elaboración propia con SAIT).....	86
Tabla 43: Ejemplo de la matriz de diferenciales de tarifa entre distintos modos de transporte (en rojo los usuarios gastan más dinero pagando la tarifa de la R1 Nord que usando el antiguo modo de transporte, en verde los usuarios ahorran dinero usando la R1 Nord en comparación con el modo anterior), estos cálculos ya están hechos sin IVA (Fuente: Elaboración propia).....	87
Tabla 44: Ejemplo de la matriz de diferenciales tarifarios entre modos para todos los viajeros diarios que hacen estos trayectos (matriz en euros) (Fuente: Elaboración propia).....	87
Tabla 45: Resultados del diferencial tarifario al año en el que los usuarios ven reducido (verde) o aumentado (rojo) su tarifa de viaje respecto al modo antiguo (datos en euros) (Fuente: Elaboración propia).....	88
Tabla 46: Resultados del VANS que supone para los usuarios el impacto del aumento o reducción del sistema tarifario que requiere el uso de nuestro proyecto (Fuente: Elaboración propia con SAIT).....	88
Tabla 47: Resultados del VANS que supone para la operadora el impacto de las tarifas pagadas por los usuarios (Fuente: Elaboración propia con SAIT).....	89
Tabla 48: Resultados del ahorro (verde) o coste (rojo) que supone en impuestos para el usuario el uso de la R1 Nord en contraposición con el modo de viaje anterior (Fuente: Elaboración propia).....	90
Tabla 49: Ejemplo del resultado de la matriz diferencial de impuestos, esta vez contabilizada para todos los usuarios diarios (Fuente: Elaboración propia).....	90
Tabla 50: Resultados del diferencial sobre impuesto al año en el que los usuarios ven reducido (verde) o aumentado (rojo) los impuestos de viaje respecto al modo antiguo (datos en euros) (Fuente: Elaboración propia).....	91
Tabla 51: Resultados del VANS que supone para los usuarios el impacto de los impuestos a estos mismos (Fuente: Elaboración propia con SAIT).....	91
Tabla 52: Resultados del VANS que supone para la administración el impacto de los impuestos de los usuarios (Fuente: Elaboración propia con SAIT).....	91

Tabla 53: Resultados del ahorro (verde) o coste (rojo) que supone el impacto de la operativa del vehículo para el usuario el uso de la R1 Nord en contraposición con el modo de viaje anterior (Fuente: Elaboración propia)	92
Tabla 54: Ejemplo del resultado de la matriz diferencial de los costes operativos del vehículo, esta vez contabilizada para todos los usuarios diarios (Fuente: Elaboración propia)	93
Tabla 55: Resultados del diferencial sobre costes operativos del vehículo al año en el que los usuarios ven reducido (verde) o aumentado (rojo) este coste respecto al modo antiguo (datos en euros) (Fuente: Elaboración propia)	93
Tabla 56: Resultados del VANs que supone para el usuario el impacto de los costes de operatividad del vehículo (Fuente: Elaboración propia con SAIT)	93
Tabla 57: Resultados del gasto en compensación en la polución (por viaje) si hubiéramos usado el turismo o la motocicleta (Fuente: Elaboración propia)	95
Tabla 58: Resultados de la matriz de impacto de la polución para el total de viajeros diarios (Fuente: Elaboración propia)	95
Tabla 59: Resultados del impacto bruto sobre la sociedad de la polución (Fuente: Elaboración propia) ..	96
Tabla 60: Resultados del coste para la sociedad del uso del ferrocarril (Fuente: Elaboración propia)	96
Tabla 61: Resultados del VANs que supone para la sociedad la implantación de la R1 Nord en beneficio por la polución (Fuente: Elaboración propia con SAIT)	97
Tabla 62: Resultados del ahorro en compensación del cambio climático (por viaje) (Fuente: Elaboración propia)	97
Tabla 63: Resultados de la matriz de impacto del cambio climático para el total de viajeros diarios (Fuente: Elaboración propia)	98
Tabla 64: Resultados del impacto bruto sobre la sociedad del cambio climático (Fuente: Elaboración propia)	98
Tabla 65: Resultados del coste para la sociedad del uso del ferrocarril (Fuente: Elaboración propia)	99
Tabla 66: Resultados del VANs que supone para la sociedad la implantación de la R1 Nord en beneficio por el impacto de la compensación del cambio climático (Fuente: Elaboración propia con SAIT)	99
Tabla 67: Resultados del ahorro en compensación por ruido (por viaje) (Fuente: Elaboración propia) ..	100
Tabla 68: Resultado de la conversión de la matriz anterior para el total de usuarios diarios (Fuente: Elaboración propia)	100
Tabla 69: Resultados del impacto bruto sobre la sociedad del ruido (Fuente: Elaboración propia)	101
Tabla 70: Resultados del coste para la sociedad del uso del ferrocarril (Fuente: Elaboración propia)	101
Tabla 71: Resultados del VANs que supone para la sociedad la implantación de la R1 Nord en gasto por el impacto de la compensación del ruido producido (Fuente: Elaboración propia con SAIT)	101
Tabla 72: Ejemplo para Tossa de Mar de la matriz del diferencial sobre la accidentalidad por un viaje (Fuente: Elaboración propia)	102
Tabla 73: Ejemplo para Tossa de Mar de la matriz del diferencial sobre la accidentalidad por usuarios totales diarios en función del origen y destino (Fuente: Elaboración propia)	103
Tabla 74: Resultados del beneficio total que supone la implantación de la R1 (en días y años) en accidentalidad (Fuente: Elaboración propia)	103
Tabla 75: Resultados del VANs que supone para la sociedad y la administración la implantación de la R1 Nord en gasto por el impacto de la compensación de la accidentalidad (Fuente: Elaboración propia con SAIT)	104
Tabla 76: Resultados del VANs que supone para la sociedad la implantación de la R1 Nord en gasto por el impacto en la pérdida de ecosistema (Fuente: Elaboración propia con SAIT)	104
Tabla 77: Resultados del VANs que supone para la sociedad la implantación de la R1 Nord en gasto por el impacto de la contaminación del suelo y el agua (Fuente: Elaboración propia con SAIT)	105
Tabla 78: Matriz agentes-impactos del ACB del proyecto R1 Nord (Fuente: Elaboración propia con SAIT)	106
Tabla 79: Resultado del impacto total que recibe cada agente (Fuente: Elaboración propia con SAIT) ..	107
Tabla 80: Resultado del valor total que implica cada impacto (Fuente: Elaboración propia con SAIT) ...	108
Tabla 81: Variación del valor del tiempo en €/h (Fuente: Elaboración propia)	114
Tabla 82: Diferencias entre el impacto del tiempo sobre los usuarios y el nuevo VANS (Fuente: Elaboración propia)	114
Tabla 83: Variación del coste de la operatividad del vehículo en €/km (Fuente: Elaboración propia)	117
Tabla 84: Diferencias entre el impacto de la operación del vehículo sobre los usuarios y el nuevo VANS (Fuente: Elaboración propia)	117

Tabla 85: Valor del VANS en función de la variabilidad de la demanda (Fuente: Elaboración propia)....	118
Tabla 86: Repartimiento de estudiantes según municipio de origen y municipio de estudio (destino) (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Idescat).....	124
Tabla 87: Residentes en las comarcas de origen que trabajan fuera en las comarcas de destino(Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Idescat)	125
Tabla 88: Residentes en las comarca de origen que trabajan en los municipios de destino (Fuente: Elaboración propia)	126
Tabla 89: Residentes en los municipios de origen que trabajan en los municipios de destino (Fuente: Elaboración propia)	128
Tabla 90: Nº de personas que realizan viajes entre los municipios en estudio (Fuente: Elaboración propia)	129
Tabla 91: Nº de viajes y porcentaje de estos que se realizan en determinadas comarcas en función del modo de viaje (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Idescat).....	130
Tabla 92: Nº de viajes y porcentaje que se realizan en determinadas comarcas en función del tipo de vehículo privado (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Idescat)	130
Tabla 93: Reparto modal de los viajero que usan el servicio de transporte público o turismos para desplazarse (Fuente: Elaboración propia).....	131
Tabla 94: Reparto modal de los viajero que usan la motocicleta para desplazarse (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Idescat)	132
Tabla 95: Tiempo, kilometraje y coste (solo peajes) que conlleva realizar cualquiera de los viajes posibles con vehículo privado (Fuente: Elaboración propia)	134
Tabla 96: Tiempo, kilometraje y coste (tarifa de viaje) que conlleva realizar cualquiera de los viajes posibles con el servicio de buses (Fuente: Elaboración propia)	136
Tabla 97: Datos obtenidos con la primera regresión lineal (Fuente: Elaboración propia)	141
Tabla 98: Estaciones con su total de población, tiempo hasta Barcelona y viajeros (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Idescat)	143
Tabla 99: Incremento de la población en 2032 respecto a los valores originales de 2011 (Fuente: Elaboración propia)	145
Tabla 100: Número de usuarios diarios y anuales por estaciones y en conjunto(Fuente: Elaboración propia)	145
Tabla 101: Número de usuarios con y sin la elaboración del proyecto en 2032 (Fuente: Elaboración propia)	145
Tabla 102: Reparto modal de los viajeros que son captados de los que usaban el servicio de transporte público o demanda inducida (Fuente: Elaboración propia).....	146
Tabla 103: Reparto modal de los viajeros que son captados de los que usaban el vehículo privado(Fuente: Elaboración propia)	147
Tabla 104: Costes de referencia para la elaboración del proyecto (Fuente: SAIT (2015)).....	149
Tabla 105: Costes de referencia para la compra del material móvil (Fuente: SAIT (2015))	150
Tabla 106: Costes de referencia para el mantenimiento de la infraestructura (Fuente: SAIT (2015)).....	151
Tabla 107: Costes de referencia para el mantenimiento de las estaciones (Fuente: SAIT (2015))	152
Tabla 108: Costes de referencia para el mantenimiento de los vehículos (Fuente: SAIT (2015))	152
Tabla 109: Costes de referencia para la operatividad de los trabajadores (Fuente: SAIT (2015)).....	153
Tabla 110: Costes de referencia para la operatividad de los vehículos (Fuente: SAIT (2015))	154
Tabla 111: Costes de referencia para los impuestos de los usuarios (Fuente: SAIT (2015)).....	155
Tabla 112: Costes de referencia para los costes de operatividad del vehículo de los usuarios (Fuente: SAIT (2015))	155
Tabla 113: Costes de referencia para la compensación económica de la polución (Fuente: SAIT (2015)) 156	
Tabla 114: Costes de referencia para la compensación económica de la polución de los coches (Fuente: DG MOVE (2014)).....	156
Tabla 115: Costes de referencia para la compensación económica de la polución de los autocares (Fuente: DG MOVE (2014)).....	157
Tabla 116: Costes de referencia para la compensación económica de la polución del ferrocarril(Fuente: DG MOVE (2014)).....	157
Tabla 117: Costes de referencia para la compensación económica del cambio climático producido por los coches (Fuente: DG MOVE (2014))	158
Tabla 118: Costes de referencia para la compensación económica del cambio climático producido por los autobuses (Fuente: DG MOVE (2014)).....	159

Tabla 119: Costes de referencia para la compensación económica del cambio climático producido por el ferrocarril (Fuente: DG MOVE (2014))	159
Tabla 120: Costes de referencia para la compensación económica del cambio climático producido por la construcción y operatividad de los vehículos y la infraestructura (Fuente: SAIT (2015))	160
Tabla 121: Costes de referencia para la compensación económica por el ruido (Fuente: SAIT (2015))...	161
Tabla 122: Costes de referencia para la accidentalidad (Fuente: SAIT (2015))	162

1. Introducción

Es innegable el derroche descarado e impune que la Administración de este y otros países ha ido practicando el último siglo con el dinero público, que ha afectado entre muchos sectores al de la construcción y gestión de infraestructuras.

Una malversación de fondos que ha provocado una respuesta clara, dejar de construir infraestructura dado los pocos frutos obtenidos de la inversión de millones y millones de euros y también por la desconfianza que este tipo de inversiones ha generado en el ciudadano. Es una realidad que el gasto público se ha puesto en el punto de mira de los medios de comunicación, donde cada día se destapan nuevas infraestructuras con sobrecostes, deplorable gestión e inútiles en cuestión de rentabilidad social.

Es por ello que ahora más que nunca se han de aplicar métodos que garanticen esta rentabilidad social, métodos que se habrán de aplicar siempre de manera rigurosa con el fin de corregir todos los errores del pasado, y que la inversión en infraestructura deje de ser vista como gasto público y adquiera el carácter de beneficio social que nunca debió haber perdido.

A raíz de esto, se nos proporciona el análisis coste-beneficio (ACB), un método apoyado por el sector de la ingeniería civil (explicado en manuales como "Railpag", la "Guía para la evaluación de proyectos de transporte" de la Escuela de Caminos de Barcelona o la guía del Departamento de Territorio de Cataluña (Sistema d'Avaluació d'Inversions en Transport (SAIT, 2015)) entre otras).

Un ACB permite, una vez tenemos definido un proyecto, evaluar los impactos, cuantificando costes y beneficios, interpretar los resultados y dar soporte a la decisión. Dando como resultado un rendimiento social (alejado del rendimiento financiero de nuestro proyecto), es por ello que incluye parámetros para cuantificar costes o beneficios que no tienen una monetización real.

La decisión de generar una nueva línea ferroviaria, nace de la motivación de querer realizar un ACB sobre ferrocarriles en territorio catalán, después de estudiar las líneas existentes y los documentos estadísticos que ofrece el Departamento de territorio y sostenibilidad de Cataluña se decidió realizar un estudio (de carácter puramente académico) para la construcción de una línea ferroviaria que continuara por la costa desde Blanes hacia el norte, con el objetivo de comprobar si esta infraestructura provocaría un beneficio social.

En este trabajo se presentaran los métodos aplicados para la obtención de la posible demanda, los aspectos que se tendrán en cuenta a la hora de cuantificar y monetizar los costes y beneficios mediante el ACB y las conclusiones que podemos extraer de este, todo ello usando un programa de evaluación de impactos que aporta el Departamento de Territorio y Sostenibilidad de Cataluña denominado Sistema de Evaluación de Inversiones en Transporte (SAIT).

2. Definición del proyecto de transporte

2.1 Introducción

Se considera "proyecto de transporte" a cualquier actuación sobre el sistema o mercado de transporte que modifica la situación actual de equilibrio hasta una nueva situación de equilibrio donde se han visto modificados los costes y beneficios de los agentes implicados y la sociedad como conjunto. Estas actuaciones son principalmente la inversión en infraestructuras, el establecimiento o mejora de sistemas de transporte, la política tarifaria y los cambios de normativa o funcionamiento del sistema.

Como se puede apreciar la definición engloba completamente nuestro trabajo, hablamos de la construcción de una vía férrea que comunicara una serie de municipios (que actualmente solo disponen de vehículo privado y servicio de buses), provocando una modificación del sistema de transportes actual y aportando, lógicamente, una serie de costes y beneficios nuevos a la sociedad y los agentes implicados.

2.2 Situación actual y objetivos

Cuando se inicia un proyecto de transporte, este ha de venir motivado por un estudio de la situación actual (que se comentara más adelante de este trabajo) y se asume que nuestra intervención propiciara un aumento del bienestar social.

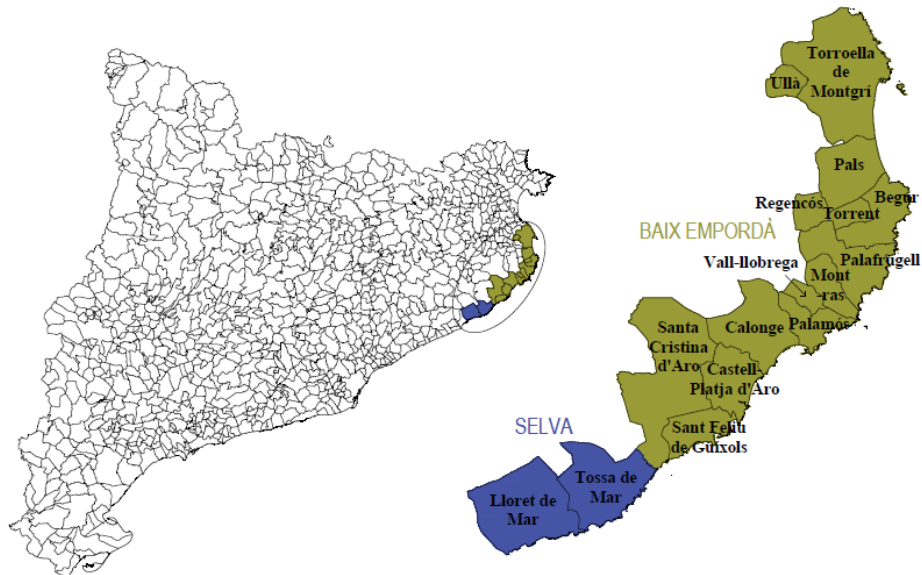
Para definir la situación actual, el apartado siguiente concentrara toda la información que sitúa nuestro proyecto, abarcando los aspectos geográficos, económicos, sociales... Remarcando la situación del transporte en la zona y su situación administrativa y competencial.

2.2.1 Ámbito Geográfico

En el ámbito geográfico se tratara la ubicación de la zona a estudiar, estudiando el emplazamiento de los municipios que la forman.

El proyecto se sitúa en la provincia española de Girona, en el nordeste de la comunidad autónoma de Catalunya. De las nueve comarcas que forman esta provincia, para nuestro proyecto solo nos interesan dos de ellas, la Selva i el Baix Empordà, y nos centraremos en los municipios concretos sobre los que nuestro proyecto tendrá influencia. Estos municipios serán Lloret de Mar, Tossa de Mar, Sant Feliu de Guíxols, Santa Cristina d'Aro, Castell-Platja d'Aro, Calonge, Palamos, Vall-llobrega, Mont-ras, Palafrugell, Pals, Begur, Torrent, Regencos, Torroella de Montgrí y Ulla, centrándonos en datos prácticos hablamos de una zona de 419,2

km² (corresponde al 1,31% del área de Catalunya) y un total de 153.690 habitantes (corresponde al 2,05% de la población de Catalunya). Excluimos de nuestro proyecto el municipio de Blanes y Girona, que pese a que se verán afectados en cierto grado por esta nueva conexión férrea hacia el norte, el hecho de que ya estén conectados por vía férrea con otros municipios de mayor importancia nos hace considerar que su transcendencia para estos municipios será mucho menor que para el resto.



Il·lustració 1: Mapa de la zona donde se encuentran los municipios de estudio (Fuente: Elaboración propia a partir de archivos del ICGC)

2.2.2 Ámbito Demográfico

La población de la zona de estudio es de 153.690 habitantes según los datos consultados en el "Institut d'estadística de Catalunya" (IDESCAT) referentes al año 2015. No obstante, la distribución de la población varía de manera muy dispar entre los municipios a estudiar, y encontramos municipios densamente poblados que colindan con municipios de escasa población. A continuación se muestra detalladamente el crecimiento demográfico de los municipios formantes de nuestra zona de estudio entre 2015 y 2003:

Municipio	Comarca	Superficie (km ²)	Población				
			Población 2015	Densidad de Población (hab/km ²)	Población 2003	Crecimiento Total	Crecimiento Total (%)
Lloret de Mar	Selva	48,71	37.618	772,28	25.457	12.161	47,77
Tossa de Mar		38,58	5.623	145,75	4.786	837	17,49
Santa Cristina d'Aro	Baix Empordà	67,55	5.089	75,34	3.522	1.567	44,49
Sant Feliu de Guíxols		16,23	21.586	1.330,01	19.456	2.130	10,95
Castell-Platja d'Aro		21,75	10.589	486,85	7.905	2.684	33,95
Calonge		33,57	10.520	313,38	8.282	2.238	27,02
Palamós		13,98	17.911	1.281,19	15.968	1.943	12,17
Vall-Ilobrega		5,45	915	167,89	549	366	66,67
Mont-ras		12,31	1.710	138,91	1.749	-39	-2,23
Palafrugell		26,88	22.733	845,72	19.635	3.098	15,78
Begur		20,66	3.985	192,88	3.748	237	6,32
Pals		25,83	2.501	96,83	2.143	358	16,71
Torroella de Montgrí		65,93	11.388	172,73	9.393	1.995	21,24
Torrent		8,00	169	21,13	168	1	0,60
Regencós		6,30	285	45,24	288	-3	-1,04
Begur		20,70	3.985	192,51	3.748	237	6,32
Ullà		7,30	1.068	146,30	893	175	19,60
Barcelona		7.726,40	5.523.922	714,94	5.052.666	471.256	9,33
Girona		5.905,00	753.054	127,53	619.692	133.362	21,52
Catalunya		32.108,00	7.508.106	233,84	6.704.146	803.960	11,99

Tabla 1: Resumen de los datos de superficie y demográficos de la zona de estudio (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Idescat)

En la tabla 1, donde también se indica la población de Girona y Barcelona (como provincias) y la de Catalunya, es interesante ver que la mayoría de municipios tienen no solo un crecimiento demográfico positivo, sino que también es un crecimiento de media superior al de Catalunya.

Para nuestro proyecto, también se considero interesante el estudio de la población estacional. Son municipios muy utilizados como segunda residencia, y por tanto estamos hablando de población que frecuenta estas zonas sin contar como residentes. Para ilustrar esto se muestran a continuación los datos de nuestros municipios en 2014 sobre población no estacional por trimestres:

Municipio	Població Estacional 2014							
	Trim I	Trim II	Trim III	Trim IV	Total	Població resident	Població ETCA	ETCA (%)
Lloret de Mar	3.654	18.606	36.194	6.971	16.413	38.624	55.037	142,49
Tossa de Mar	575	4.702	12.172	1.185	4.677	5.681	10.358	182,33
Santa Cristina d'Aro	-317	320	2.473	-306	549	5.194	5.743	110,57
Sant Feliu de Guíxols	5	967	5.478	102	1.651	21.810	23.461	107,57
Castell-Platja d'Aro	2.204	7.200	19.834	2.930	8.074	10.721	18.795	175,31
Calonge	876	3.077	11.893	1.094	4.258	10.541	14.799	140,39
Palamós	825	2.371	7.392	956	2.900	17.805	20.705	116,29
Vall-llobrega	No dades							
Mont-ras	No dades							
Palafrugell	685	2.709	12.034	1.262	4.203	22.763	26.966	118,46
Begur	364	1.172	3.904	487	1.493	3.994	5.487	137,38
Pals	421	1.777	7.884	523	2.670	2.533	5.203	205,41
Torroella de Montgrí	636	4.177	16.007	872	5.460	11.381	16.841	147,97
Torrent	No dades							
Regencós	No dades							
Begur	364	1.172	3.904	487	1.493	3.994	5.487	137,38
Ullà	No dades							

Tabla 2: Resumen de los datos demográficos de población estacional en la zona de estudio (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Idescat)

La tabla 2 muestra los valores de la población estacional residente de 2014 durante los 4 trimestres del año, y la comparativa entre la población residente y la población ETCA (población equivalente a tiempo completo anual).

"IDESCAT" no dispone de datos para aquellos municipios que no tienen un mínimo de 5.000 habitantes, es por ello que para algunos de nuestros municipios no dispondremos de datos en este ámbito.

Como se puede ver en la tabla 2 todos los municipios en estudio (de los que disponemos de información) tienen mayor población estacional que población residente, un dato bastante previsible debido al fuerte tirón turístico y de segunda residencia que caracteriza estos municipios. Una característica, que se ve muy potenciado durante el segundo y tercer trimestre del año, llegando a suponer en algunos casos un incremento entre 10000 o 20000 residentes extras, que se traduce en un aumento de la población ETCA respecto a la población residente de una media de 141,16%, un valor a tener en cuenta.

2.2.3 Ámbito Económico

En este apartado se caracterizara económicamente la zona de estudio, para ello recurrimos una vez más a los datos que nos aporta "IDESCAT", en este caso los valores añadidos brutos (VAB) de los distintos sectores de nuestros municipios y el producto interior bruto (PIB) por habitante (en miles de euros) de 2012:

VAB por Sectores 2012											PIB/hab
Municipios	Agricultura		Industria		Construccion		Servicios		Total		
	Valor	% Catalunya	Valor	% Catalunya	Valor	% Catalunya	Valor	% Catalunya	Valor	% Catalunya	
Lloret de Mar	0,30	0,02	52,10	0,14	48,40	0,43	475,80	0,34	576,60	0,30	15,50
Tossa de Mar	0,10	0,01	7,70	0,02	7,30	0,07	85,80	0,06	100,80	0,05	18,70
Sant Feliu de Guíxols	3,00	0,18	23,50	0,06	37,70	0,34	229,40	0,16	293,60	0,15	14,60
Santa Cristina d'Aro	1,10	0,07	6,00	0,02	13,10	0,12	53,20	0,04	73,40	0,04	15,70
Castell-Platja d'Aro	0,60	0,04	8,90	0,02	22,80	0,20	224,10	0,16	256,40	0,13	26,40
Calonge	1,00	0,06	9,70	0,03	19,60	0,17	114,50	0,08	144,80	0,08	14,80
Palamós	9,00	0,54	41,70	0,11	27,20	0,24	267,40	0,19	345,20	0,18	21,20
Vall-llobrega	Sin Valores										
Mont-ras	Sin Valores										
Palafrugell	1,20	0,07	26,60	0,07	40,00	0,36	249,50	0,18	317,20	0,17	15,10
Pals	Sin Valores										
Begur	Sin Valores										
Torrent	Sin Valores										
Regencos	Sin Valores										
Torroella de Montgrí	7,00	0,42	37,60	0,10	19,90	0,18	191,70	0,14	256,10	0,13	24,40
Ulla	Sin Valores										
Total	23,30	1,39	213,80	0,57	236,00	2,10	1891,40	1,34	2364,10	1,23	
CATALUNYA	1671,30		37477,00		11229,90		141401,60		191779,70		27,60

Tabla 3: Resumen estadístico del VAB y PIB de los sectores estudiados (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Idescat)

Como ha ocurrido en casos anteriores, solo disponemos de información de aquellos municipios con un mínimo de habitantes.

El primer dato que resalta es que en todos los municipios el PIB por habitante es menor que la media de Catalunya, con casos que se acercan mucho, como Torroella de Montgrí o Catell-Platja d'Aro, pero en el lado opuesto tenemos municipios donde el producto interior bruto esta más de diez puntos por debajo de la media catalana, como Sant Feliu de Guíxols o Santa Cristina d'Aro.

Los sectores importantes en la zona de estudio serian la construcción, seguidos de la agricultura y el sector servicios, también se percibe la existencia de cierta industria, pero en un porcentaje muchísimo menor respecto a la total catalana.

Un aspecto importante en el ámbito económico es el de localizar aquellas infraestructuras que pueden atraer industria, comercio o el turismo (este último será el que realmente importara). En la imagen siguiente se pueden encontrar las infraestructuras localizadas en la zona o próxima a ella.

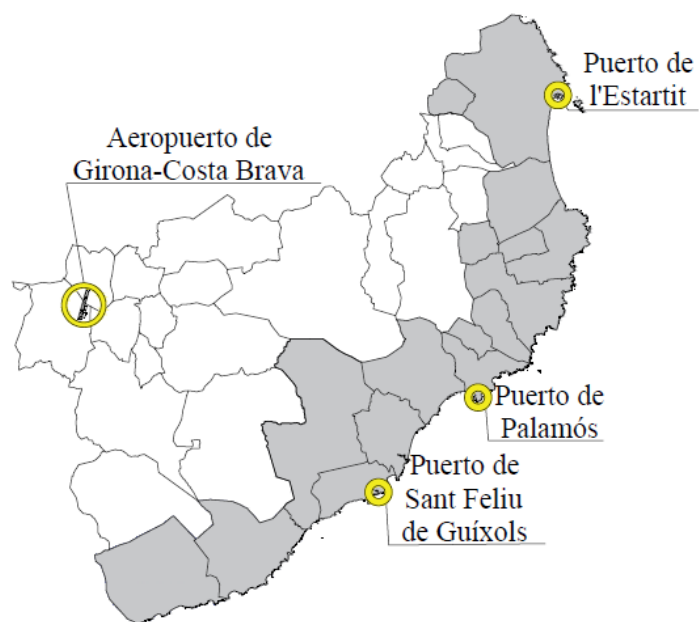


Ilustración 2: Localización geográfica de los puertos y el aeropuerto influyentes en nuestros municipios
(Fuente: Elaboración propia a partir de datos del ICGC)

Como se aprecia, en la zona de estudio encontramos tres puertos, el de Sant Feliu de Guíxols, Palamós y L'Estartit, no son puertos comerciales, pero su presencia fortalece el turismo en esas zonas. También encontramos el aeropuerto de Girona, se encuentra fuera de nuestra zona de estudio, pero lo suficiente cerca como para valorar la capacidad comercial y turística que produce, es más, si finalmente la opción de comunicar nuestra nueva línea con Girona fuese la elegida, entonces sí que podríamos afirmar que el aeropuerto de Girona puede beneficiarse de nuestra infraestructura a la hora del transporte de mercancías o de pasajeros (hacia las zonas turísticas).

2.2.4 Ámbito Movilidad

La red viaria de la zona es bastante completa, principalmente como consecuencia de la ausencia de otra forma de transporte que no sea el vehículo privado o el autobús. En la imagen siguiente se pueden apreciar la red viaria de la zona de estudio:

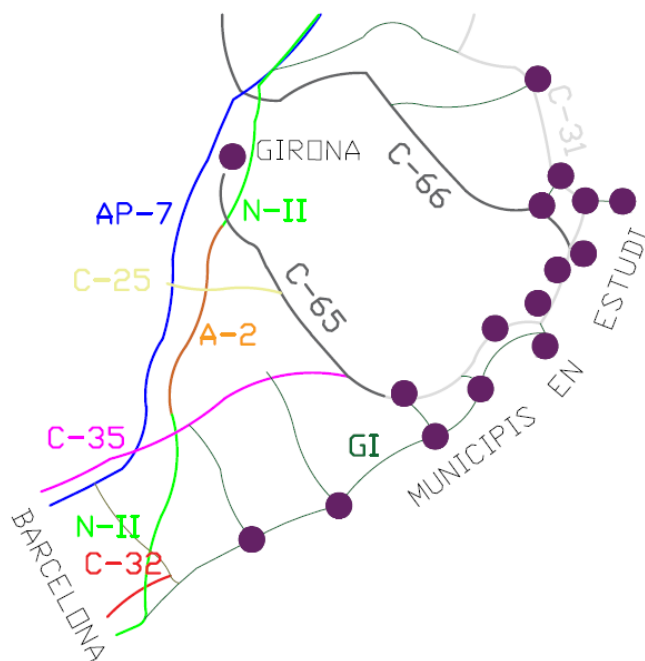


Ilustración 3: Esquematación de la red viaria existente (Fuente: Elaboración propia a partir de datos del ICGC)

Como se puede apreciar disponemos para comunicarnos con Barcelona de la autopista AP-7 (de pago) también conocida como autopista del mediterráneo y comunica también con la frontera francesa, también la N-II (gratuita), que une desde Madrid hasta La Junquera, forma parte de la carretera europea y una parte del trazado se ha transformado en la autovía A-2 (en la figura se puede apreciar el fragmento que va desde Fornells de la Selva a Sils), y la C-32 (de pago también), que recorre los municipios de la costa catalana y comunica Barcelona con el municipio de Tordera.

Para la comunicación entre municipios encontramos tanto las carreteras GI, como la GI-682, que une Blanes con Sant Feliu de Guíxols, pasando por los municipios de Lloret i Tossa de Mar, o la GI-681, que conecta Tossa de Mar con la C-35 o con Llagostera, también la C-31 y la C-66 sirven de unión entre nuestros municipios, como por ejemplo la C-31 para Palamos-Palafrugell-Torroella de Montgrí.

Que conecten con Girona tenemos la AP-7 y la N-II ya mencionadas, pero también la C-65 para los municipios más al sur y la C-66 para los municipios más al norte, excepto de Torroella de Montgrí o Ulla pese a que pueden ir por la C-66, pero también pueden tomar la GI-634 Y GI-633.

También remarcable la C-25 que es la carretera que lleva directamente al aeropuerto de Girona, que cruza la C-65 a la altura de Cassa de la Selva.

En el anejo 2 se puede apreciar el tiempo, kilometraje y el coste en peajes que supone realizar un desplazamiento intermunicipal desde cualquiera de los municipios marcados en la ilustración 1.

Respecto al transporte en autobús, la zona dispone de distintas líneas que intercomunica unas zonas con otras.

Existe la línea que cubre los autobuses Pujol, que comunica Blanes con Lloret de Mar y Tossa de Mar, existe un billete integrado en Renfe que cubre el desplazamiento en tren hasta Blanes y luego el viaje en autobús.

También tenemos la empresa de autobuses Sarfa (forma parte del grupo Moventis), que dispone de varias líneas que ejercen servicio en estas zonas, entre ellas encontramos:

- L1 Aeroport-Barcelona-Costa Brava, en la que se encuentran varios itinerarios de viaje, que comunican desde L'escala hasta el aeropuerto del Prat, pasando por Ullà, Torroella, Pals, Begur, Palafrugell, Mont-ras, Palamos, Calonge, Platja-d'Aro, Sant Feliu de Guíxols y Santa Cristina d'Aro (no pasa por Tossa ni por Lloret de Mar).
- L2 Aeroport-Barcelona-Lloret de Mar - Tossa, que comunica estos dos municipios con Barcelona y su aeropuerto.
- L5 Santa Cristina - Sant Feliu - Platja d'Aro- Calonge-Palamos- Mont-Ras-Palafrugell-Torrent- Girona
- L8 Pals - Palafrugell - Begur- Girona
- L23 Torroella de M - Begur- Palafrugell - Palamos
- L41 y 42, línea circular, Girona- Platja d'Aro- Calonge-Palamos- Mont-Ras-Palafrugell-Torrent- Girona
- L71, Calonge - Palamos



Ilustración 4: Esquematización de la red del servicio público de buses (Fuente: Servicio de Movilidad de Moventis)

Curioso destacar que Sant Feliu de Guixòls (y el resto de municipios hacia el norte) no están comunicados con Lloret de Mar y Tossa de Mar, por lo que habría que realizar trasbordo en Llagostera para ir a Tossa, y si quisiéramos movernos hasta Lloret deberíamos disponer de otro bus. Si vivimos en Torroella de Montgrí o Palafrugell, el viaje se complica aun mas, porque deberíamos hacer otro trasbordo mas en Palafrugell.

Para ir a Girona, la empresa Sarfa dispone de líneas que comunican nuestros municipios y Girona, excepto para Tossa y Lloret, donde el problema es parecido al nombrado anteriormente, sus posibilidades seria ir hasta Blanes y luego coger la línea R11 (comentada más abajo) o llegar a Llagostera, donde hay la posibilidad de coger un autobús hasta Girona.

Para Torroella de Montgrí y Ullà, existe el servicio de los autobuses AMPSA (justo el tramo desde Torroella hasta Colomers no está integrado en la ATM de Girona, el resto forma parte del bus nº400), que comunica estos municipios con Girona.

Para finalizar, también nombrar el regional R11 de Rodalies de Catalunya, operado por Renfe, la línea consta de las paradas:

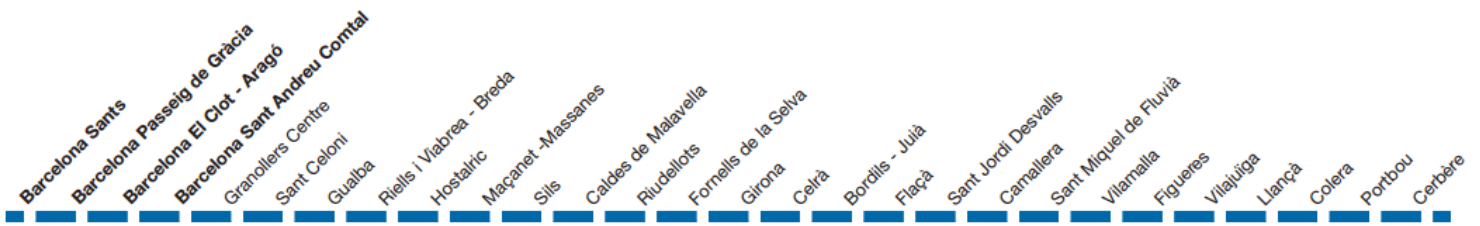


Ilustración 5: Plano de las paradas existentes en la R11 de servicio regional de Renfe (Fuente: Renfe)

Y la línea de Rodalies de Barcelona R1:



Ilustración 6: Plano de las paradas existentes en la R1 de Rodalies de Barcelona (Fuente: Renfe)

Al igual que en el caso del vehículo privado, en el anejo numero 2 de este proyecto se muestra el tiempo, kilometraje y coste (esta vez puramente tarifario) que supone realizar un desplazamiento intermunicipal desde cualquiera de los municipios de estudio utilizando el servicio de autobuses.

Y en el anejo numero 1 se puede encontrar el reparto modal actual de vehículo privado y bus usado (obtenido mediante estudios propios dado que no existe un estudio de reparto modal en la zona) en el desplazamiento intermunicipal desde cualquiera de los municipios de estudio.

Se apreciara en los anejos que siempre que efectuemos la repartición modal de viajeros, este se hará entre las estaciones de estudio nuevas (que se explicaran más adelante) y entre las estaciones existentes actualmente en la R1, debido al hecho de que este proyecto nace con la intención de no solo unir los municipios entre sí, sino también con la R1 actual.

2.3 Definición de objetivos

Planteada la situación actual, se debe nombrar cuales son aquellos objetivos a cumplir con la elaboración de nuestro proyecto. En un proyecto, digamos "real", se ha de detectar un problema en este estudio inicial, y plantear, a posteriori, una serie de alternativas, de las cuales todas ellas han de tener el objetivo de solucionar los problemas detectados.

En nuestro caso partimos de un caso puramente académico, la motivación de la realización de este proyecto de transporte se basa principalmente en la búsqueda de un emplazamiento donde desarrollar un caso de ACB de una nueva vía férrea, observando artículos de la organización "Societat Catalana d'Ordenació del Territori" (SCOT) se descubrió la zona del litoral norte de Cataluña, donde la sociedad civil lleva años quejándose del retraso e inoperancia de la administración en los trabajos de adecuación de la N-II (que en tramos se transforma en la A-2), que cruza "verticalmente" Catalunya hasta Tordera y luego sigue la costa hasta Barcelona, la otra alternativa se concentra en la AP-7 que contiene peajes, es decir, esta constatada la existencia de una reclamación social (que se lleva repitiendo durante muchos años) de mejora de las comunicaciones viarias al norte, de aquí surge la idea puramente "propia" (no existen proyectos de ferrocarriles en esta zona) de realizar una alternativa al transporte por carretera realizando una vía férrea que comunique intermunicipalmente el litoral norte y al mismo tiempo comunique estos con el resto del litoral catalán hasta Barcelona .

Esto no quiere decir que se hayan pasado por alto aquellos objetivos estratégicos que se deberían buscar en el caso de querer realizar de manera "real". Por todo ello a continuación se expondrá todo el trabajo realizado para plasmar la situación actual, siempre basándonos en los indicadores que la guía de evaluación del Departamento de Territorio y Sostenibilidad de Cataluña denominada "Sistema d'Avaluació d'Inversions en Transport" (SAIT, 2015) y "Railpag" (2005) principalmente (aunque se han usado otras que se comentaran más adelante), para poder comprender los objetivos que se deberían tomar como respuesta a los problemas que nos encontremos, como serán, entre otros, el tiempo medio de desplazamiento, la accidentalidad o la emisión de contaminantes.

Del estudio de los datos obtenidos en el apartado de la situación actual, el desplazamiento usando el servicio público de buses está penalizado para determinados trayectos, donde encontramos inexistencia de buses (como por ejemplo Lloret de Mar y Tossa de Mar con el resto de los municipios de estudio), así como una total incomunicación entre los municipios de estudio y aquellos que se encuentran en la R1 de Rodalies de Barcelona que efectúa el servicio actual (excepto con Barcelona). Todo ello, tal y como se puede ver en el reparto modal actual en esta zona mostrado en el anejo 1, la organización de territorio actual potencia el uso del vehículo privado en el desplazamiento intermunicipal de la costa, dando lugar a los problemas típicos de estos, como la contaminación, la saturación de determinadas infraestructuras viarias, ruidos y accidentalidad.

Si logramos implantar un sistema eficiente de transporte público como la línea ferroviaria de estudio, podríamos generar un trasvase del vehículo privado al servicio público (mejorando los

inconvenientes anteriormente nombrados) al mismo tiempo que mejoraríamos la conectividad entre los municipios para aquellos que ya usaban el servicio de buses, siendo importante nombrar también a toda aquella nueva demanda que se verá motivada con la creación de esta infraestructura. Al margen del resultado del ACB y en segundo plano, también utilizaremos todo este proyecto para evaluar la herramienta SAIT, comprobar si es efectiva para la realización de los ACB, como ayuda en la elaboración de estos y cuáles son sus principales defectos.

2.4 Descripción del Proyecto

El proyecto de estudio se basa en el estudio de un ACB de una línea que uniría Blanes con Girona (conexión que ya existe con la R11) por la costa, pasando por Lloret de Mar, Tossa de Mar, Sant Feliu de Guixols, Castell-Platja d'Aro, Calonge, Palamós, Palafrugell, Pals y Torroella de Montgrí. Donde las paradas recibirían el nombre del municipio en el que se encuentran localizadas (como se ha hecho en todas las líneas de Rodalies), dando lugar a lo que a partir de ahora se llamara "R1 Nord". Creada con la idea de comunicar los municipios que forman esta nueva línea entre ellos, pero también con la idea de dar continuidad a la R1 ya existente, dado que el enlace en Blanes permitiría comunicar las nuevas estaciones con las que ya posee la R1 de Rodalies actualmente (por ello en la mayoría de estudios de repartición modal se incluyen las estaciones de estudio y las que ya posee la R1).

Se plantea la siguiente línea, Blanes-Girona:

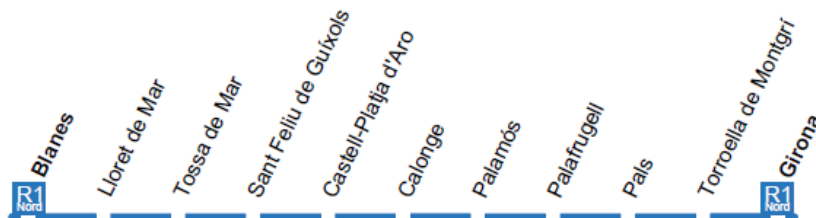


Ilustración 7: Plano de las paradas que formarían la R1 Nord (Fuente: Elaboración propia)

Nuestro proyecto parte de la estación de Blanes, donde se desdoblara la línea R1 de Rodalies que continua hasta Maçanet-Massanes, la línea férrea continuaría paralela a la costa cruzando los municipios nombrados anteriormente hasta Torroella de Montgrí, donde viraría hacia el interior hasta conectarse con la estación de Flaça, donde ya existe una línea de ferrocarril que comunica con Girona (la R11).

Cabe recordar que este proyecto no existe en la realidad, ni siquiera está planteado como un alternativa de futuro, es por ello que la línea, el número de paradas, la forma de la vía, la demanda y futuro reparto modal, tiempos, costes, kilometrajes y el resto de datos necesarios para la correcta realización de este ACB han sido encontrados y propuestos por mí a lo largo del trabajo (como las externalidades entre otros), es por ello que en cada apartado se

procederá a explicar cómo se han hallado estos valores o bajo que hipótesis o referencias se han basado los cálculos y datos propuestos, por tanto, todos los datos trascendentes para el ACB han sido encontrados a lo largo del trabajo para ser posteriormente introducidos en la herramienta SAIT, que trabaja en función de unos datos, pero por si misma no encuentra ninguno.



Ilustración 8: Posición geográfica de las nuevas estaciones de la R1 Nord (Fuente: Elaboración propia)

Los trazados se han realizado respetando los radios de curvatura mínimo de los cercanías y evitando las poblaciones que están instaladas en la zona, hay que recordar que nos encontramos en unos municipios bastante urbanizados. Importante mencionar la compleja orografía que presenta la zona desde Blanes hasta Palamós, que se suavizara en el resto del recorrido.

Usando los datos de velocidades medias de los cercanías y los datos extraídos del plano realizado de la línea de ferrocarril obtenemos:

Parada Estación	PK	Tiempo Barcelona
Blanes	60,103	1:27
Lloret de Mar	66,305	1:34
Tossa de Mar	75,006	1:44
Sant Feliu de Guíxols	85,006	1:56
Castell-Platja d'Aro	89,061	2:01
Calonge	95,032	2:08
Palamós	98,733	2:12
Palafrugell	106,001	2:21
Pals	112,126	2:28
Torroella de Montgrí	119,284	2:37
Girona	149,946	3:13

Tabla 4: Resumen de datos de PK y tiempo de la R1 Nord (Fuente: Elaboración propia a partir de Renfe)

Estaciones	Tiempo
Blanes-Lloret de Mar	0:07
Lloret de Mar-Tossa de Mar	0:10
Tossa de Mar-Sant Feliu de Guíxols	0:11
Sant Feliu de Guíxols-Castell Platja d'Aro	0:04
Castell Platja d'Aro - Calonge	0:07
Calonge-Palamós	0:04
Palamós-Palafrugell	0:08
Palafrugell-Pals	0:07
Pals-Torroella de Montgrí	0:08
Torroella de Montgrí-Girona	0:36

Tabla 5: Tiempo entre las estaciones de la R1 Nord (Fuente: Elaboración propia a partir de Renfe)

En total tenemos una línea formada por 11 paradas, de las cuales 9 serán nuevas dado que Girona y Blanes ya existen, y de 89,84 km de vía de los que 73,53km tendrán que ser de nueva construcción, dado que se conectara la línea nueva en Flaça, donde ya existe vía que lleve a Girona.

Hay que tener en cuenta que en este ACB la parte de estudio de la construcción de la línea es muy básico, simplemente para dotar al proyecto de datos con los que trabajar, obviamente si el proyecto del ACB fuese para construir una obra real, este apartado debería ser mucho más específico y concreto para afinar al máximo los precios de la construcción de esta.

3. Metodología del Análisis Coste-Beneficio

3.1 Introducción

En los momentos de crisis económica, la inversión pública sufre uno de los declives más pronunciados, es por ello, que el gasto en infraestructuras y servicios de transporte se ve reducido al mínimo, imposibilitando la creación y la actualización de los sistemas de transporte.

Es aquí cuando la utilización eficiente de los recursos adquiere máximo protagonismo (pese a que debería ser algo prioritario tanto en tiempos de crisis como de bonanza económica), el coste de oportunidades para la sociedad ha de ser máximo, es decir, ha de provocar un aumento del bienestar social mayor que el coste de oportunidades de los recursos utilizados.

Por ello realizar un análisis coste-beneficio (ACB) en la planificación y gestión de infraestructuras es vital para la optimización de los recursos . Todo ACB consta de 4 fases principales:

1. Definición de proyecto: se detecta el problema al que se dará solución en funciones de los objetivos establecidos, se establecen las alternativas i el escenario sobre el que se valoraran los beneficios (se puede observar en el capítulo 2 de este proyecto)
2. Evaluación de impactos: donde se cuantificaran los costes y beneficios, obteniendo así los indicadores de rentabilidad del proyecto.
3. Interpretación de los resultados a partir de estos indicadores de rentabilidad y los criterios de decisión establecidos.
4. Complementos de soporte a la decisión: integra otros componentes no monetarios que pueden ser útiles para la toma de decisiones.

Para la planificación se realiza la evaluación *ex-ante* que permite elegir el proyecto socialmente más beneficioso y priorizar aquellas opciones cuyo impacto en la sociedad es mayor, durante la fase de implantación de nuestra infraestructura el ACB también tiene protagonismo, adquirimos nueva información (como por ejemplo sobrecostes inducidos por dificultades no previstos en la obra) y deberemos definir unos límites de desviación asumibles, para la gestión de la infraestructura (ya existente) se realiza la evaluación *ex-post* que permite valorar futuras modificaciones en el proyecto.

El ACB no solo permite determinar el proyecto mas socialmente aceptable, también cuantifica las medidas compensatorias de los impactos negativos generados por la infraestructura, también mide los efectos indirectos y adicionales que genera nuestra obra, como la repercusión de esta en mercados relacionados, atracción de inversiones, etc.

Es importante no confundir el ACB con una evaluación financiera (AF), puesto que este ultimo determina el rendimiento económico de los recursos dedicados al proyecto, con gastos e ingresos reales, des de un punto de vista del agente que realiza la inversión y busca determinar

los ingresos generados para cubrir gastos, el ACB determina la contribución del proyecto en el bienestar de la sociedad, no obstante, el AF forme parte de la base sobre la que construiremos nuestro ACB. Por tanto, las grandes diferencias entre las dos evaluaciones serían:

- Punto de vista de la evaluación: el AF está realizado para el agente inversor, que busca beneficios monetarios a sus recursos invertidos, el ACB está realizado para el conjunto de la sociedad y busca un aumento del bienestar social.
- Valoración del coste/beneficio: el AF utiliza los precios de mercado para cuantificar los costes y beneficios, el ACB aplica un factor de corrección a los precios de mercado y los transforma en precios sombra, que incluye el coste y beneficio social.
- Externalidades: el AF no tiene en cuenta las externalidades, al contrario que el ACB, que incorpora las externalidades sociales de nuestro proyecto, como el factor de la accidentalidad o la contaminación.
- Tasa de descuento: el AF utiliza una tasa de descuento que refleja el coste de oportunidad capital, es decir, el hecho de invertir en un proyecto es renunciar a la inversión en otros. El ACB utiliza una tasa de descuento social, es decir, un punto de vista social para valorar los beneficios y gastos futuros.

Es destacable el carácter del ACB a la hora de monetizar los impactos que realiza el nuevo proyecto, basándose en la monetización de todos los impactos el ACB permite la evaluación de todos los efectos que el proyecto produce, desde la administración y la operadora del servicio hasta los usuarios y la sociedad. Básicamente este es el carácter diferenciador de un ACB, al monetizar todos los impactos, incluidos aquellos que en principio no tienen un valor adjudicado (como el valor del tiempo o el ruido ocasionado entre otros) permite valorar socialmente un proyecto, es decir, la administración no se centra en recuperar la inversión, sino que la recupere la sociedad, con beneficios en su calidad de vida. Para monetizar todos estos aspectos existe una gran variedad de guías y manuales (elaboradas por organizaciones de la gran mayoría de países) que aportan valores para todos aquellos impactos que no tienen una monetización directa.

Este se trata de un proyecto realizado por la administración pública, por ello nos basaremos totalmente en el ACB, conociendo de antemano que nuestro proyecto tiene muy pocos números de ser sostenible financieramente, pero que sí que lo podrá ser desde el punto de vista de la sociedad.

3.2 Evaluación de los impactos

3.2.1 Agentes implicados

Se conoce por agentes implicados a toda institución, compañía privada o individuo que experimenta unos costes o beneficios debido a, en nuestro caso, el proyecto de transporte que se está analizando para llevar a cabo.

El planteamiento del ACB que se utilizara en este proyecto es el del uso de una matriz agentes-impactos, que permite separar cada impacto y ver los agentes implicados o cada agente según los impactos recibidos. En la tabla 6 se detalla el funcionamiento de la matriz agentes-impactos de nuestro proyecto:

		AGENTES									SUMATORIO ACB (VAN por Impacto)
		Administración	Contratistas		Operadores	Usuarios			No usuarios (sociedad)		
			Infraestructura	Ing./Consult.		Turismos	Motos	Bus interurb.			
Activos	Invers.	1. Planificación	M		M						
		2. Obra civil	M	M							
		3. Material movil				M					
		4. Expropiaciones	M							M	
		5. Mantenimiento Infr.	M	M							
		6. Mantenimiento Veh.				M					
Operativa	Direct	7. Oper.pers.				M					
		8. Oper.veh.				M					
Usuarios	14. Tiempo					M	M	M			
	15. Tarifas				M	M	M	M			
	16. Impuestos	M				M	M	M			
	17. Coste.op.veh					M	M				
	19. Confort					NoM	NoM	NoM			
Externalidades	20. Polución									M	
	21. Cambio climático									M	
	22. Ruido									M	
	24. Accidentes	M								M	
	25. Paisaje									M	
	27. Ecosistemas									M	
	28. Contam. suelo/agua									M	
SUMATORIO AGENTES (VAN por Agentes)											
VAN total											

Tabla 6: Matriz agentes-impactos de nuestro proyecto en estudio (M es valor monetizado y NoM es valor no monetizado) (Fuente: SAIT (2015))

Este tipo de matrices se ha sugerido en los manuales internaciones más recientes, como Railpag (2007) y SAIT (2015), y permite la particularidad de leer los impactos por agentes. En un ACB clásico, el procedimiento a seguir era leer la matriz superior por filas, cuantificar el VAN total de los impactos y valorar el rendimiento económico de la infraestructura en estudio. Este tipo de matriz permite también leer los impactos por agentes, es decir, leer la matriz por columnas, y pese a que el VAN total es el mismo sumando todos los VAN por agentes que sumando todos los VAN por impactos, la lectura en columna nos permite valorar que agentes son los que salen ganando o cuáles son los que soportan un peso más grande de los costes o beneficios.

También es un buen sistema para valorar todos los costes y beneficios, puesto que por ejemplo el coste o beneficio que genera el pago de la tarifa del viaje es un valor con signo negativo (coste) para los usuarios pero el mismo valor positivo (beneficio) para la operadora, es por ello que en la suma de los VAN por Impactos este valor es 0, puesto que simplemente es una transacción de dinero entre agentes y por ello no se ve reflejado en un ACB clásico, pero en el ACB propuesto, si se observa por columnas, el coste tarifario para los usuarios sí que se ve reflejado y se puede evaluar, por ejemplo, si el precio es el adecuado.

Como se puede apreciar en nuestra matriz de agentes-impactos nuestros agentes implicados son:

Administración pública: es la propietaria parcial o total de la infraestructura, la financia total o parcialmente con fondos públicos.

Contratistas: son los constructores o suministradores de la infraestructura en proyecto.

Operadores: son los proveedores del servicio de transportes, en nuestro caso Rodalies de Renfe.

Usuarios: son los consumidores del servicio de transporte que se ven afectados por el proyecto, en este caso serian todos aquellos usuarios de la R1 que antes viajaban en turismo, moto o bus interurbano.

No usuarios: es el conjunto de la sociedad, que también se ve afectado por las externalidades que provoca nuestro proyecto.

3.2.2 VAN_s, VAN_s/Inversión y TIR_s

El resultado final de un ACB se resume en tres valores, el VAN total, el VAN total/inversión y el TIR, básicamente el resultado son los tres parámetros más típicos para evaluar financieramente un proyecto, el VAN (valor actual neto) es el computo de todos los costes y beneficios interpersonales (entre todos los agentes implicados) e intertemporal (durante toda la vida útil del proyecto), hay que considerar siempre que estamos en un ACB, por tanto cuando hablamos de VAN nos referimos siempre a un VAN_s (valor actual neto social), que será el sumatorio, durante toda la vida útil del proyecto (T), de la diferencia entre beneficios sociales (B_{st}) y costes sociales (C_{st}) en cada intervalo de tiempo (t) que se descuentan al presente a partir de una tasa de descuento (r):

$$VAN_s = \sum_{t=0}^T \frac{\Delta(B_{st} - C_{st})}{(1+r)^t}$$

La tasa de descuento es un valor que nos permite cuantificar valores monetarios del futuro en el presente para poder hacerlos comparables. Ello quiere decir que esta tasa de descuento variara los costes o beneficios generados en el futuro para permitirnos valorar hoy cada euro generado en el futuro. Se hará uso de una tasa de descuento del 3% (SAIT (2015)) en el caso de que no se disponga de una tasa fijada por la autoridad económica competente.

Importante recordar que en un ACB el VAN es social no financiero, eso quiere decir que un VAN igual a 0 no quiere decir que se recupere toda la inversión económica, simplemente que obtenemos un valor social igual al del escenario base. Un valor positivo implica que el bienestar social se ve incrementado en comparación con el escenario base, un valor negativo implicaría una reducción de este bienestar social.

Otro valor que SAIT ofrece como resultado es el TIR_s (tasa interna de retorno social), que se define como la tasa de descuento que iguala nuestro VAN_s a cero, asumiendo que los flujos obtenidos se reinvierten por completo y siempre a un interés igual a este TIR_s:

$$VAN_s = \sum_{t=0}^T \frac{\Delta(B_{st} - C_{st})}{(1 + TIR_s)^t} = 0$$

Para TIR_s elevadas, la hipótesis resulta muy optimista, ya que sería complicado poder reinvertir los flujos obtenidos en un proyecto con el mismo rendimiento tan alto, aun así es un buen indicador a la hora de comparar alternativas de proyectos, ya que es invariante del volumen de inversión y nos da una medida de la rentabilidad del proyecto.

Y la última medida que nos da el SAIT es el VAN_s/inversión, que básicamente es una medida de rentabilidad social, es decir, el retorno social obtenido por cada euro invertido, es decir, un proyecto con VAN_s/inversión >0 es socialmente rentable.

Al existir casi siempre diversas alternativas para solucionar un problema, la solución será escoger aquel proyecto que soluciona este problema de la manera socialmente más eficiente en relación a los recursos dedicados. Aquí entraría en juego el VAN_s/inversión, donde aquella

alternativa que presente el más elevado será la que aporte un rendimiento social relativo mayor. Pero también hay que tener en cuenta la rentabilidad social absoluta (VAN_s), es decir, para aceptar un proyecto este ha de tener un $VAN_s > 0$, el proyecto aporta una rentabilidad social mayor en comparación con el escenario base.

También es recomendable realizar un VAN_f (valor actual neto financiero), es decir, concentrarnos únicamente en recuperar económicamente la inversión realizada (no socialmente), la comparativa del VAN_s y el VAN_f nos aporta claridad a la hora de tomar soluciones, si los dos son positivos el proyecto se acepta claramente, igual de claro se rechaza si los dos son negativos, es cuando encontramos diferencia de signos entre los dos VAN cuando llega el momento de tomar decisiones, sí el VAN_s es positivo y el VAN_f es negativo se debería estudiar el caso de aprobar el proyecto basándonos en un sistema de subvenciones, si el VAN_s es negativo y el VAN_f positivo el proyecto debe ser reconsiderado, y solo realizarse en el caso de que se pueda derivar parte de los beneficios en medidas compensatorias para aumentar el beneficio social del proyecto.

Es importante remarcar el tema de la vida útil del proyecto, es decir, el horizonte temporal para el cual calculamos estos parámetros. Las tres medidas comentadas sirven para comparar alternativas entre sí, siempre y cuando sean proyectos comparables. Principalmente que sean proyectos por cuyas características el horizonte temporal sea el mismo, si la vida útil de las diferentes alternativas del proyecto son distintas, los rendimientos (VAN_s , TIR_s , $VAN_s/inversión$) son incomparables.

El horizonte temporal de un proyecto es el tiempo durante el cual se extienden los costes y beneficios que se derivan de la implantación de la infraestructura. Normalmente el proceso más seguido es establecer el horizonte en un rango entre los 20 y los 60 años según el tipo de infraestructura a realizar. Hay que considerar que la vida útil de las inversiones es difícil de cuantificar y en muchos proyectos la vida útil de este puede ser indefinida, por lo que predecir con fiabilidad el valor actual del dinero que se invertirá es complejo y con poca fiabilidad.

Otras aproximaciones recomiendan establecer el horizonte a partir de tres criterios: fiabilidad de la predicción, flujo de los beneficios netos y la tasa de descuento. Considerando los costes y beneficios realmente significativos para la evaluación, ya que si se consideran aquellos que son más bajos, si se le suma una tasa de descuento alta a unos beneficios netos futuros bajos esto hace que en un horizonte de evaluación largo estos pasen a ser despreciables y a generar incertidumbre en las predicción.

Es por ello que el programa SAIT considera los 30 años como un horizonte temporal adecuado, para prever principalmente la incertidumbre en la previsión de la demanda y en la futura reducción de costes y beneficios que se producirá en este horizonte. Esto implica que en muchos casos sea necesario incluir en forma de beneficio al final del horizonte temporal el valor residual de ciertas partes del proyecto que al no haber terminado su vida útil siguen teniendo cierto valor y por tanto este ha de ser contabilizado como beneficio del año 30.

CONCEPTE	Vida útil	% VR any 30
Ponts	75	62%
Túnel·s	75	62%
Carreteres		
Plataforma	45	37%
Paviment	20	52%
Drenatge	75	62%
Murs	75	62%
Instal·lacions ambientals	20	52%
Ferrocarril		
Subestructura	60	52%
Superestructura	30	5%
Equips tècnics	20	52%
Subministrament elèctric	30	5%
Instal·lacions ambientals	30	5%

Tabla 7: Tabla de la vida útil de diferentes componentes de un proyecto típico y el porcentaje respecto al coste inicial del valor residual de este componente a los 30 años (Fuente: SAIT (2015))

3.2.3 Evaluación de los usuarios

El último tema a tener en cuenta en la obtención de los VAN de los impactos que genera la línea férrea a construir es el tema de los costes o beneficios que genera esta infraestructura en los usuarios.

Existen tres tipos de demanda de usuarios:

Demanda existente: Son aquellos usuarios que siguen usando el mismo modo de transporte antes y después de la implantación de nuestro proyecto.

Demanda captada. Son los usuarios que utilizaban un modo de transporte determinado antes de la implantación de nuestro proyecto pero que al existir este han visto modificado su comportamiento.

Demanda inducida: son aquellos usuarios que antes no realizaban desplazamientos y ven en la existencia de la nueva vía la posibilidad de desplazarse. Esta nueva demanda (que nosotros hemos situado en un 15% de los viajes que se realizaban antes de la implantación del proyecto) se puede deber a muchas opciones, como la existencia de un nuevo modo de transporte más barato, usuarios existentes que utilizan este modo al ver un incremento en sus viajes o usuarios que directamente antes no viajaban.

Es importante separar los tipos de usuarios, dado que cada uno percibe los beneficios de una manera distinta. Para valorar los diferentes beneficios que produce la introducción de la infraestructura se usa el método conocido como la "regla de la mitad", para explicarlo se utilizaran las ilustraciones 9 y 10:

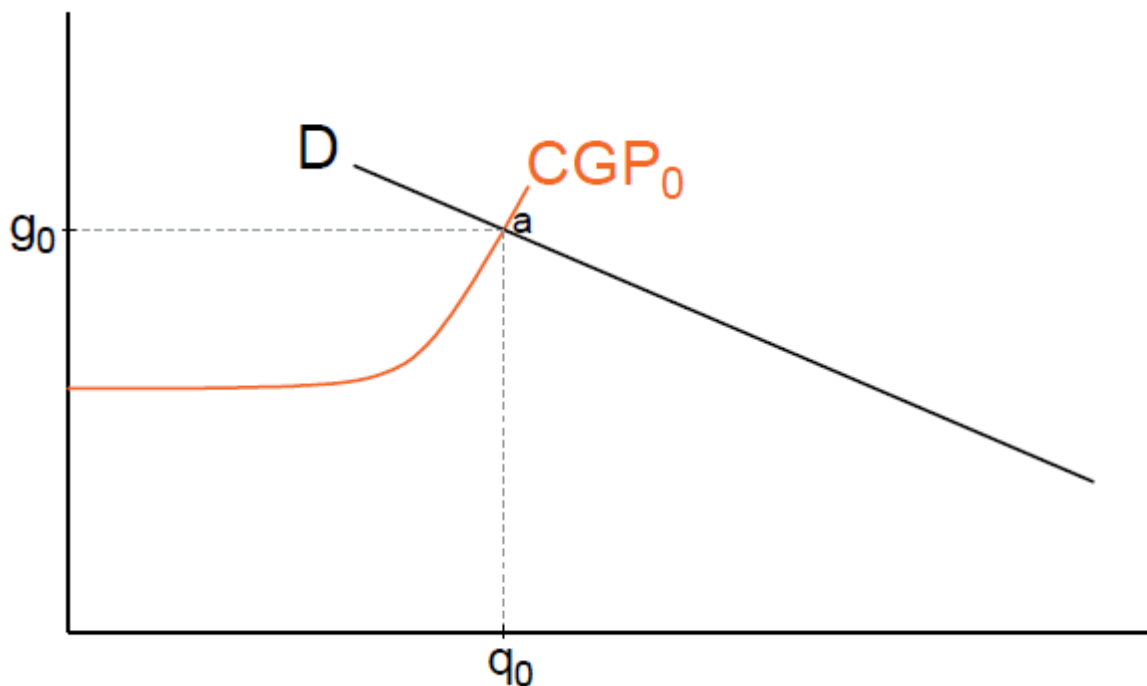


Ilustración 9: Funcionamiento de la demanda (Fuente: Elaboración propia)

En la ilustración 9 se observa cómo funciona la demanda actualmente en la zona de estudio, considerando que únicamente se puede viajar por carretera, donde la curva CGP_0 muestra la curva de la oferta, es decir, cómo evoluciona la demanda (q) en función del coste generalizado de desplazamiento (g). A esto hay que sumarle la demanda D , que representa la disponibilidad de los usuarios a pagar por el desplazamiento a realizar, se puede observar que si el coste aumenta, el número de usuarios acabara disminuyendo, pese a que el aumento del coste generalizado aumenta con los usuarios (mayor congestión, polución...), es por ello que el punto "a" es el punto de equilibrio, el número de usuarios exacto que hace aumentar el coste generalizado del viaje sin sobrepasar el coste que están dispuestos a pagar estos usuarios.

La imagen muestra la situación actual, los usuarios que se muestran en el anejo 1, que eran todos los usuarios que se desplazan ahora mismo en la zona de estudio sería igual o menor que q_0 , cuyo coste de desplazamiento es g_0 , a la hora de introducir una nueva infraestructura que permita realizar los desplazamientos ocurre lo siguiente:

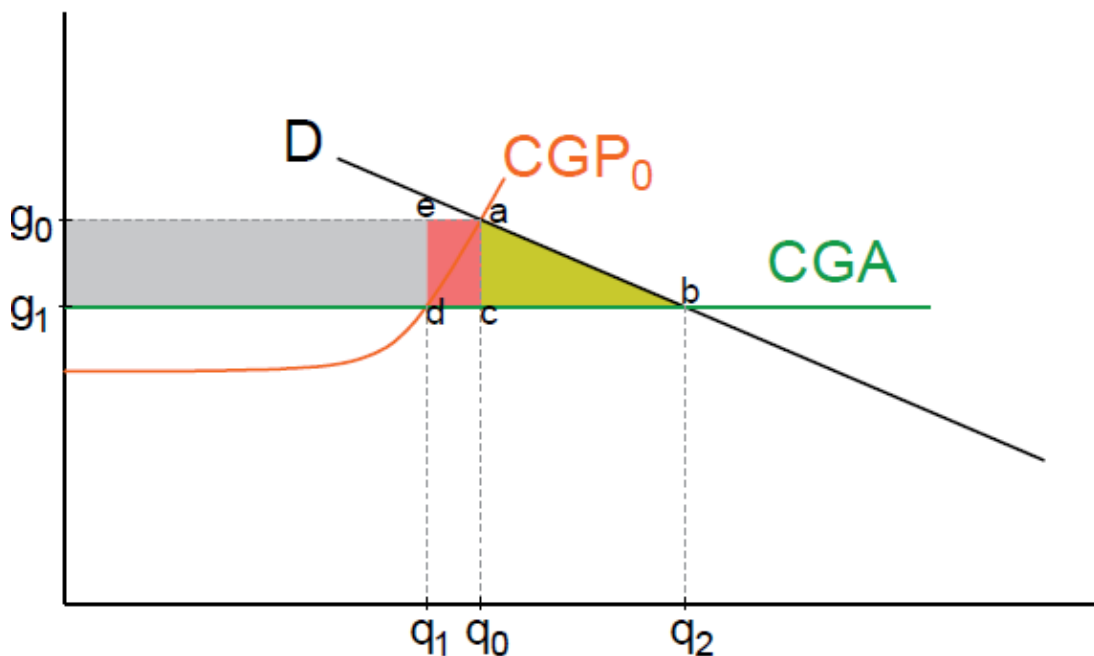


Ilustración 10: Efecto sobre la demanda inicial de la creación de la nueva infraestructura (Fuente: Elaboración propia)

La situación actual se ve modificada por la nueva infraestructura, esta al ser de tipo ferrocarril su coste para el usuario es constante (g_1) independientemente de la cantidad de viajeros que decidan este modo. Al introducir esta nueva función de desplazamientos, se observa que habrá una captación de usuarios hacia el ferrocarril (q_0-q_1), pero también se observa que se genera nueva demanda por el simple hecho de colocar una nueva infraestructura (q_2-q_0) y quedan ciertos usuarios existentes (q_1) que se ven beneficiados del trasvase de viajeros al modo del ferrocarril y se aprecia como el coste generalizado de su viaje se reduce, quedan en equilibrio un coste generalizado (g_1) igual para todos los usuarios.

Por tanto, para apreciar cómo se cuantifican el ahorro percibido por los usuarios solo hace falta observar las áreas gris, roja y verde.

Para los usuarios existentes el ahorro será el área gris:

$$Ahorro_{UE} = (g_0 - g_1) * q_1$$

Básicamente consistirá en la diferencia entre el viejo coste generalizado y el nuevo por el número de usuarios que siguen usando el mismo modo.

Para los usuarios captados el ahorro será el área roja:

$$Ahorro_{UC} = (g_0 - g_1) * (q_0 - q_1)$$

Se define como la diferencia entre el coste generalizado que pagaban antes y el actual, por el número de usuarios que antes usaban un modo de viaje y ahora han optado por el ferrocarril.

Para los usuarios inducidos el ahorro será el área verde:

$$Ahorro_{UI} = \frac{(g_0 - g_1) * (q_2 - q_0)}{2}$$

Es decir, la mitad del ahorro si contamos a los usuarios inducidos como demanda captada, es por ello que este método se conoce así, como "la regla de la mitad", precisamente porque para evaluar el ahorro percibido por la demanda inducida, este se considerara como la mitad del que habría supuesto si la demanda hubiera sido captada y no inducida.

3.3 SAIT

Para la realización de todos los cálculos cuantitativos para la realización de nuestro ACB sobre el análisis de la "R1 Nord" se utilizara una herramienta denominada SAIT (Sistema de valuación de inversiones en transporte, en catalán Sistema d'Avaluació d'Inversions en Transport) que se encuentra en la página web del Departamento de Territorio y Sostenibilidad de la Generalitat de Catalunya.

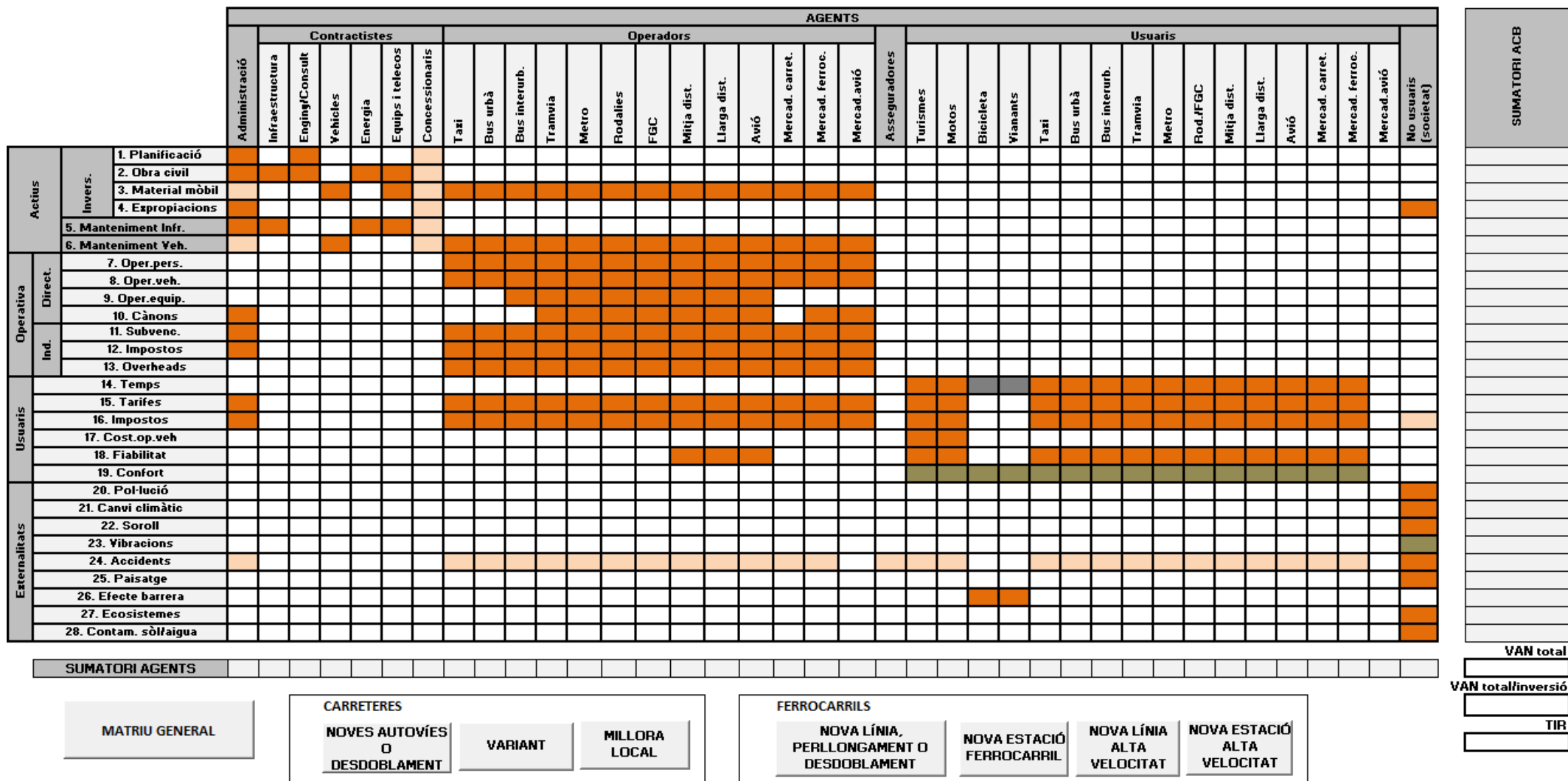
Esta herramienta consiste en un formato tipo Excel, donde se introducen los costes y beneficios calculados (que se mostraran y explicaran en el siguiente apartado) y el realiza el cálculo del VAN por agentes y por impactos explicados en el apartado anterior, la tabla 6 esta extraída del SAIT y será la tabla resultante que obtendremos cuando acabemos de introducir todos los cálculos.

SAIT es una herramienta bastante fija, es decir, que permite variar poco el método de realización de los cálculos, pero muy útil para la realización de infraestructuras de transporte típicas, puesto que facilita toda la elaboración del ACB, ello no quiere decir que sea una herramienta opaca, se pueden observar todos los cálculos que ha realizado el programa para vislumbrar como se ha llegado a los resultados que nos refleja el ACB. El principal problema se halla en la inmovilidad en el tiempo de los valores, es decir, si queremos evaluar un valor (por ejemplo el valor del tiempo) que consideramos como variable durante la vida útil del proyecto habremos de introducir muchos de los valores a mano, dado que no nos servirán los cálculos por defecto que aplica SAIT, se darán situaciones en las que se ha tenido que introducir manualmente el VAN de los 30 años sobre un impacto.

Una vez abierto el SAIT, la primera pestaña nos da las instrucciones básicas para controlar el programa, es en la segunda pestaña donde comienza el proceso de elaboración del ACB.

3.3.1 Selección de la Inversión

Clicando en la pestaña "Selecció Inversió" se nos muestra la matriz agente-impactos comentada en el apartado anterior, como el programa considera diversos escenarios muy distantes entre ellos, esta matriz es enorme y tiene en cuenta un gran número de agentes implicados y impactos:



Il·lustració 11: Matriz agentes-impactos general (para cualquier tipo de infraestructura de transporte), en naranja las celdas activas, en rosa las celdas que pueden ser activas si se desea, en verde aquellas que incluyen análisis multi-criterio (aquellas que por ejemplo incluyen valores no monetizados) y en gris aquellas celdas que el programa tiene desactivadas en este momento (por diversos motivos) (Fuente: SAIT (2015))

En la ilustración 11 se muestran todos los agentes e impactos que considera SAIT para cualquier tipo de infraestructura de transporte, se puede apreciar que sigue el modelo comentado en el apartado anterior recomendado por las últimas guías de evaluación de infraestructuras internacionales.

3.3.2 Matrices Agentes-Impactos

Volviendo a la ilustración 11, se puede observar que en la parte inferior encontramos diferentes comandos para seleccionar el tipo de inversión, se puede elegir entre Matriz General, que deja abierta la posibilidad de realizar cualquier tipo de infraestructura, pero también se puede elegir entre una ACB sobre un proyecto de tipo carreteras (nueva autovía o desdoblamiento, variante o mejora) o tipo ferrocarril (nueva línea, prolongación o desdoblamiento, nueva estación, nueva línea de alta velocidad o nueva estación de alta velocidad).

Cuando se selecciona uno de estos proyectos se puede observar como varían las celdas activas, apagando agentes o impactos que para este proyecto específico no se verán afectados.

Un ejemplo entre un ACB de evaluación de una nueva autovía o uno de una nueva línea de ferrocarril:

CARRETERES-Noves autovíes o Desdoblament

FERROCARRILS-Nova línia, Perllongament o Desdoblament

			Operadors											AGENTS													
			Taxi	Bus urbà	Bus interurb.	Tramvia	Metro	Rodalies	FCC	Mitja dist.	Llarga dist.	Avió	Mercad. carret.	Taxi	Bus urbà	Bus interurb.	Tramvia	Metro	Rodalies	FCC	Mitja dist.	Llarga dist.	Avió	Mercad. carret.	Mercad. ferroc.	Mercad. avió	
Actius	Invers.	1. Planificació																									
		2. Obra civil																									
		3. Material mòbil																									
		4. Expropiacions																									
Operativa	Direct.	5. Manteniment Infr.																									
		6. Manteniment Veh.																									
	Ind.	7. Oper. pers.																									
		8. Oper. veh.																									
9. Oper. equip.																											
suavis		10. Cànon																									
		11. Subvenc.																									
		12. Impostos																									
		13. Overheads																									
		14. Temps																									
		15. Tarifes																									
		16. Impostos																									
		17. Cost.op.veh																									

Ilustración 12: Sección de dos matrices agentes-impactos que ofrece el programa SAIT para evaluar una nueva autovía (derecha) o una nueva línea de ferrocarril (izquierda) (Fuente: SAIT (2015))

Como se observa en la ilustración 12, entre las dos matrices vemos como crece el número de agentes implicados para la evaluación del ferrocarril en comparativa con el de la nueva autovía, pese a que en ningún momento SAIT bloquea definitivamente los agentes típicos en las dos opciones.

Pese a que en la ilustración 12 no se han incluido por ejemplo los usuarios, estos también sufren variaciones, como incluir los usuarios de Rodalies o FGC (Ferrocarriles de la Generalitat de Cataluña) en la evaluación del ferrocarril, casilla que permanecía en rosa en la evaluación de la autovía.

3.3.3 Evaluación

Clicando en la pestaña "Avaluació" se nos muestra el Excel donde deberemos introducir todos los costes y donde el propio SAIT no irá dando el VAN de cada impacto en función del agente al que afecte, es decir, ira encontrando el valor que se ve reflejado en cada celda de la matriz agentes-impactos.

El Excel ya viene actualizado con los costes de referencia actualizados que según la guía del Departamento de Territorio son aceptables a día de hoy, es por ello que según los datos de los que disponemos podemos introducir o bien los valores de los que disponemos para completar con los costes de referencia el coste total del impacto, o también podemos introducir el valor del impacto directamente.

1. PLANIFICACIÓ	Longitud (Km)	Cost Referència (€/km)	Valor Any 0 (€)	Cost específic (€)	Comentari	Valor utilitzat Any 0 (€)	VAN (€)
Administració							
Carretera	0,00		0,00	0,00		0,00	0
Ferrocarril	0	10.940.000	0	0,00		0	
Ponts (m2)	0,00		0,00	0,00		0,00	

Tabla 8: Tabla del valor de la planificación que ofrece el SAIT (Fuente: SAIT (2015))

Para ejemplificar lo explicado anteriormente, extraemos la tabla 8 de SAIT, justo este apartado nos daría el impacto en forma de VAN que tendría la planificación del proyecto para la Administración, la que sería la celda primera de la ilustración 11.

El procedimiento sería siempre el mismo, si introduces, en este caso, el valor de la longitud de vía de nuestro proyecto, el programa a partir del coste de referencia que nosotros consideremos idóneo (extrayéndolo de la Guía que consideremos más precisa) extraerá el VAN, en definitiva el impacto que genera la planificación en la administración, pero si

conocemos el coste específico de este impacto, podemos incluirlo en la casilla correspondiente y SAIT tomara ese valor como el coste para generar el impacto.

Este apartado de SAIT se alarga incluyendo todos los impactos y todos los agentes a los que estos afectan, es decir, rellenando este apartado al máximo obtendríamos la matriz agentes-impactos completada.

El programa dispone de una pestaña llamada "Costos de Referencia" donde salen los costes de referencia actualizados para todos o la gran mayoría de los valores a introducir en el programa, aunque estos también se pueden encontrar en diversos manuales de evaluación de proyectos.

3.3.4 Resultados

Los resultados se mostraran en las pestañas "Matriu" y "Resultats", en la primera se mostrara la ilustración 11 completada y con los valores del VANs, VANs/inversión y TIR, y en la siguiente pestaña se mostrara un resumen del total de los VAN para los impactos y lo mismo para los agentes.

3.3.5 Sensibilidad y Riesgo

En las pestañas de "Sensibilitat" y "Risc" se mostraran los análisis de este tipo que SAIT efectúa por defecto sobre los datos introducidos, todo lo correspondiente sobre sendos análisis y los procedimientos realizados se encuentran en el apartado 6.

3.3.6 Otros

Hay mas pestañas de las explicadas en los apartados anteriores, donde se efectúan todos los procedimientos llevados a cabo para la obtención de los tres parámetros de evaluación del proyecto (VANs, VANs/inversión y TIR).

Esta la pestaña de "Log", donde se muestran los cambios efectuados en alguno de los procesos que efectúa SAIT para la cuantificación de los impactos, es decir, si quieres añadir manualmente algún coste que el programa no cuantifica (como por ejemplo algún valor residual atípico) se puede insertar manualmente y esta pestaña anotara el cambio producido.

REGISTRE DE CANVIS EN PESTANYES AUXILIARS DE CÀLCUL			
Dia	Hora	Cel·les modificades	
30/12/2016	15:18	Planificació	G45

Tabla 9: Tabla que muestra el SAIT en la pestaña "Log" cuando se efectúan cambios (Fuente: SAIT (2015))

En el resto de pestañas se encuentran los cálculos llevados a cabo para calcular los impactos por agentes, es decir, todos los cálculos para la obtención de los costes o beneficios de la planificación, obra civil, material móvil, etc. En las cuales no solo se pueden encontrar todos los resultados, por ejemplo cada VAN por año en vez del sumatorio que te ofrece la pestaña de resultados definitivos, o donde puedes cambiar los coeficientes de los precios sombra y los porcentajes en cuestión de cada apartado que recomiendan las diversas guías y manuales (por ejemplo el porcentaje que supone respecto al coste total del proyecto la planificación de este).

4. Obtención y Adecuación de la Demanda

4.1 Obtención de la Demanda

En la zona de estudio no existen estudios de demanda ni de reparto modal, es por ello que para la realización de esta se ha tenido que recurrir a guías sobre elaboración de proyectos de transportes, y se han adecuado las herramientas a nuestro alcance con los pasos marcados por estas guías para encontrar un modelo adecuado y satisfactorio.

Las guías de construcción de infraestructuras coinciden en que el estudio de la demanda es uno de los puntos críticos de nuestro análisis coste-beneficio, cuanto más exacto sean los resultados derivados de nuestro estudio de la demanda, mas real serán los costes y beneficios generados por la infraestructura a construir.

Una metodología tradicional y corroborada es el "modelo de cuatro pasos", que como indica el nombre se basa en la elaboración de 4 procedimientos para obtener la demanda.

- El primero de ellos consistirá en la Generación de viajes, un procedimiento que consta de dos partes, la primera es la obtención de la función de generación, es decir, a partir de datos de la zona (demográficos, m² urbanizado, infraestructuras y servicios al alcance...) se logra predecir la cantidad de viajes que se generaran en una zona determinada. La segunda parte consistiría en la elaboración de una función de atracción, que basándose también en datos de las zona (población ocupada, escuelas, oficinas...) lograra predecir los viajes cuya destinación sea la zona de estudio.
- El segundo procedimiento se basa en la Distribución de viajes, cuyo objetivo es la elaboración de una matriz origen-destino, que muestre el número de viajeros entre zonas.
- El tercer procedimiento es llamado Selección modal, que consistirá en una subdivisión de la matriz de origen-destino obtenida en la Distribución de viajes según el modo usado para desplazarse.
- Y por último, encontramos la Selección de ruta, que permitiría desarrollar las matrices del apartado tres en función de las distintas rutas que tomaran.

En el anejo 1 se puede apreciar como se ha seguido el modelo de cuatro pasos para la elaboración del reparto modal actual (sin la presencia de la infraestructura). Siempre teniendo en cuenta las limitaciones de datos y de las herramientas utilizadas.

Para la obtención de la demanda de las nuevas estaciones de la R1 Nord, aplicaremos un modelo que se basara en el de los 4 pasos, pero que previamente requerirá un estudio global de Rodalies. Para ello, a continuación, se explicaran todos los pasos y el procedimiento llevado a cabo para la obtención de la demanda, los datos ampliados se encontraran en el anejo 3.

El trabajo de obtención de la demanda se basará en dos partes, el primero consistirá en un estudio global de Rodalies, estudiando todas las estaciones que lo forman y la demanda que tienen, con ello se realizará una regresión lineal en función de distintos factores para obtener una teórica demanda para la R1 Nord, la segunda parte consistirá en trabajar con los datos obtenidos en el anejo 1 de repartición modal actual para que estos coincidan con la demanda obtenida, y así habremos logrado obtener la demanda, incluida la selección modal.

A la hora de realizar el estudio global de Rodalies hay que tener claro los datos que estamos buscando, primero el número de usuarios en un año que pican el billete en cada estación. Estos datos se podrán encontrar en la página web del Departamento de Territorio y Sostenibilidad de Cataluña y se encuentran desglosados por estación en el anejo 3.

Consideramos que las variables de las que dependerá la demanda en cada estación será la población que puede beneficiarse de la infraestructura, el tiempo de viaje que deberá invertir para llegar a Barcelona y la existencia de otras infraestructuras tanto viarias para el vehículo privado como de otros servicios públicos. Dado que la última variable es compleja de definir y de obtener se considerará que la demanda de cada estación únicamente depende de la población cercana y del tiempo de viaje a Barcelona.

Para ello el proceso realizado consistirá en el estudio de cada estación, a partir del "ICGC" (Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña) y "Google Maps" se determinará el área de influencia que ejerce cada estación en los municipios (interpretado en un % de la población de ese municipio), también se obtiene el tiempo de viaje hasta Barcelona-Sants a partir de la información que encontramos en la página web de Renfe.

Se procederá a eliminar aquellas estaciones que por su complejidad o características propias no nos servirán a la hora de desarrollar una regresión lineal fiable, como aquellas estaciones que se encuentran cerca de Barcelona y disponen de varios medios de transporte público, como el metro y el tranvía (como Badalona que dispone de ferrocarril y metro), o aquellas estaciones que presentan una demanda excesivamente baja o alta sin ninguna explicación aparente.

Gracias a "Idescat" (Instituto de estadística de Cataluña), podremos obtener las poblaciones (de residentes y estacionales) de todos aquellos municipios que se ven influenciados por el estudio realizado anteriormente. Por lo que sabiendo el porcentaje de población que influencia cada estación (tanto las existentes como las nuevas) y el tiempo de viaje ya podemos realizar la regresión lineal que nos permitirá desarrollar una función de demanda. Todos los datos de población, los porcentajes de esta que cada estación capta y los tiempos de viaje se encuentran en el anejo número 3.

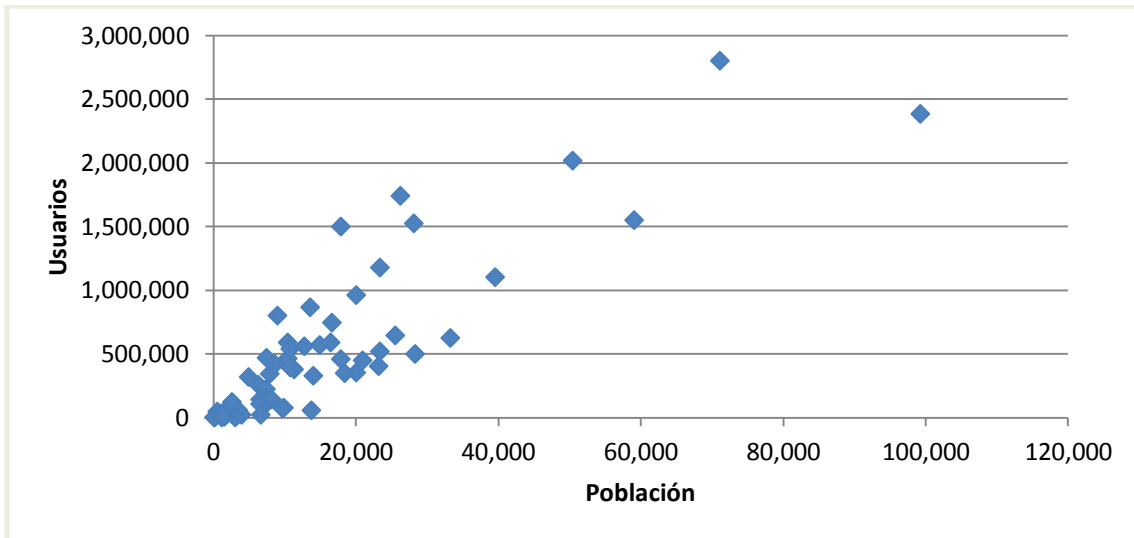


Ilustración 13: Grafico donde se muestra la relación entre la población y los usuarios año de las 66 estaciones de Rodalies estudiadas (Fuente: Elaboración propia)

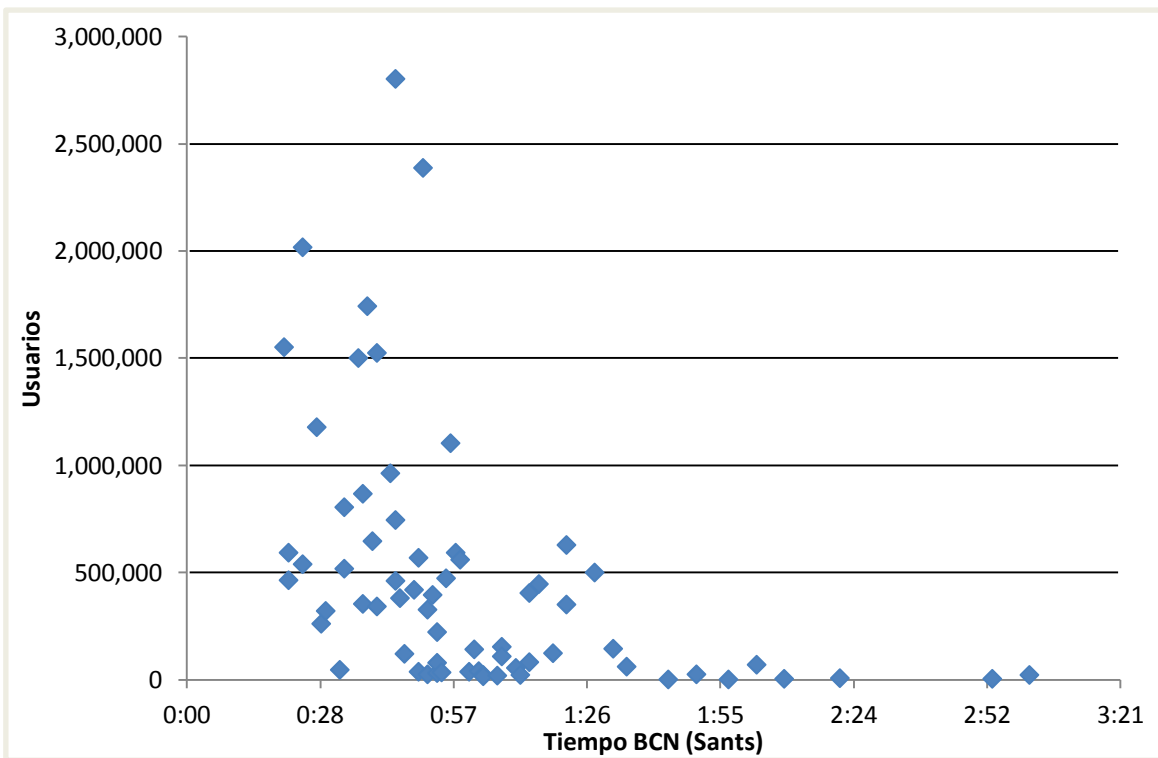


Ilustración 14: Grafico donde se muestra la relación entre el tiempo de viaje y los usuarios al año de las 66 estaciones de Rodalies estudiadas (Fuente: Elaboración propia)

Como se puede observar en las ilustraciones 13 y 14, si que se puede apreciar cierta relación en los datos de estudio, es por ellos que se procederá a la regresión lineal, considerando que la demanda depende únicamente de estos do valores, tiempo a Barcelona y población captada por estación.

Obteniendo:

Resumen P-T-D

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,895158676
Coefficiente de determinación R²	0,801309055
R² ajustado	0,795001406
Error típico	271647,6591
Observaciones	66

Tomamos por buenos los valores del R2, pese a que trabajando con los datos podríamos llegar a obtener seguramente un R2 mayor del obtenido, nos habíamos propuesto como objetivo superar el 0,75, dado que lo hemos conseguido damos por buena la regresión y aplicaremos los valores de las variables para la obtención de la demanda.

La formula de la demanda obtenida es la siguiente:

$$Usuarios (año) = 28,6727 * Población - 5709393,46 * Tiempo + 301925,7071$$

Que toma la forma:

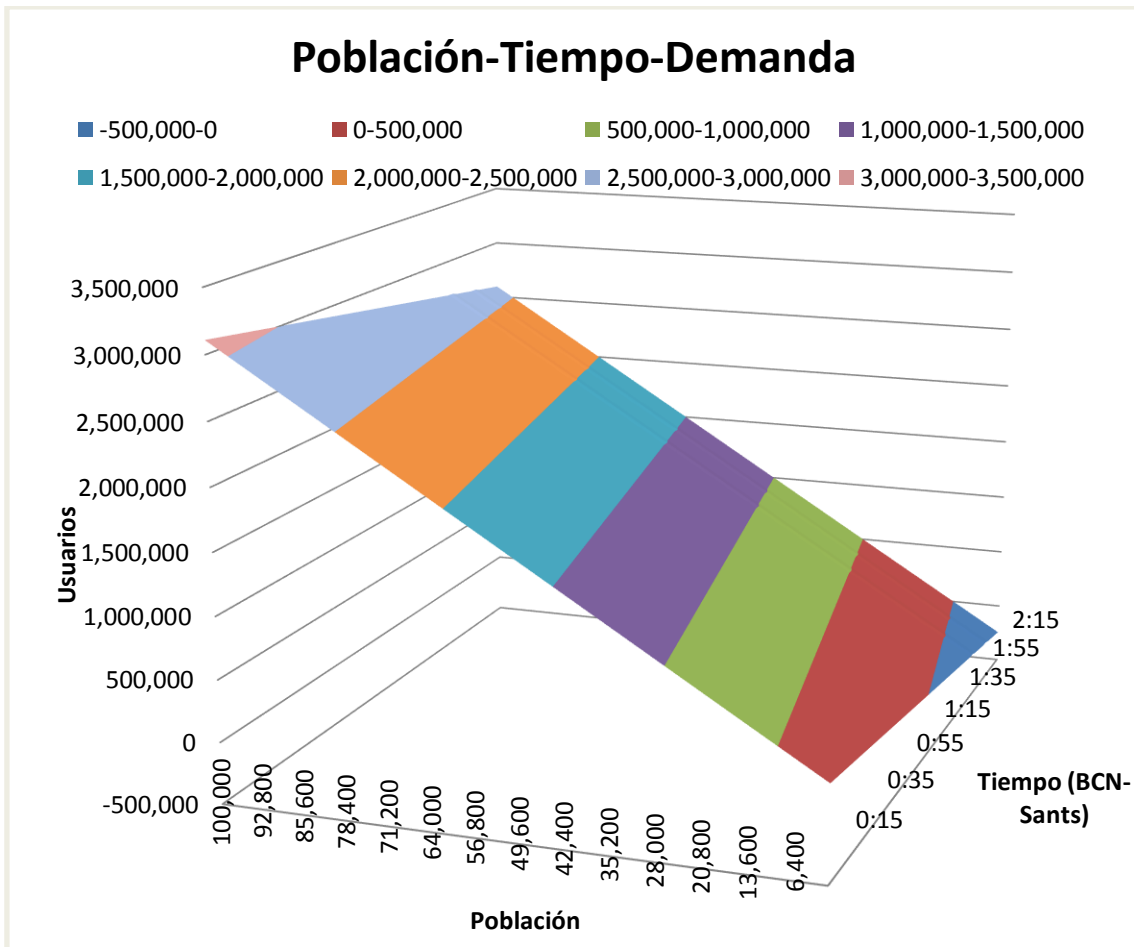


Ilustración 15: Grafico donde se muestra la evolución de la formula de la demanda al variar la población y el tiempo de recorrido hasta Barcelona-Sants (Fuente: Elaboración propia)

Como se puede apreciar en la ilustración 15 para mayores poblaciones y menores tiempos de recorrido la función nos da máximos de demanda, donde la variable dominante será la población influenciada por la estación, que es aquella variable que provoca cambios más bruscos en los valores de la demanda, pese a ello, el tiempo de recorrido desde nuestra estación hasta la estación Barcelona-Sants también provoca variaciones en la demanda (aunque mucho menores que la variable de población).

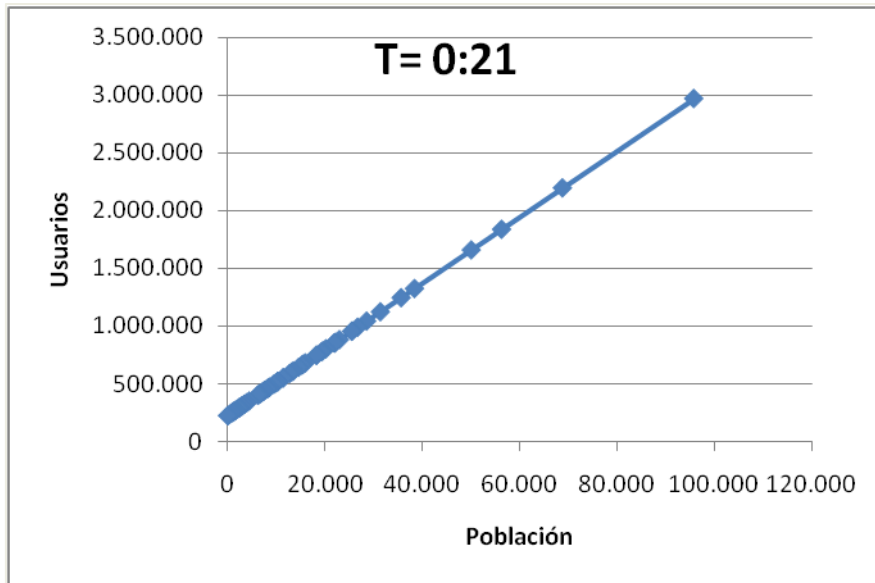


Ilustración 16: Grafico donde se muestra la variación de la demanda en función de la población para un tiempo fijo (T=0:21) (Fuente: Elaboración propia)

Como se aprecia en la ilustración 16 el número de usuarios/año es muy sensible a los cambios de población, para poblaciones (influenciadas por la estación) muy altas la demanda será máxima, y evoluciona de manera lineal, la grafica muestra el caso particular de un tiempo fijo de 0 horas 21 minutos de tiempo de desplazamiento entre la estación de estudio y la estación Barcelona-Sants, donde se aprecia que si la estación de estudio pudiera ser usada por una población de 100.000 personas (aproximadamente), el número de usuarios en un año estaría alrededor de los tres millones y decrecería con la población, es decir, la demanda podría variar en este caso (T=0:21) de los 3 millones a casi 0.

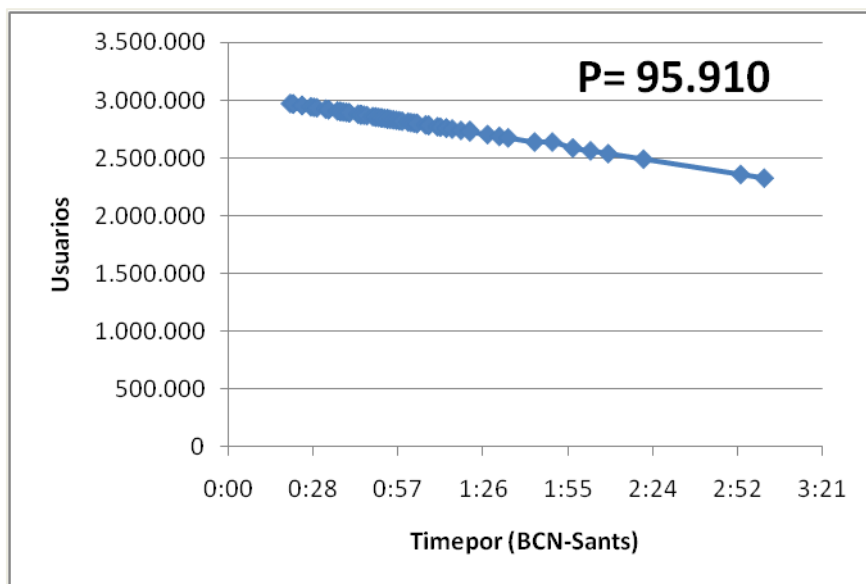


Ilustración 17: Grafico donde se muestra la variación de la demanda en función del tiempo de desplazamiento para una población fija (P=95.910) (Fuente: Elaboración propia)

Como se aprecia en la ilustración 17 el número de usuarios/año no es tan sensible a la variación del tiempo de desplazamiento (entre nuestra estación de estudio y la estación Barcelona-Sants) como lo era a la variación de la población, pero si se aprecia una disminución significativa de los valores de demanda al aumentar el tiempo, donde en este caso ($P=95.910$) la demanda puede variar de 3 millones de usuarios al año a los 2,2 millones (aproximadamente) en función del tiempo que se tarde en efectuar el recorrido.

Analizando la función obtenida podemos concluir que es una función que se asemeja al comportamiento real de las estaciones, aunque presenta diversos errores, como por ejemplo valores negativos de demanda para aquellas estaciones con una población baja y/o un tiempo de desplazamiento muy alto, o que suceda al contrario, que aquellas estaciones con mucha población presenten demandas imposiblemente altas, aunque se presenten estos errores se considerara como apta la función obtenida y se utilizara para la obtención de la demanda, se corregirán aquellos errores que surjan (en las estaciones con poca población), dado que los errores se han obtenido por la imposibilidad y complejidad de elaborar otra fórmula más precisa, debido principalmente a la falta de datos y de herramientas más sofisticadas que nos permitiesen realizar este proyecto.

Obtenida y analizada la función de la demanda de usuarios al año en función del tiempo de recorrido y la población (aquellos posibles usuarios que viven "cerca" a la estación de estudio), ya podemos predecir una futura demanda si colocáramos una estación en determinados emplazamientos.

Se ha realizado un estudio de las estaciones futuras a construir, en el apartado 2.4 (Descripción del Proyecto), ya se obtuvieron los datos del tiempo que requeriría desplazarse hasta Barcelona-Sants para los futuros usuarios, en el anejo número 3 se muestra el procedimiento seguido para obtener la población influenciada por las nuevas estaciones, que se mostrara a continuación:

Estación	Población Estación Residente	Población Estación Estacional	PK	Tiempo Barcelona-Sants
Lloret de Mar	34.683	48.412	66,305	1:34:28
Tossa de Mar	5.319	9.479	75,006	1:44:46
Sant Feliu de Guíxols	21.289	23.115	85,006	1:56:36
Castell-Platja d'Aro	9.894	16.961	89,061	2:01:24
Calonge	8.477	12.018	95,032	2:08:28
Palamós	18.467	21.424	98,733	2:12:51
Palafrugell	20.929	24.402	106,001	2:21:27
Pals	5.156	8.464	112,126	2:28:42
Torroella de Montgrí	11.382	16.465	119,284	2:37:11

Tabla 10: Valores "resumen" de la información necesaria para la obtención de la futura demanda de esta línea (Fuente: Elaboración propia)

Analizando estos datos vemos que la formula presentara problemas en Lloret de Mar y Sant Feliu de Guixols, por tener una población influenciada muy alta para un tiempo de de desplazamiento relativamente bajo, o en Calonge, Pals y Torroella de Montgrí, donde sucede al revés, muy poca población para unos tiempos de desplazamiento más altos. Se presentaran los datos obtenidos a continuación, se analizaran y se aplicaran ligeras modificaciones para ajustar los resultados.

Estaciones	Población Residente por estación	Población Estacional por estación	Tiempo Barcelona	Usuarios Residentes	Usuarios Estacional
Lloret de Mar	34.683	48.412	1:34	921.839	1.315.492
Tossa de Mar	5.319	9.479	1:44	39.071	158.343
Sant Feliu de Guíxols	21.289	23.115	1:56	450.039	502.399
Castell-Platja d'Aro	9.894	16.961	2:01	104.281	306.911
Calonge	8.477	12.018	2:08	35.623	137.170
Palamós	18.467	21.424	2:12	304.701	389.486
Palafrugell	20.929	24.402	2:21	341.173	440.756
Pals	5.156	8.464	2:28	-139.814	-44.979
Torroella de Montgrí	11.382	16.465	2:37	5.095	150.844

Tabla 11: Valores obtenidos de aplicar la función de demanda para la población residente y estacional (Fuente: Elaboración propia)

Como se puede apreciar en la tabla 11 la función presenta valores correctos y otros que se alejan de la realidad, el caso obvio es Pals, que nos da una demanda negativa. Para los demás casos podemos ver resultados con más sentido, como Tossa de Mar o Castell-Platja d'aro, y Calonge valores ligeramente bajos, como se ha comentado más arriba Lloret de Mar y Sant Feliu de Guíxols tienen una demanda excesivamente alta y Pals y Torroella de Montgrí unas excesivamente bajas.

Para combatir este efecto se elaboraran una serie de reajustes para reducir o ampliar la demanda según convenga en cada caso, para ello elaboraremos un factor que se aplicara al tiempo de recorrido (que es aquel valor que afecta de manera decreciente a nuestra demanda).

Para ello realizaremos dos métodos, el primero consistirá en un coeficiente que dividirá el valor del tiempo de recorrido para reducir la penalización que supone este, y así subir la demanda de aquellas estaciones que presentan valores muy reducidos o negativos. El segundo procedimiento consistirá en aplicar otro coeficiente que estará como divisor de la población, para reducir aquellos valores de demanda que son excesivamente altos.

El primer método consistirá en estos valores:

Población Media	Coeficiente
6000-9000	1,4
9000-12000	1,35
12000-15000	1,3
15000-18000	1,25
18000-21000	1,2
21000-24000	1,15

Tabla 12: Valores del coeficiente que se encontrara dividiendo al valor del tiempo en función de la media entre la población estacional y residente de esa estación (Fuente: Elaboración propia)

El segundo método aplicara los siguientes valores:

Coeficiente	Población Media
1,4	42000-39500
1,35	39500-37000
1,3	37000-34500
1,25	34500-32000
1,2	32000-29500
1,15	29500-27000
1,1	27000-24500
1,05	24500-22000

Tabla 13: Valores del coeficiente que se encontrara dividiendo al valor de la población en función de la media entre la población estacional y residente de esa estación (Fuente: Elaboración propia)

Para la obtención de estos coeficientes y la aplicación selectiva a determinadas estaciones se ha hecho un estudio detallado de todas las estaciones del servicio de Rodalies de Barcelona, donde se han estudiado en particular todas aquellas estaciones con características de población y lejanía de Barcelona similares a nuestras estaciones en estudio, con la intención de obtener valores que acercasen la demanda obtenida a la demanda teórica que deberíamos tener por el parecido entre nuestras estaciones y las ya existentes.

Finalmente conociendo las poblaciones medias de nuestras estaciones podemos obtener el valor de las demandas incluyéndoles el factor correctivo de los dos métodos de las tablas 12 y 13:

Estaciones	Población Residente por estación	Población Estacional por estación	Tiempo Barcelona	Usuarios Residentes	Usuarios Estacional
Lloret de Mar	34.683	48.412	1:34	637.713	918.894
Tossa de Mar	5.319	9.479	1:44	39.071	158.343
Sant Feliu de Guíxols	21.289	23.115	1:56	420.972	470.838
Castell-Platja d'Aro	9.894	16.961	2:01	104.281	306.911
Calonge	8.477	12.018	2:08	167.678	269.225
Palamós	18.467	21.424	2:12	304.701	389.486
Palafrugell	20.929	24.402	2:21	385.750	480.591
Pals	5.156	8.464	2:28	28.638	123.473
Torroella de Montgrí	11.382	16.465	2:37	148.906	294.655

Tabla 14: Valores obtenidos de aplicar la función de demanda para la población residente y estacional, incluyendo un factor correctivo obtenido del estudio de otras estaciones (Fuente: Elaboración propia)

Para obtener los resultado de la tabla 14 se han aplicado los coeficientes del primer método a Calonge, Palafrugell, Pals y Torroella de Montgrí, se satisfacen los objetivos que se buscaban, Pals ya no presenta una demanda negativa y además las 4 estaciones afectadas han visto aumentada su demanda hasta llegar a valores que entran dentro de los rangos estudiados en estaciones parecidas.

Los coeficientes del segundo método se han aplicado a Lloret de Mar, Sant Feliu de Guíxols y Palafrugell, también se satisfacen los objetivos buscados, porque las dos primeras estaciones ven reducidas sus demandas, cuya demanda original era excesivamente alta y no coincidía con ninguna demanda para estaciones existentes con parecidos característicos. La única estación en la cual hemos utilizado los dos métodos ha sido Palafrugell, dado que el uso de un método no hacia cuadrar los resultados y la aplicación de los dos nos da como resultado una demanda correcta.

Esto podría parecer el final de la obtención de la demanda, pero hemos de tener en cuenta que no hemos cumplido ninguno de los procesos del método de los 4 pasos, simplemente hemos obtenido un intervalo de demandas para cada estación, con una demanda máxima coincidente con la población estacional que utilizaría cada estación de estudio, y una demanda mínima coincidente con la población residente de cada estación.

Tal y como se ha explicado al comienzo de este apartado, nuestro método para obtener la demanda constaba de dos fases, podríamos dar por terminada la primera. Ahora queda realizar la segunda, a partir de la repartición modal que tenemos en el anejo numero 1 conocemos la matriz de desplazamientos existentes sin la existencia de la infraestructura a realizar, si existiera la vía férrea encontraríamos el mismo número de viajes sumando todos los modos de transporte más un 10-15% de viajes inducidos que irían seguro en ferrocarril. Por

ello, solo tenemos que encontrar el trasvase, en forma de porcentaje, que se ha efectuado, es decir, aquellos viajeros que ahora van en vehículo privado (turismo o moto) o en transporte público, pero que con la existencia del tren pasarían a usar este último modo, para ello iremos probando porcentajes de vehículo propio y porcentajes de transporte público hasta encontrar aquellas cifras que cuadren con los valores obtenidos por la función de demanda obtenida en la fase uno, una vez conozcamos el porcentaje de cada modo, este mismo podrá aplicarse sobre las tablas origen destino conocidas y sabremos la tabla origen-destino de aquellos viajeros que usen nuestra nueva infraestructura, es decir conocer la distribución de viajes y el reparto modal de los mismos, cumpliendo la mayoría de objetivos planteados por el método de los 4 pasos.

Realizado el tanteo con los porcentajes obtenemos:

Traspaso a R1 Nord		Nueva Demanda
% Privado	% Publico	% del existente
30,00%	70,00%	15,00%

Estos serán aquellos valores que harán entrar nuestra demanda dentro de los intervalos obtenidos por la función de demanda obtenida en la fase uno.

Con estos porcentajes se debe ir a las tablas obtenidas en el anejo 1 y aplicándolos se obtiene los resultados siguientes:

Traspaso Motos	Lloret de Mar	Tossa de Mar	Sant Feliu de Guíxols	Castell-Platja d'Aro	Calonge	Palamós	Palafrugell	Pals	Torroella de Montgrí
Barcelona	31	5	10	5	4	10	11	3	9
Sant Adria del Besos	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Badalona	3	0	1	0	1	1	1	0	1
Montgat	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Montgat Nord	1	0	0	0	0	0	0	0	0
El Masnou	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Ocata	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Premià de Mar	4	1	1	0	0	0	1	0	0
Vilassar de Mar	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Cabrera-Vilassar de Mar	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mataró	13	2	2	1	1	1	2	1	1
St. Andreu de Llavaneres	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Caldes d'Estrac	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Arenys de Mar	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Canet de Mar	2	0	0	0	0	0	0	0	0
St. Pol de Mar	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Calella	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Pineda de Mar	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Santa Sussana	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Malgrat de Mar	4	0	0	0	0	0	0	0	0
Blanes	36	4	1	1	1	1	1	0	1
Lloret de Mar	0	3	2	0	0	0	1	0	0
Tossa de Mar	5	0	3	1	0	0	0	0	0
Sant Feliu de Guíxols	3	0	0	15	7	12	14	3	7
Castell-Platja d'Aro	1	0	10	0	5	7	6	1	3
Calonge	1	0	7	6	0	8	8	1	3
Palamós	1	0	12	7	12	0	17	3	7
Palafrugell	1	0	14	6	7	15	0	3	8
Pals	0	0	3	1	1	4	8	0	4
Torroella de Montgrí	1	0	7	3	3	7	10	2	0
Girona	64	10	37	13	13	27	35	7	19

Traspaso Turismos	Lloret de Mar	Tossa de Mar	Sant Feliu de Guíxols	Castell-Platja d'Aro	Calonge	Palamós	Palafrugell	Pals	Torroella de Montgrí
Barcelona	88	13	27	14	13	29	31	8	24
Sant Adria del Besos	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Badalona	9	1	3	1	2	2	3	1	1
Montgat	3	0	1	0	0	0	1	0	0
Montgat Nord	3	0	0	0	0	0	0	0	0
El Masnou	5	1	1	0	0	0	1	0	0
Ocata	7	1	1	1	1	1	1	0	1
Premià de Mar	15	2	3	1	1	1	3	1	1
Vilassar de Mar	11	2	2	1	1	1	2	0	1
Cabrera-Vilassar de Mar	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Mataró	54	9	9	4	4	5	9	2	5
St. Andreu de Llavaneres	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Caldes d'Estrac	3	0	1	0	0	0	1	0	0
Arenys de Mar	8	1	1	1	1	1	1	0	1
Canet de Mar	7	1	1	1	1	1	1	0	1
St. Pol de Mar	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Calella	10	2	2	1	1	2	2	0	1
Pineda de Mar	11	2	2	1	1	2	2	0	1
Santa Sussana	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Malgrat de Mar	16	2	2	1	1	2	2	0	1
Blanes	148	17	6	3	2	5	6	1	3
Lloret de Mar	0	11	8	1	1	2	2	0	1
Tossa de Mar	22	0	12	5	0	0	0	0	0
Sant Feliu de Guíxols	13	1	0	64	28	50	56	13	31
Castell-Platja d'Aro	3	0	42	0	21	30	26	6	14
Calonge	2	0	31	24	0	33	32	5	12
Palamós	5	1	50	30	51	0	69	12	27
Palafrugell	6	1	56	26	28	63	0	13	35
Pals	1	0	13	6	5	18	32	0	15
Torroella de Montgrí	3	0	31	14	12	27	40	7	0
Girona	301	47	176	60	59	128	165	34	91

Tabla 15: Valores de los usuarios de la R1 Nord que debido a la construcción de esta dejarán de usar el vehículo privado (datos de 2011) (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Idescat)

Traspaso Bus	Lloret de Mar	Tossa de Mar	Sant Feliu de Guíxols	Castell-Platja d'Aro	Calonge	Palamós	Palafrugell	Pals	Torroella de Montgrí
Barcelona	199	29	61	33	31	72	76	21	70
Sant Adria del Besos	2	0	1	0	0	1	1	0	0
Badalona	14	2	5	2	4	4	4	1	2
Montgat	3	0	1	0	0	0	1	0	0
Montgat Nord	2	0	0	0	0	0	0	0	0
El Masnou	4	1	1	0	0	0	1	0	0
Ocata	7	1	1	1	0	1	1	0	1
Premià de Mar	13	2	2	1	1	1	2	1	1
Vilassar de Mar	10	2	2	1	1	1	2	0	1
Cabrera-Vilassar de Mar	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Matarò	49	8	8	4	3	4	8	2	4
St. Andreu de Llavaneres	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Caldes d'Estrac	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Arenys de Mar	7	1	1	1	1	1	1	0	1
Canet de Mar	6	1	1	0	1	1	1	0	1
St. Pol de Mar	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Calella	9	1	2	1	1	1	1	0	1
Pineda de Mar	10	2	2	1	1	2	2	0	1
Santa Sussana	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Malgrat de Mar	19	1	2	1	1	1	2	0	1
Blanes	145	8	3	2	1	3	3	1	2
Lloret de Mar	0	6	14	0	0	1	1	0	1
Tossa de Mar	29	0	25	11	0	0	0	0	0
Sant Feliu de Guíxols	8	0	0	40	13	21	23	5	13
Castell-Platja d'Aro	1	0	23	0	12	15	11	2	6
Calonge	1	0	15	15	0	18	17	2	5
Palamós	2	0	21	15	32	0	35	5	11
Palafrugell	2	0	23	11	13	30	0	5	16
Pals	1	0	5	2	2	10	20	0	9
Torroella de Montgrí	1	0	13	6	5	11	20	3	0
Girona	218	33	181	44	52	111	163	31	91

Nueva Demanda	Lloret de Mar	Tossa de Mar	Sant Feliu de Guíxols	Castell-Platja d'Aro	Calonge	Palamós	Palafrugell	Pals	Torroella de Montgrí
Barcelona	102	15	32	17	15	35	37	10	31
Sant Adria del Besos	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Badalona	9	1	3	1	2	3	3	1	2
Montgat	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Montgat Nord	2	0	0	0	0	0	0	0	0
El Masnou	4	1	1	0	0	0	1	0	0
Ocata	6	1	1	0	0	1	1	0	1
Premià de Mar	12	2	2	1	1	1	2	0	1
Vilassar de Mar	9	1	2	1	1	1	2	0	1
Cabrera-Vilassar de Mar	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Matarò	44	7	8	4	3	4	7	2	4
St. Andreu de Llavaneres	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Caldes d'Estrac	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Arenys de Mar	7	1	1	1	1	1	1	0	1
Canet de Mar	6	1	1	0	1	1	1	0	1
St. Pol de Mar	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Calella	8	1	1	1	1	1	1	0	1
Pineda de Mar	9	1	2	1	1	1	2	0	1
Santa Sussana	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Malgrat de Mar	14	1	1	1	1	1	1	0	1
Blanes	123	12	4	2	2	4	4	1	2
Lloret de Mar	0	8	8	1	1	1	2	0	1
Tossa de Mar	20	0	13	5	0	0	0	0	0
Sant Feliu de Guíxols	10	1	0	48	20	36	40	9	22
Castell-Platja d'Aro	2	0	31	0	16	22	19	4	10
Calonge	2	0	22	18	0	24	24	4	9
Palamós	3	1	36	22	38	0	50	8	19
Palafrugell	4	1	40	19	20	45	0	9	25
Pals	1	0	9	4	4	13	24	0	12
Torroella de Montgrí	2	0	22	10	9	19	29	5	0
Girona	229	35	145	46	47	102	135	27	74

Tabla 16: Valores de los usuarios de la R1 Nord que debido a la construcción de esta dejaran de usar el servicio público de buses o el 15% de nueva demanda (respecto al total existente anterior a la construcción) que se generara debido a la construcción de esta (datos de 2011) (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Idescat)

Las tablas 16 y 17 muestran el número de usuarios diarios (de lunes a viernes) de los que dispondrá la nueva línea que deseamos construir, el procedimiento que siguen las tablas es exactamente el mismo que las que encontramos en el anejo 1, las estaciones que se encuentran en columna entre Barcelona y Blanes mas Girona todos los números de viajeros que tenemos son sin diferenciar entro origen y destino, es decir, la casilla de Lloret de Mar y Barcelona, son todos aquellos viajeros diarios que por motivos de estudio o trabajo han de desplazarse de uno a otro sin distinguir entre cual es el origen y cual el destino, la cosa cambia al llegar a las estaciones de estudio, entre Lloret de Mar y Torroella de Montgrí si que hacemos distinción entre origen destino, es decir, las estaciones que se encuentran en fila serán los orígenes y las estaciones que se encuentran en columna serán los destinos.

Hay que recordar que los datos de las tablas siempre son viajeros (no vehículos) que efectúan cierto trayecto en un día, para pasar todos estos datos a valores anuales para demostrar que nuestros valores entran dentro de los intervalos de demanda se ha decidido considerar que todos estos viajeros efectúan estos desplazamientos de lunes a viernes, pero que solo la mitad los realizan los fines de semana (seria considerar que el año tiene 313 días), por tanto el número total de viajes por estación:

USUARIOS	Lloret de Mar	Tossa de Mar	Sant Feliu de Guíxols	Castell-Platja d'Aro	Calonge	Palamós	Palafrugell	Pals	Torroella de Montgrí	Total
Diarios	2.367	344	1.399	722	653	1.131	1.394	301	794	9.104
Anuales	740.763	107.636	437.815	226.016	204.509	354.121	436.197	94.156	248.421	2.849.635

Tabla 17: Valores de los usuarios por estación diarios y anuales (Fuente: Elaboración propia)

En comparativa con los intervalos obtenidos en la fase 1:

Estaciones	Esperados		Viajeros Calculados
	Estacional	Residente	
Lloret de Mar	918.894	637.713	740.763
Tossa de Mar	158.343	39.071	107.636
Sant Feliu de Guíxols	470.838	420.972	437.815
Castell-Platja d'Aro	306.911	104.281	226.016
Calonge	269.225	167.678	204.509
Palamós	389.486	304.701	354.121
Palafrugell	480.591	385.750	436.197
Pals	123.473	28.638	94.156
Torroella de Montgrí	294.655	148.906	248.421
Total	3.412.416	2.237.710	2.849.635

Tabla 18: Valores comparativos entre los intervalos de demanda esperada y la demanda calculada (Fuente: Elaboración propia)

Como se puede observar en la tabla 18 los valores obtenidos de demanda anual entran dentro de los intervalos determinados por la función de demanda obtenida en la fase 1, por tanto podemos dar por concluido el apartado de obtención de la demanda, dado que hemos obtenido los objetivos deseados: hemos planteado la generación de viajes, la elaboración de la matriz origen-destino entre las estaciones de estudio y la matriz de viajes (sin especificar origen y destino, dado que no nos interesa para los posteriores cálculos del ACB) entre las estaciones de estudio y las estaciones de la línea R1 de Rodalies ya existente, separando siempre entre los distintos modos de transporte. Es por ello que podemos concluir que se satisfacen 3 de los 4 pasos que incluía el método que nos ha servido de guía a la hora de obtener la demanda.

El último paso, se ha decidido no realizarlo principalmente por el esfuerzo y la complejidad que conlleva asignar rutas a los trayectos que se realicen en vehículo privado, dado que la ruta de los autobuses y la del ferrocarril son siempre fijas, conllevaría un estudio detallado de los desplazamientos y un gasto de tiempo que no compensaría la facilidad que supone asignar a todos los desplazamientos de origen-destino iguales la misma ruta.

Como conclusión añadir la comparativa de viajeros diarios con o sin nuestra infraestructura:

Sin R1 Nord		Con R1 Nord		
Privado	Bus	Privado	Bus	R1 NORD
12.974	3.842	9.082	1.153	9.104
Total		Total		
16.816		19.339		

Tabla 19: Valores de comparativa entre los viajeros diarios con y sin la presencia de la R1 Nord (Fuente: Elaboración propia)

Como se puede observar en la tabla 19, el número de viajeros diarios totales que efectúan desplazamientos dentro de la zona de estudio es el mismo mas el 15% de nueva demanda inducida por la creación de la R1 Nord. También se pueden apreciar el traspaso del 30% de los usuarios de vehículo privado y el 70% del servicio colectivo de transportes a al R1 Nord.

4.2 Adecuación de la demanda

Como se ha comentado anteriormente, uno de los defectos que se han detectado en el uso de SAIT para la realización de un ACB es la imposibilidad de introducir valores variables en el tiempo, la demanda es un dato que evoluciona en el tiempo, y por tanto, se ha pensado en la elaboración de un corrector de la demanda en función de la evolución del horizonte temporal para el cual está diseñada nuestra estructura.

Hemos determinado en los apartados anteriores que se consideraba óptimo una vida útil del proyecto de 30 años, pero la demanda que hemos calculado con datos de 2011 obviamente cambiara en estos 30 años.

Se considera que la evolución de la demanda ira siguiendo una evolución ascendiente, principalmente por dos motivos, el primero es que al principio no sería usada por todos los posibles usuarios debido a la novedad que supone la infraestructura y que muchos futuros usuarios seguirán usando su modo de viaje, por ejemplo el vehículo privado, antes de cambiarse al nuevo servicio de transporte. El otro motivo que hace ascender en el tiempo la demanda es el aumento de población progresivo que en los últimos años se ha producido en las zonas de estudio.

Considerando extremadamente complejo elaborar un modelo incluyendo los dos motivos, se considera que solo trabajaremos con un aumento de la demanda en función del aumento de la población, para ello volveremos a usar IDESCAT, para obtener los datos demográficos de las comarcas afectadas en los últimos 13 años para obtener un crecimiento demográfico:

	2002	2015	%Crecimiento
Gironés	142.978	184.993	129%
Baix Emporda	108.910	132.355	122%
Selva	125.515	168.555	134%
Maresme	366.782	439.512	120%
Barcelonés	2.130.092	2.225.144	104%

Tabla 20: Valores del crecimiento demográfico entre 2002 y 2012 de las comarcas donde se realizan viajes dentro de nuestro proyecto (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Idescat)

Consideraremos que este crecimiento de la población se mantendrá constante a lo largo del tiempo y por tanto veremos un crecimiento de la población en todas nuestras comarcas en los próximos años del inicio de nuestro proyecto, por tanto, consideramos que nuestra infraestructura estará implantada en 2017 y su vida útil dura hasta el 2047, y conocemos la demanda que tendría nuestra nueva línea de ferrocarril con datos de viajes de 2011. Conociendo el crecimiento poblacional podemos extraer la demanda a lo largo de la vida útil de nuestro proyecto.

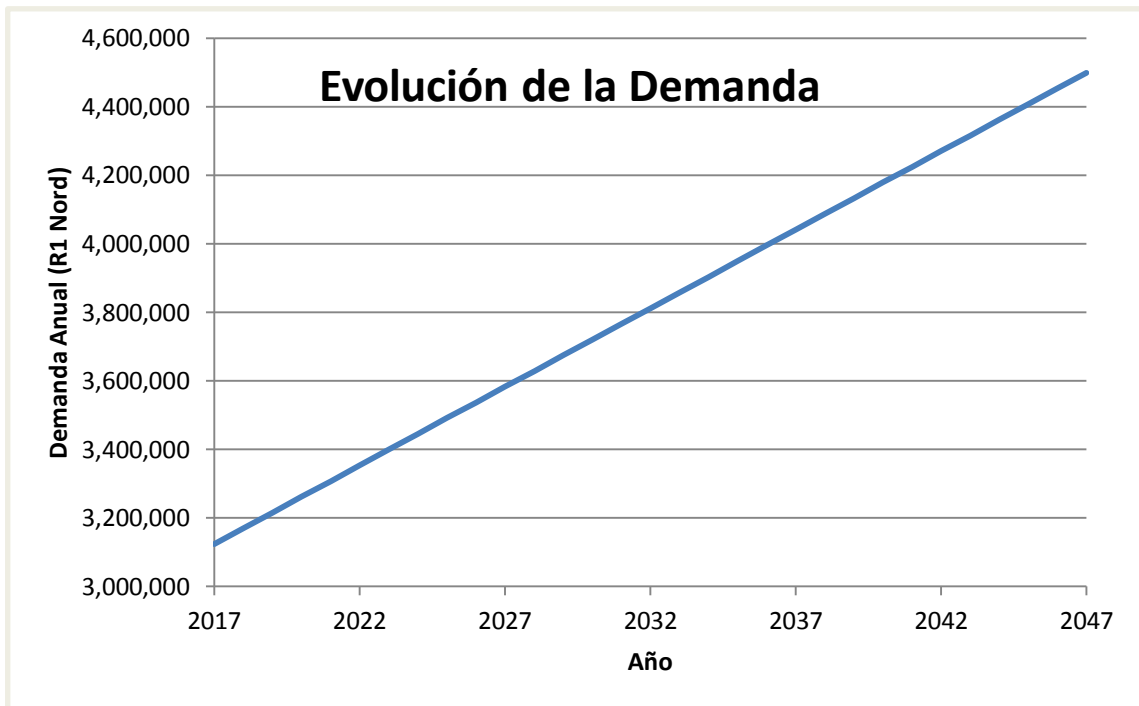


Ilustración 18: Grafico que muestra la evolución de la demanda a lo largo de los 30 años de vida útil del proyecto (Fuente: Elaboración propia)

Como se puede observar en la ilustración 18 la evolución de la demanda se teoriza como un crecimiento lineal en función del crecimiento de los últimos años de la población en las comarcas donde nuestra nueva infraestructura altera el modo de los viajes. Para realizar la ilustración 18 se ha recurrido a las tablas 15 y 16, a la que se le ha aplicado un factor de aumento que provoca un crecimiento en la demanda igual que el de las poblaciones, es decir, por ejemplo la demanda del Barcelonés vera un aumento del 104% en 13 años (un 0,3% anual).

La correcta realización de nuestro proyecto de ACB llevaría a introducir manualmente los datos de costes y beneficios de nuestro proyecto a mano año por año, puesto que la mayoría de impactos van relacionados con la demanda de uso de nuestro servicio. Al ir aumentando año a año la demanda, cada año de vida útil para el cual se calcula el VAN de ese determinado impacto variaría.

Debido a la imposibilidad que supone introducir todos los valores manualmente, el proceso que se seguirá y se considerara como una aproximación aceptable será realizar el ACB con la demanda del año 2032, es decir a los 15 años de vida útil del proyecto, esto producirá que el VAN de los beneficios de los primeros años sea muy superior al que realmente sería (puesto que tendríamos una demanda mucho más baja), pero este aumento del VAN se ve compensado con el VAN inferior que obtendremos pasados el año 2032 (donde la demanda sería mayor que la que estamos considerando y por tanto obtendríamos mayor beneficio social del uso de nuestra estructura y un VAN superior):

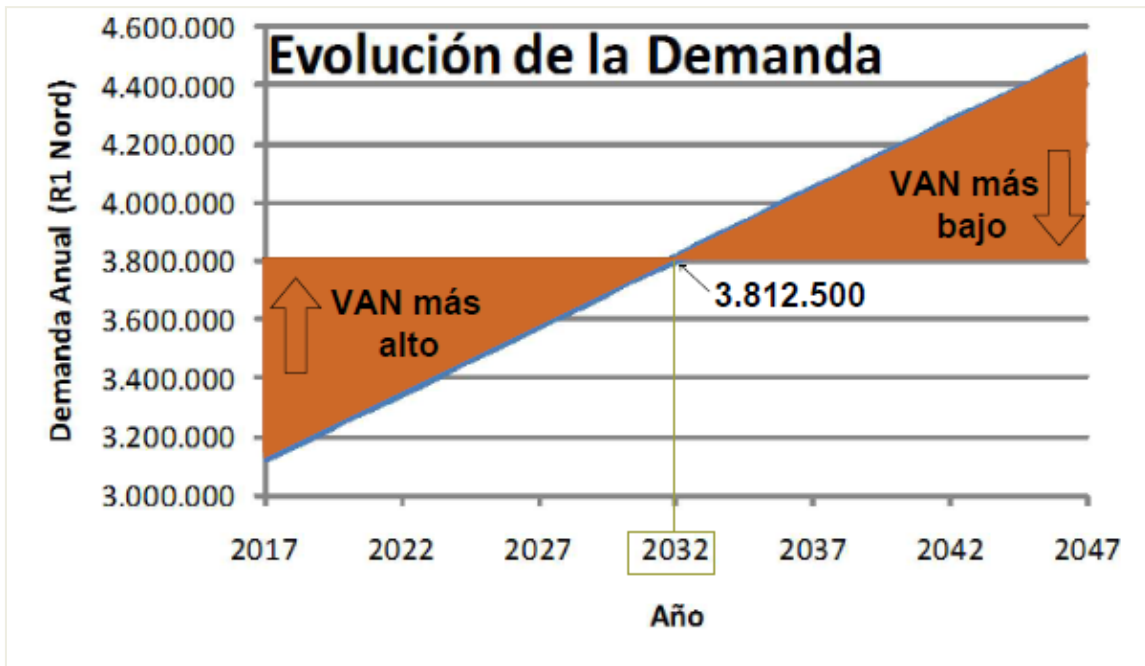


Ilustración 19: Muestra de la consideración de la demanda óptima como la de 2032 (Fuente: Elaboración propia)

Es por ello que cuando en el siguiente apartado se calculen todos los costes y beneficios, todos aquellos impactos que estén relacionados con la demanda de la línea ferroviaria estarán considerados como la demanda del año 2032. En el anejo número 4 se pueden encontrar el número de viajeros diarios de la línea R1 Nord separados según el modo de viaje que usaban antes de la existencia de la línea en el año 2032.

5. Costes y Beneficios

5.1 Introducción

Las guías para la evaluación de costes y beneficios de un proyecto de transporte se basan en dar valores monetarios (costes de referencia) a todos aquellos aspectos que son determinantes en la elaboración del proyecto, des de la inversión inicial hasta las externalidades que produce nuestro proyecto, a continuación se irán detallando, siempre siguiendo la guía del "Sistema d'Avaluació d'Inversions en Transport" (2015), que nos aportara los valores de referencia que utilizaremos para calcular los costes y beneficios (todas las tablas utilizadas se encuentran en el anejo numero 5)

5.2 Inversión

Este apartado ha de incluir todos aquellos gastos que vayan relacionados con la construcción, renovación o mejora de la infraestructura, incluyendo los equipos y el material necesarios. El coste mayoritario de este apartado será la inversión que requiere la construcción del proyecto.

En una valoración de viabilidad de un proyecto, para obtener el coste de construcción se utilizan valores de referencia con el objetivo de aproximar este coste a partir de costes unitarios medios por unidad constructiva según determinadas características del proyecto.

En los apartados de inversión es importante considerar el coeficiente de precios sombra, debido a la necesidad de cambiar los precios de mercado a precios sombra a partir de este coeficiente, que algunas guías sitúan en el 0,8 pero ADIF (2013) usa una tabla de valores que varía entre 0,7 y 0,8 en función del tipo de gasto. Sin olvidar los valores residuales del proyecto al final del horizonte temporal considerado.

Todos los datos ampliados de esta sección se encontraran en el anejo 5.

5.2.1 Planificación - Administración

En este apartado se incluyen los costes relacionados con la planificación de la implantación del proyecto:

$$VAN_s = \sum_{t=0}^{30} \frac{1}{(1+r)^t} * (Redacción Proyecto - Beneficio Industrial) * Coef. Sombra$$

La redacción del proyecto usaremos los datos ofrecidos por la guía, que determinan que si no se dispone de detalles del presupuesto, la redacción suponga un 4% sobre el PEM (presupuesto de ejecución material) de la obra civil, que usando los datos de costes de referencia (km de vía) encuentra una estimación media. La reducción del beneficio industrial (6% sobre el PEM de la redacción del proyecto) se produce porque es pura transferencia entre agentes y ira en otro apartado (simplemente para cuantificarlo, puesto que al ser una relación entre agentes, este no se verá reflejado en el resultado final del ACB).

Remarcable el uso de un coeficiente de precio sombra de 0,88.

PLANIFICACIÓN	Longitud (Km)	Coste Referencia (€/km)	Valor Año 0 (€)	VAN (€)
Administración				
Carretera	0,00		0,00	
Ferrocarril	73,53	10.940.000	28.316.541,12	-30.247.214,38
Puentes (m2)	0,00		0,00	

Tabla 21: Valor estimado del VAN sobre el coste de la redacción del proyecto para la administración (Fuente: Elaboración propia con SAIT)

El resultado obtenido en la celda VAN (€) será el VAN que suponga la planificación del proyecto para la administración, obviamente perdidas (valor negativo).

5.2.2 Planificación - Contratistas

En esta apartado se incluyen los beneficios industriales relativos a los servicios prestados por las empresas de ingeniería y/o consultorías para la planificación del proyecto, que coincidiría con el beneficio industrial nombrado anteriormente (6% del PEM de la redacción del proyecto):

$$VAN_s = \sum_{t=0}^{30} \frac{1}{(1+r)^t} * Beneficio\ industrial$$

PLANIFICACIÓN	VAN (€)
Contratistas- Consultoría	
	1.930.673,26

Tabla 22: Valor estimado del VAN sobre los beneficios de la redacción del proyecto para el contratista (Fuente: Elaboración propia con SAIT)

El resultado obtenido en la celda VAN (€) será el VAN que suponga la planificación del proyecto para el contratista, en este caso beneficio.

5.2.3 Obra Civil - Administración

Este apartado incluye todos los costes relacionados con la construcción de las obras necesarias para elaborar el proyecto:

$$VAN_s = \sum_{t=0}^{30} \frac{1}{(1+r)^t} * \left(\begin{array}{c} PEM + gastos\ generales \\ -Beneficio\ Industrial - Valor\ Residual \end{array} \right) * Coef.Sombra$$

El PEM se ha encontrado en el apartado anterior a partir del kilometraje de vía a construir y el coste de referencia de esta, los gastos generales se consideran un 13% del PEM, el beneficio industrial un 6% del PEM y el valor residual que se considerara un 30% del valor inicial a los 30 años.

Remarcable el uso de un coeficiente de precio sombra de 0,88 para los gastos generales y 0,7 para el PEM.

OBRA CIVIL	Longitud (Km)	Coste Referencia (€/km)	Valor Año 0 (€)	VAN (€)
Administración				
Carretera	0,00	0	0,00	
Ferrocarril	73,53	10.940.000	563.113.033,70	-622.435.700,59
Puentes (m2)	0,00	0	0,00	

Tabla 23: Valor estimado del VAN sobre el coste de la construcción de la obra del proyecto (Fuente: Elaboración propia con SAIT)

El resultado obtenido en la celda VAN (€) será el VAN que suponga la construcción de la obra del proyecto para la administración, obviamente perdidas también.

5.2.4 Obra Civil - Contratista

En este apartado se incluyen los beneficios industriales que recibe el contratista por los servicios prestados en la ejecución de la obra del proyecto:

$$VAN_s = \sum_{t=0}^{30} \frac{1}{(1+r)^t} * Beneficio\ industrial$$

Como ya se ha dicho, el beneficio industrial será el 6% sobre el PEM de la construcción de la obra.

OBRA CIVIL	VAN (€)
<i>Contratistas- Infraestructura</i>	48.266.831,46

Tabla 24: Valor estimado del VAN sobre los beneficios de la construcción del proyecto para el contratista (Fuente: Elaboración propia con SAIT)

5.2.5 Material Móvil - Operador

En este apartado se incluyen los costes de la adquisición del material móvil (trenes) requeridos para nuestro proyecto. Para la obtención del número de trenes, se ha utilizado el método que aplica Adif en diversos dimensionamientos del servicio.

Para ello primero hay que definir el tren, el modelo elegido que se usara será el tren tipo Civia de la serie 463. Dispone de 607 plazas (de las cuales 169 son sentadas). Para elegir este modelo se han tenido en cuenta diversas opciones, es segundo modelo Civia con menor capacidad, por tanto se adapta mejor a una zona de proyecto como esta, donde quizás es preferible dar capacidad por una mayor frecuencia de los trenes que por número de plazas. En todo caso la corrección es simple, elegir un modelo Civia 464 o 465, en el caso de necesitar menor frecuencia y mayor número de plazas.

También es importante remarcar que es un modelo que ya está siendo usado por Renfe, y por tanto ya está homologado para circular por la red de vías de Adif.

Para dimensionar un servicio de ferrocarril se ha de separar el tiempo de servicio en franja punta y franja valle:

La franja punta se define como la franja de 5 horas que aglutina el 40% de la movilidad total de ese día, evaluándose para una ocupación media del 60% de los vehículos, que serían 364 plazas para un Civia 463. Dentro de la franja punta se define la hora punta de definición, que consiste en la hora del día que aglutina el 10% de la movilidad diaria, y en la cual se considera una ocupación media de los vehículos del 80%, es decir, 486 plazas para un Civia 463.

La franja valle se define como la franja que ocupa el resto del día y aglutina un 60% de la movilidad diaria, con una ocupación media de los vehículos del 60% también, se considerara que la franja valle tiene una duración de 12 horas.

Como principio básico se buscara un mínimo de un tren a la hora en la línea, pese a que si la demanda es muy baja se cuestionara disminuir este valor.

			Plazas Ocupación Media
Plazas tren	607	Hora punta	486
		Franja punta	364
		Franja Valle	364

Tabla 25: Valores de la ocupación media por franja para un Civia 463 (Fuente: Renfe)

Para definir los trenes en la franja horaria se aplicara esta fórmula:

$$\text{Trenes franja horaria} = \frac{\text{viajeros durante la franja}}{2 * \text{plazas ocupación media} * \text{duración de la franja}}$$

Para ello necesitamos saber el número de viajeros diarios, a continuación se muestra el año 2017:

Estaciones	Viajeros/año	Viajeros/día	Hora Punta	Franja Punta	Franja Valle
Lloret de Mar	828.175	2.646	265	1.058	1.588
Tossa de Mar	120.242	384	38	154	230
Sant Feliu de Guíxols	476.121	1.521	152	608	913
Castell-Platja d'Aro	245.787	785	79	314	471
Calonge	222.373	710	71	284	426
Palamós	385.138	1.230	123	492	738
Palafrugell	474.358	1.516	152	606	909
Pals	102.401	327	33	131	196
Torroella de Montgrí	270.144	863	86	345	518
Total	3.124.739	9.983	998	3.993	5.990

Tabla 26: Valores de los viajeros por año, día y por franjas para el 2017 (Fuente: Elaboración propia)

Aplicando la formula citada anteriormente obtenemos:

	Trenes /hora	Considerados
Hora Punta	1,028	2
Franja Punta	1,096	2
Franja Valle	0,685	1

Para dimensionar el número de vehículos totales, se usa la siguiente fórmula:

$$\text{Número de vehículos} = \frac{\text{Tiempo de ida} + \text{Tiempo de vuelta} + 10 \text{ min de operaciones}}{\text{tiempo entre dos servicios consecutivos}}$$

Sabemos que entre Blanes y Girona transcurre 1 hora 46 minutos de viaje, los 10 minutos se añaden para poder usar 5 minutos en cada cabecera para diversas labores, y el tiempo entre servicios hace referencia a los trenes/hora necesarios, es decir 2 cada hora en la franja horaria y uno cada hora en la franja valle, obtenemos:

Número de vehículos	
Franja Punta	8
Franja Valle	4

El problema es que al aumentar la demanda en los próximos años, será necesario comprobar que el servicio no se ve comprometido con el aumento de la demanda. Para ello comprobaremos el último año de vida útil del proyecto (2047), si para este año no es necesario ampliar el servicio de trenes, los mostrados en la tabla de resultados superior serán todos los que deberán efectuar servicio cada día durante los 30 años de horizonte temporal, si no, habría que encontrar el año en el cual es necesario ampliar la oferta de trenes.

Estaciones	Viajeros/año	Viajeros/día	Hora Punta	Franja Punta	Franja Valle
Lloret de Mar	1.265.233	4.042	404	1.617	2.425
Tossa de Mar	183.273	586	59	234	351
Sant Feliu de Guíxols	667.649	2.133	213	853	1.280
Castell-Platja d'Aro	344.646	1.101	110	440	661
Calonge	311.692	996	100	398	597
Palamós	540.225	1.726	173	690	1.036
Palafrugell	665.159	2.125	213	850	1.275
Pals	143.625	459	46	184	275
Torroella de Montgrí	378.758	1.210	121	484	726
Total	4.500.261	14.378	1.438	5.751	8.627

Tabla 27: Valores de los viajeros por año, día y por franjas para el 2047 (Fuente: Elaboración propia)

Usando las mismas formulas que para el caso del 2017, obtenemos los trenes/hora necesarios para cada franja:

	Trenes /hora	Considerados
Hora Punta	1,480	2,0
Franja Punta	1,579	2,0
Franja Valle	0,987	1,0

Como se puede observar no hay diferencias significativas, principalmente debido al hecho de que en el 2017 daba 2 en la franja punta por muy poco, y esto ha dado margen a que el número de trenes necesarios no varíe en los 30 años, no es necesario aplicar la última fórmula, dado que se repetirán los 8 trenes para la franja punta y 4 para la franja valle.

En números para calcular el VAN del coste del material móvil, consideraremos la compra de 8 trenes tipo Civia serie 463, se usaran todos durante la franja valle y la mitad se recogerán durante la franja valle, donde podrán ser reparados y revisados alternándose para que la supervisión. En el apartado 5.4 se encuentra un horario propuesto de la R1 Nord.

Es importante recordar que este tipo de trenes tienen una vida útil de 25 años, dado que nuestro proyecto usa un horizonte de 30, en nuestro ACB ha de constar la compra de estos 8 trenes en el año 0 de proyecto y en el año 25, sin olvidar el valor residual de los primeros (que se restara al coste de adquisición de los 8 nuevos) ni de los segundo (que se añadirá al año 30 como beneficio, y será un valor residual alto, dado que solo se habrán utilizado estos últimos durante 5 años).

Para obtener el coste que supone el material móvil, se usa la fórmula:

$$VAN_s = \sum_{t=0}^{30} \frac{1}{(1+r)^t} * Adquisición\ material\ móvil$$

MATERIAL MÓVIL	Número de vehículos adquiridos	Coste Referencia (€/veh)	Valor Año 0 (€)	VAN (€)
Operadores				
Rodalies	8	4.000.000	32.000.000,00	-35.972.348,26
FGC	0	5.250.000	0,00	0,00
Media Distancia- Alta Velocidad	0	13.400.000	0,00	0,00
Media Distancia- Convencional	0	5.800.000	0,00	0,00
Larga Distancia- Alta Velocidad	0	24.150.000	0,00	0,00
Larga Distancia- Convencional	0	15.250.000	0,00	0,00

Tabla 28: Valor estimado del VAN sobre el coste de compra del material móvil necesario para nuestro proyecto (Fuente: Elaboración propia con SAIT)

El resultado obtenido en la celda VAN (€) será el VAN que suponga la compra de los trenes necesarios para el correcto funcionamiento del proyecto para la operadora (en nuestro país sería Renfe), obviamente pérdidas también.

5.2.6 Expropiaciones - Administración

En este apartado se incluyen los costes relacionados con la expropiación de terrenos para la construcción y funcionamiento del proyecto. Incluiría desde el valor del terreno o las compensaciones a los gastos de mantenimiento de los terrenos y los realojamientos.

$$VAN_s = \sum_{t=0}^{30} \frac{1}{(1+r)^t} * (Compensaciones + gastos de transacción * Coef.Sombra +realojamiento)$$

Para obtener el valor de las compensaciones y los realojamientos es necesario realizarlo a través de unas previsiones o unos estudios realizados. Hay que recordar que la partida de gasto para compensaciones se traducirá como una transferencia entre la administración y la sociedad a precios de mercado. Solo será necesario aplicar el coeficiente de precio sombra a los gastos de transacción (que serían los gastos en trámites legales y mantenimiento de los terrenos).

Es por ello, que por dificultad a la hora de monetizar las expropiaciones, se resume como una mera transferencia entre agentes (que no afecta el resultado final del ACB), es decir, reducimos las expropiaciones a una transferencia monetaria entre la administración (que paga) a la sociedad (que recibe), y por ello, pese a que sería interesante incluirlo, no se procederá a incluir un valor monetario de las expropiaciones en nuestro ACB.

5.2.7 Expropiaciones - Sociedad

Este apartado es parecido al 5.2.6, sobre el impacto de las expropiaciones en la administración, pero en este caso se contabiliza un factor no monetizado en el apartado anterior, que es el coste de oportunidad social de los terrenos, debido al cambio de uso de los terrenos, este impacto se contabiliza así:

$$VAN_s = \sum_{t=0}^{30} \frac{1}{(1+r)^t} * (Compensaciones - Coste de oportunidad social)$$

Como se ha dicho antes, el valor de las compensaciones vuelve a aparecer en la monetización del impacto de las expropiaciones en la sociedad, simplemente es una transferencia de fondos de la administración a la sociedad (la primera lo percibe como una pérdida y la segunda como un beneficio) es interesante particularizar esta transferencia, porque pese a que no se ve reflejada en el VAN_s definitivo ni en la recopilación de los VAN_s de los impactos, si que se verá reflejado en los VAN_s por agentes, y permite obtener datos sobre la repartición de los impactos según el agente.

Respecto al coste de oportunidad social, este valor refleja la pérdida de valor económico del terreno debido al cambio de uso que sufrirá el terreno, el precio que se le atribuye se basa en el valor de mercado del producto que se dejan de producir en ese terreno, es por ello que el terreno forestal es el más barato, hasta alcanzar el precio máximo con el suelo urbano.

Se repite el mismo comentario que se ha realizado en el apartado anterior, el tema de las expropiaciones se torna complejo, es necesario consultar mucha información y también el volumen total de suelo a expropiar es desconocido sin una evaluación más exhaustiva del

proyecto final. Es por ello que se decide considerar este tema puramente como una transferencia entre agentes (que no afecta el resultado final del ACB) y no se incluirá.

5.3 Mantenimiento

Este apartado reúne los costes debido al mantenimiento, es decir, toda aquella inversión que va destinada para asegurar el correcto funcionamiento de la infraestructura y del servicio de transporte que se efectúa.

El método aplicado por el manual del departamento de territorio y aplicado por la mayoría de guías europeas es dividir el presupuesto dedicado durante toda la vida útil del proyecto por los años de este horizonte temporal y el número de kilómetros recorridos durante este, obteniendo, por tanto, un coste en función de €/km-año. Consiste en una simplificación bastante asumible, siempre teniendo en cuenta como se distorsiona de la realidad, con este método no se refleja el momento exacto en el que se producen los costes, es por ello que cuanto más se desajuste el proyecto real de este modelo, la aparición de errores se amplifica. Un ejemplo de este posible error sería que todos los gastos de mantenimiento se concentraran en unos pocos pagos en toda la vida útil, es decir, cada 5 años (por ejemplo) se realiza una inversión muy grande para actualizar todo el material, nosotros este gasto lo hemos contabilizado como una quinceava parte invertida cada año, y no como un gasto cada 5, esto podría llevar a distorsiones en el VAN_s final obtenido.

También hay que tener en cuenta que la valoración del gasto se considera atemporal, consideramos que el gasto en €/km-año será constante durante toda la vida útil del proyecto, es por ello que cuando se aplica este método de costos anuales hay que tener en cuenta la evolución y el incremento de los costes a lo largo del horizonte temporal.

Para las condiciones en las que se envuelve nuestro proyecto, consideramos que es aplicable este método, y se verá reflejado principalmente como dos impactos, el de mantenimiento de la infraestructura, que recaerá sobre la administración, y el mantenimiento del material móvil, que recaerá sobre la operadora al igual que el coste de adquisición de este. Para la obtención de los costes se usará los costes de referencia recomendados por la guía del departamento de territorio.

5.3.1 Mantenimiento de la infraestructura - Administración

Para el correcto funcionamiento de nuestro proyecto toda la infraestructura ha de ser reparado en diversos procesos de mantenimiento, todos los costes derivados de esta función se incluirán en este apartado.

Para evaluarlo se usarán los costes de referencia, cuyos valores vienen dados en €/km-año para la vía férrea y en €/estación-año, es por ello que antes de efectuar ningún cálculo se ha de

conocer el kilometraje de la vía y el número de estaciones de nuestro proyecto, se evalúa mediante la fórmula:

$$VAN_s = \sum_{t=0}^{30} \frac{1}{(1+r)^t} * (\text{Coste de mantenimiento} * \text{Coef. Sombra})$$

Dentro del coste de mantenimiento entraran las 10 estaciones por su coste de referencia al año, y los 73,53 km de vía también multiplicados por su coste de referencia, sin olvidar el coeficiente de precio sombra, que para este caso será de un valor de 0,77. Hay que tener en cuenta también que el coste total dependerá mucho de la política de mantenimiento que se lleve a cabo. Se evalúa en este caso también el beneficio del contratista, en este caso ya viene incluido en el coste de mantenimiento, pese a que se encontrara en el siguiente apartado.

Los resultados obtenidos se muestran a continuación:

MANTENIMIENTO INFRAESTRUCTURA	<i>Longitud (km) o N^o estaciones</i>	<i>Tipo de infraestructura/estación</i>	<i>Coste Referencia (€/km) o (€/estación)</i>	<i>Valor Año 0 (€) PEM</i>	<i>VAN (€)</i>
Administración					
Infraestructura Carretera autopista	0,00	-	33.000	0,00	-62.549.493,94
Infraestructura Ferrocarril Convencional	73,53	Rodalies/FGC	38.500	1.981.704,92	
Infraestructura Ferrocarril Tranvía	0,00	-	140.000	0,00	
Infraestructura Ferrocarril metro	0,00	-	40.000	0,00	
Estaciones ferrocarril	10	< 0.1 M pax	100.000	700.000,00	
Estaciones metro	0	-	390.000	0,00	
Estaciones tramvía	0	-	80.000	0,00	
Estaciones autobús	0	-	50.000	0,00	

Tabla 29: Valor estimado del VAN sobre el coste de mantener operativa la infraestructura de nuestro proyecto durante toda la vida útil de este (Fuente: Elaboración propia con SAIT)

El resultado de la casilla VAN, muestra el VAN_s que supone para la administración adecuar la vía y las estaciones para mantener operativa la infraestructura y en buen estado de servicio, lógicamente este vuelven a ser pérdidas para la administración.

5.3.2 Mantenimiento de la infraestructura - Contratista

Los servicios profesionales que el contratista (normalmente una empresa constructora) ofrece a la administración para llevar a cabo el mantenimiento y reparación de toda la infraestructura

se ve reflejado en unos beneficios industriales para este contratista. Este se calcula aproximadamente como un 6% del gasto presupuestado.

$$VAN_s = \sum_{t=0}^{30} \frac{1}{(1+r)^t} * Beneficio Industrial$$

En este caso, como siempre que hablamos de un beneficio industrial, este será sin coeficiente de precio sombra, y hablamos de una transferencia pura entre agentes, por lo tanto, el hecho de incluir este beneficio no modificara el resultado final del ACB, peor nos permitirá analizar en mayor profundidad el impacto sobre los agentes.

MANTENIMIENTO INFRAESTRUCTURA	VAN (€)
	4.735.226,13

Tabla 30: Valor estimado del VAN sobre el beneficio industrial percibido por el contratista por los servicios profesionales ofrecidos en el mantenimiento de la infraestructura (Fuente: Elaboración propia con SAIT)

Como se puede apreciar en la tabla 30, el contratista percibe como beneficio (VAN positivo) la tarea de mantener la infraestructura.

5.3.3 Mantenimiento de los vehículos - Operadora

Los vehículos que operan el servicio de la R1 Nord requieren de mantenimiento, reparaciones y limpieza durante toda la vida útil de estos, los costes de estos procesos de mantenimiento van incluidos en este apartado.

La manera de evaluar este coste es muy parecida al del apartado 1.3.3.2.1:

$$VAN_s = \sum_{t=0}^{30} \frac{1}{(1+r)^t} * Coste mantenimiento vehiculo$$

Muchas guías ofrecen para este apartado valores de costes de referencia que incluyen el coste del personal sumado al coste de referencia del mantenimiento de los vehículos. Es importante fijarse en los valores que nos ofrecen los diversos manuales, en nuestro caso separaremos los costes de personal de los de mantenimiento .

MANTENIMIENTO VEHICULOS		Diferencia en vehículos	Coste Referencia (€/veh)	Valor Año 0 (€)	VAN (€)
Operadores					
	Tranvía	0	140.000	0,00	-36.064.812,08
	Metro	0	190.000	0,00	
	Rodalies	8	230.000	1.840.000,00	
	FGC	0	230.000	0,00	
	Media Distancia- Alta Velocidad	0	910.000	0,00	
	Media Distancia- Convencional	0	260.000	0,00	
	Larga Distancia- Alta Velocidad	0	1.840.000	0,00	

Tabla 31: Valor estimado del VAN sobre el coste de mantenimiento percibido por la operadora por el mantenimiento de los vehículos del proyecto (Fuente: Elaboración propia con SAIT)

Como se puede apreciar en la tabla 31, el mantenimiento de los 8 trenes Civia 463 supone un coste para la operadora.

5.4 Operativa

En el apartado se ha comentado el procedimiento a seguir para obtener el coste de mantenimiento y la obtención de este, pero hay que remarcar que este coste no incluye los gastos derivados de la operativa de este servicio de transporte, es decir, en los costes de mantenimiento no vienen incluidos por ejemplo el coste del personal, ni el gasto en combustible entre otros.

Para ello la guía te ofrece diversos costes de referencia aplicables en nuestro proyecto, para calcular el coste del personal necesario para el funcionamiento de nuestro proyecto los costes de referencia vienen dado en €/h y para los costes de referencia del consumo de los vehículos la guía nos ofrece estos en €/km.

Este procedimiento para calcular el coste total es mucho más fiable que el de cálculo de mantenimiento, puesto que aquí sí que se tratan de gastos periódicos y muy continuados, y los costes de referencia se pueden obtener fácilmente a partir de los precios de mercado de obras ya existentes. El único inconveniente que presenta este proceso es la invariabilidad que otorgamos a los costes en el tiempo, estos no contemplan que el consumo o el coste de operación se pueda ver modificado, por ejemplo con la implantación de nuevos vehículos de transporte con más capacidad y velocidad, que podrían reducir el consumo o la cantidad de personal necesaria. Aun así se aplicara este método para la obtención de los costes de operación.

El único inconveniente es que no conocemos cuantas horas y kilómetros realizan nuestros vehículos (y por ende el personal), es por ello que se ha realizado una tabla de horarios diarios, que nos permitirá poder encontrar el kilometraje y las horas de trabajo.

	Blanes	Lloret de Mar	Tossa de Mar	Sant Feliu de Guixols	Castell-Platja d'Aro	Calonge	Palamós	Palafrugell	Pals	Torroella de Montgrí	Girona
6:00	6:07	6:17	6:29	6:34	6:41	6:45	6:54	7:01	7:10	7:46	
6:30	6:37	6:47	6:59	7:04	7:11	7:15	7:24	7:31	7:40	8:16	
7:00	7:07	7:17	7:29	7:34	7:41	7:45	7:54	8:01	8:10	8:46	
7:30	7:37	7:47	7:59	8:04	8:11	8:15	8:24	8:31	8:40	9:16	
7:51	7:58	8:09	8:20	8:25	8:32	8:37	8:45	8:52	9:01	9:37	
8:21	8:28	8:39	8:50	8:55	9:02	9:07	9:15	9:22	9:31	10:07	
8:51	8:58	9:09	9:20	9:25	9:32	9:37	9:45	9:52	10:01	10:37	
9:21	9:28	9:39	9:50	9:55	10:02	10:07	10:15	10:22	10:31	11:07	
10:12	10:20	10:30	10:42	10:46	10:54	10:58	11:07	11:14	11:22	11:59	
11:12	11:20	11:30	11:42	11:46	11:54	11:58	12:07	12:14	12:22	12:59	
12:04	12:11	12:21	12:33	12:38	12:45	12:49	12:58	13:05	13:14	13:50	
13:04	13:11	13:21	13:33	13:38	13:45	13:49	13:58	14:05	14:14	14:50	
13:55	14:02	14:13	14:24	14:29	14:36	14:41	14:49	14:56	15:05	15:41	
14:55	15:02	15:13	15:24	15:29	15:36	15:41	15:49	15:56	16:05	16:41	
15:46	15:54	16:04	16:16	16:21	16:28	16:32	16:41	16:48	16:56	17:33	
16:46	16:54	17:04	17:16	17:21	17:28	17:32	17:41	17:48	17:56	18:33	
17:38	17:45	17:55	18:07	18:12	18:19	18:23	18:32	18:39	18:48	19:24	
18:08	18:15	18:25	18:37	18:42	18:49	18:53	19:02	19:09	19:18	19:54	
18:38	18:45	18:55	19:07	19:12	19:19	19:23	19:32	19:39	19:48	20:24	
19:29	19:36	19:47	19:58	20:03	20:10	20:15	20:23	20:31	20:39	21:15	
20:29	20:36	20:47	20:58	21:03	21:10	21:15	21:23	21:31	21:39	22:15	

	Girona	Torroella de Montgrí	Pals	Palafrugell	Palamós	Calonge	Castell-Platja d'Aro	Sant Feliu de Guixols	Tossa de Mar	Lloret de Mar	Blanes
6:00	6:36	6:44	6:52	7:00	7:05	7:12	7:16	7:28	7:39	7:46	
6:30	7:06	7:14	7:22	7:30	7:35	7:42	7:46	7:58	8:09	8:16	
7:00	7:36	7:44	7:52	8:00	8:05	8:12	8:16	8:28	8:39	8:46	
7:30	8:06	8:14	8:22	8:30	8:35	8:42	8:46	8:58	9:09	9:16	
7:51	8:27	8:36	8:43	8:51	8:56	9:03	9:08	9:20	9:30	9:37	
8:21	8:57	9:06	9:13	9:21	9:26	9:33	9:38	9:50	10:00	10:07	
8:51	9:27	9:36	9:43	9:51	9:56	10:03	10:08	10:20	10:30	10:37	
9:21	9:57	10:06	10:13	10:21	10:26	10:33	10:38	10:50	11:00	11:07	
10:12	10:49	10:57	11:04	11:13	11:17	11:24	11:29	11:41	11:51	11:59	
11:12	11:49	11:57	12:04	12:13	12:17	12:24	12:29	12:41	12:51	12:59	
12:04	12:40	12:48	12:56	13:04	13:09	13:16	13:20	13:32	13:43	13:50	
13:04	13:40	13:48	13:56	14:04	14:09	14:16	14:20	14:32	14:43	14:50	
13:55	14:31	14:40	14:47	14:56	15:00	15:07	15:12	15:24	15:34	15:41	
14:55	15:31	15:40	15:47	15:56	16:00	16:07	16:12	16:24	16:34	16:41	
15:46	16:23	16:31	16:38	16:47	16:51	16:58	17:03	17:15	17:25	17:33	
16:46	17:23	17:31	17:38	17:47	17:51	17:58	18:03	18:15	18:25	18:33	
17:38	18:14	18:22	18:30	18:38	18:43	18:50	18:54	19:06	19:17	19:24	
18:08	18:44	18:52	19:00	19:08	19:13	19:20	19:24	19:36	19:47	19:54	
18:38	19:14	19:22	19:30	19:38	19:43	19:50	19:54	20:06	20:17	20:24	
19:29	20:05	20:14	20:21	20:30	20:34	20:41	20:46	20:58	21:08	21:15	
20:29	21:05	21:14	21:21	21:30	21:34	21:41	21:46	21:58	22:08	22:15	

Tabla 32: Horario de la R1 Nord en los dos sentidos de circulación, desde Blanes hasta Girona y viceversa (Fuente: Elaboración propia con horarios de Renfe)

El horario propuesto respeta las condiciones básicas de nuestro proyecto, con periodos de 30 minutos entre trenes en la franja punta (de 6 a 10 y de 18 a 19) y periodos de 1 hora en la franja valle (el resto del día), en la franja punta circulan los 8 trenes y pasan a ser 4 en la franja valle. Se ha decidido crear un horario para dar veracidad al número de horas y al kilometraje total que efectúan los trenes, mejor que considerar un número de horas aproximadas.

Es por ello que a partir de aquí podemos obtener el número de horas y kilometraje:

	Día	Año
Nº de horas	74,02	23168,26
Nº de km	3773,42	1181079,8

Para calcular el número de horas y kilómetros al año se ha decidido considerar que durante el fin de semana se reduce a la mitad el servicio (se considera como si el año tuviera 313 de servicio completo).

5.4.1 Operación del personal - Operadora

El coste relacionado con los salarios y dietas que reciben el personal encargado de mantener el servicio de nuestro proyecto es, también, un coste que se ha de ver reflejado en nuestro ACB. Como ya se ha explicado antes, los costes de referencia que ofrecen las guías para cuantificar este coste son del tipo €/h, es decir, coste del personal por hora de operación del servicio.

Para encontrar este coste se usaran las horas de operación del servicio encontradas anteriormente, añadiendo el factor correctivo al coste del coeficiente de precio sombra, que en este caso será de 0,77.

La fórmula propuesta para cuantificar este coste:

$$VAN_s = \sum_{t=0}^{30} \frac{1}{(1+r)^t} * (\text{Coste de personal} * \text{Coef. Sombra})$$

OPERACIÓN PERSONAL	Diferencia en horas totales (h)	Coste Referencia (€/h)	Valor Año 0 (€)	VPN (€)
Operadora				
Bus urbano	0,0	14	0,00	-27.655.184,59
Bus interurbano	0,0	14	0,00	
Tranvía	0,0	19	0,00	
Metro	0,0	65	0,00	
Rodalies	23.168,3	87	1.410.947,03	
FGC	0,0	87	0,00	
Media Distancia- Alta Velocidad	0,0	88	0,00	
Media Distancia- Convencional	0,0	69	0,00	
Larga Distancia- Alta Velocidad	0,0	198	0,00	
Larga Distancia- Convencional	0,0	69	0,00	

Tabla 33: Valor del VANs que supone para la operadora el coste total de los salarios y dietas del personal (Fuente: Elaboración propia con SAIT)

En la tabla 33 se observa el coste que supone para la operadora el salario del personal que mantiene activo el servicio que nuestro proyecto ofrece.

5.4.2 Operación de los vehículos - Operadora

Pese a que ya se ha encontrado, en apartados anteriores, el coste de adquisición de los trenes y su coste mantenimiento durante la vida útil, estos factores no cubren los costes totales que provocan los trenes a lo largo de sus trayectos.

Para encontrar el coste que supone para la operadora los costes en operación de los vehículos (combustible), las guías nos ofrecen unos costes de referencia, para la mayoría de casos estos costes se dividen en dos partes, una fija (que sería el seguro del vehículo) que es de tipo €/veh, y otra parte variable (combustible) que es de tipo €/veh-km. En nuestro caso se considera que un tren no se asegura, eso más bien sería para un servicio de buses, y solo prevalece el coste variable.

La fórmula propuesta para calcular el VANs de la operación de los vehículos:

$$VAN_s = \sum_{t=0}^{30} \frac{1}{(1+r)^t} * (\text{Coste de operación de vehículos} * \text{Coef. Sombra})$$

OPERACIÓN VEHICULOS	Diferencia en kilómetros recorridos (km)	Coste Referencia (€/km)- Variables	Valor Año 0 (€)	VAN (€)
Operadora				
Bus urbano	0,00	0,76	0,00	-33.335.545,74
Bus interurbano	0,00	0,52	0,00	
Tranvía	0,00	0,75	0,00	
Metro	0,00	1,45	0,00	
Rodalies	1.181.079,76	1,44	1.700.754,85	
FGC	0,00	0,75	0,00	
Media Distancia- Alta Velocidad	0,00	0,33	0,00	
Media Distancia- Convencional	0,00	0,66	0,00	
Larga Distancia- Alta Velocidad	0,00		0,00	
Larga Distancia- Convencional	0,00	0,31	0,00	

Tabla 34: Valor del VANS que supone para la operado el coste total de la operación de los vehículos
(Fuente: Elaboración propia con SAIT)

En la tabla 34 se observa el coste que supone para la operadora el coste de operación de los vehículos que elaboran todo el servicio de nuestro proyecto.

5.5 Usuarios

A la hora de realizar un ACB uno de los apartados que adquiere mayor importancia y complejidad es el de los usuarios, principalmente por la subjetividad de muchos de los aspectos que conciernen a la monetización de los beneficios o costes que recaen sobre estos y a su vez por la variabilidad e incerteza que puede suponer el método usado para obtener futuras demandas de nuestro proyecto.

Como ya se ha comentado en este proyecto no solo somos concedores de la demanda que tendrá nuestro proyecto en su momento de implantación y durante la vida útil de este, sino que también consta si son usuarios captados (diferenciando el modo anterior de desplazamiento entre vehículo privado o servicio de buses) o si son usuarios inducidos, tal y como se muestra en las tablas 15 y 16. Consultando la modificaciones que se especificaron anteriormente del uso de datos de usuarios del 2032 (datos que se encuentran en el anejo numero 4) sabemos el número de viajeros diario que efectuara este servicio.

Evaluando los impactos que vienen relacionados con los usuarios, extraemos que estos serán: la monetización del tiempo de recorrido, las tarifas de viaje, los impuestos y los costes de la operación del vehículo. Para todos estos impactos, la guía de evaluación de infraestructuras de transporte nos aporta unos costes de referencia, que vienen dados en €/h, en €, en €/veh o €/km respectivamente, es por ello que se ha de realizar previamente un estudio de los desplazamientos según los modos de viaje, con la finalidad de obtener el tiempo de viaje

(diferenciando entre todos los orígenes y destinos posibles) y el kilometraje a realizar (diferenciando también entre todos los orígenes y destinos).

Muchos de los datos necesarios se muestran en el anejo 2, donde se muestra el tiempo de viaje entre todos los orígenes de estudio, entre todas las estaciones nuevas que incorpora nuestro proyecto de la R1 Nord, y todos los destinos posibles, que serán todas las estaciones de las que dispone hoy en día la R1 más el resto de las estaciones de la R1 Nord que no sean el origen.

Por tanto, solo faltaría elaborar una tabla idéntica a las mostradas en ese anejo, pero que esta vez hiciera referencia al uso del ferrocarril como modo de transporte.

Para comenzar se usan los tiempos de desplazamiento de nuestra R1 Nord, que se muestran en la tabla 4, y acoplándolos con los existentes hoy en día de la R1 (tabla 35) se obtienen los tiempos de recorrido entre los orígenes y destinos. Cabe recordar que el método usado cuando hablemos del uso del ferrocarril será viajar con la R1 Nord entre las estaciones a crear, pero cuando se quiera viajar para la actual R1, se bajara en Blanes y se cojera en la misma estación el servicio de trenes actual de la R1.

Para el kilometraje realizado se ha usado un procedimiento muy similar que para el tiempo, de la tabla 4 se han obtenido los PK de las estaciones de la R1 Nord, si se acoplan a los actuales de la R1 (tabla 35), podemos saber que distancia recorreremos en el caso de querer realizar cualquier viaje origen-destino que entre dentro de nuestro proyecto.

Para elaborar el coste del servicio usaremos, también, un sistema parecido, juntando el coste de la tarifa de la R1 Nord con el de la R1 (tabla 35), para elaborar la tarifa, se ha decidido estudiar el sistema tarifario de la R1 para basarnos en el, sabiendo que la R1 funciona así:

RENFE Origen Blanes	Tiempo	Km	Precio
Barcelona	1:28	60,1	6,15
Sant Adria del Besos	1:05	54,13	6,15
Badalona	1:02	51,30	6,15
Montgat	0:59	48,59	6,15
Montgat Nord	0:57	47,20	6,15
El Masnou	0:53	45,04	4,90
Ocata	0:49	44,25	4,90
Premià de Mar	0:46	41,17	4,10
Vilassar de Mar	0:43	37,93	4,10
Cabrera- Vilassar de Mar	0:40	36,69	4,10
Matarò	0:36	31,99	3,40

RENFE Origen Blanes	Tiempo	Km	Precio
St. Andreu de Llavaneres	0:31	26,89	3,40
Caldes d'Estrac	0:28	24,17	3,40
Arenys de Mar	0:25	21,97	3,40
Canet de Mar	0:21	19,09	3,40
St. Pol de Mar	0:16	15,13	2,50
Calella	0:12	11,38	2,50
Pineda de Mar	0:11	8,94	2,50
Santa Sussana	0:08	6,90	2,50
Malgrat de Mar	0:05	4,39	2,15

Tabla 35: Valores actuales de la R1 para el tiempo, kilometraje y coste tarifario desde Blanes a cualquier otra parada (Fuente: Elaboración propia)

Conociendo el PK de las estaciones de la R1 y el servicio tarifario que Renfe ha introducido en función de la distancia deducimos esta relación aproximada:

Precios R1	
Distancia	Precio
>60,1	8,1
60,1	6,15
46,12	
46,10	4,10
34,34	
34,34	3,4
17,11	
17,11	2,5
5,65	
5,65	2,15
0,00	

Tabla 36: Relación aproximada entre intervalos de distancia entre estaciones y el precio tarifario que adjudica Renfe a este servicio (Fuente: Elaboración propia con datos de Renfe)

Dado que conocemos el PK de las estaciones de nuestro proyecto, podemos elaborar un sistema tarifario parecido al que existe ahora en la R1 y podremos obtener la tabla buscada:

Precios	Blanes	Lloret de Mar	Tossa de Mar	Sant Feliu de Guíxols	Castell-Platja d'Aro	Calonge	Palamós	Palafrugell	Pals	Torroella de Montgrí	Girona
Blanes	0	2,5	2,5	3,4	3,4	4,1	4,1	4,1	6,15	6,15	8,1
Lloret de Mar	2,5	0	2,5	3,4	3,4	3,4	3,4	4,1	4,1	6,15	8,1
Tossa de Mar	2,5	2,5	0	2,5	2,5	3,4	3,4	3,4	4,1	4,1	8,1
Sant Feliu de Guíxols	3,4	3,4	2,5	0	2,15	2,5	2,5	3,4	3,4	3,4	8,1
Castell-Platja d'Aro	3,4	3,4	2,5	2,15	0	2,5	2,5	2,5	3,4	3,4	6,15
Calonge	4,1	3,4	3,4	2,5	2,5	0	2,15	2,5	2,5	3,4	6,15
Palamós	4,1	3,4	3,4	2,5	2,5	2,15	0	2,5	2,5	3,4	6,15
Palafrugell	4,1	4,1	3,4	3,4	2,5	2,5	2,5	0	2,5	2,5	4,1
Pals	6,15	4,1	4,1	3,4	3,4	2,5	2,5	2,5	0	2,5	4,1
Torroella de Montgrí	6,15	6,15	4,1	3,4	3,4	3,4	3,4	2,5	2,5	0	3,4
Girona	8,1	8,1	8,1	8,1	6,15	6,15	6,15	4,1	4,1	3,4	0

Tabla 37: Tabla de tarifas entre estaciones de la R1 Nord (Fuente: Elaboración propia)

Con todos estos datos, ya podemos realizar la tabla de tiempo, kilometraje y coste (sistema tarifario) que conlleva el uso del ferrocarril como medio de transporte:

		Torroella de Montgrí			Pals			Palafrugell			Palamos			Calonge			Platja d'aro			Sant Feliu			Tossa			Lloret		
		Tiempo	Km	Precio	Tiempo	Km	Precio	Tiempo	Km	Precio	Tiempo	Km	Precio	Tiempo	Km	Precio	Tiempo	Km	Precio	Tiempo	Km	Precio	Tiempo	Km	Precio	Tiempo	Km	Precio
R1	Barcelona	2:38	119,28	12,30	2:29	112,12	12,30	2:22	106,00	10,25	2:13	98,73	10,25	2:09	95,03	10,25	2:02	89,06	9,55	1:57	85,00	9,55	1:45	75,00	8,65	1:35	66,30	8,65
	Sant Adria del Besos	2:15	113,31	12,30	2:06	106,16	12,30	1:59	100,03	10,25	1:50	92,76	10,25	1:46	89,06	10,25	1:39	83,09	9,55	1:34	79,04	9,55	1:22	69,04	8,65	1:12	60,34	8,65
	Badalona	2:12	110,48	12,30	2:03	103,32	12,30	1:56	97,20	10,25	1:47	89,93	10,25	1:43	86,23	10,25	1:36	80,26	9,55	1:31	76,20	9,55	1:19	66,20	8,65	1:09	57,50	8,65
	Montgat	2:09	107,77	12,30	2:00	100,61	12,30	1:53	94,49	10,25	1:44	87,22	10,25	1:40	83,52	10,25	1:33	77,55	9,55	1:28	73,49	9,55	1:16	63,49	8,65	1:06	54,79	8,65
	Montgat Nord	2:07	106,38	12,30	1:58	99,23	12,30	1:51	93,10	10,25	1:42	85,83	10,25	1:38	82,13	10,25	1:31	76,16	9,55	1:26	72,11	9,55	1:14	62,11	8,65	1:04	53,41	8,65
	El Masnou	2:03	104,22	11,05	1:54	97,06	11,05	1:47	90,94	9,00	1:38	83,67	9,00	1:34	79,97	9,00	1:27	74,00	8,30	1:22	69,94	8,30	1:10	59,95	7,40	1:00	51,24	7,40
	Ocata	1:59	103,43	11,05	1:50	96,27	11,05	1:43	90,14	9,00	1:34	82,88	9,00	1:30	79,18	9,00	1:23	73,21	8,30	1:18	69,15	8,30	1:06	59,15	7,40	0:56	50,45	7,40
	Premià de Mar	1:56	100,35	10,25	1:47	93,19	10,25	1:40	87,07	8,20	1:31	79,80	8,20	1:27	76,10	8,20	1:20	70,13	7,50	1:15	66,07	7,50	1:03	56,07	6,60	0:53	47,37	6,60
	Vilassar de Mar	1:53	97,11	10,25	1:44	89,95	10,25	1:37	83,83	8,20	1:28	76,56	8,20	1:24	72,86	8,20	1:17	66,89	7,50	1:12	62,83	7,50	1:00	52,83	6,60	0:50	44,13	6,60
	Cabrera-Vilassar de Mar	1:50	95,87	10,25	1:41	88,72	10,25	1:34	82,59	8,20	1:25	75,32	8,20	1:21	71,62	8,20	1:14	65,65	7,50	1:09	61,60	7,50	0:57	51,60	6,60	0:47	42,90	6,60
	Matarò	1:46	91,17	9,55	1:37	84,01	9,55	1:30	77,89	7,50	1:21	70,62	7,50	1:17	66,92	7,50	1:10	60,95	6,80	1:05	56,89	6,80	0:53	46,90	5,90	0:43	38,19	5,90
	St. Andreu de Llavaneres	1:41	86,07	9,55	1:32	78,91	9,55	1:25	72,79	7,50	1:16	65,52	7,50	1:12	61,82	7,50	1:05	55,85	6,80	1:00	51,79	6,80	0:48	41,79	5,90	0:38	33,09	5,90
	Caldes d'Estrac	1:38	83,35	9,55	1:29	76,19	9,55	1:22	70,06	7,50	1:13	62,79	7,50	1:09	59,09	7,50	1:02	53,12	6,80	0:57	49,07	6,80	0:45	39,07	5,90	0:35	30,37	5,90
	Arenys de Mar	1:35	81,15	9,55	1:26	73,99	9,55	1:19	67,87	7,50	1:10	60,60	7,50	1:06	56,90	7,50	0:59	50,93	6,80	0:54	46,87	6,80	0:42	36,88	5,90	0:32	28,17	5,90
	Canet de Mar	1:31	78,27	9,55	1:22	71,12	9,55	1:15	64,99	7,50	1:06	57,72	7,50	1:02	54,02	7,50	0:55	48,05	6,80	0:50	44,00	6,80	0:38	34,00	5,90	0:28	25,30	5,90
	St. Pol de Mar	1:26	74,31	8,65	1:17	67,15	8,65	1:10	61,02	6,60	1:01	53,76	6,60	0:57	50,06	6,60	0:50	44,09	5,90	0:45	40,03	5,90	0:33	30,03	5,00	0:23	21,33	5,00
	Calella	1:22	70,56	8,65	1:13	63,40	8,65	1:06	57,28	6,60	0:57	50,01	6,60	0:53	46,31	6,60	0:46	40,34	5,90	0:41	36,28	5,90	0:29	26,28	5,00	0:19	17,58	5,00
	Pineda de Mar	1:21	68,12	8,65	1:12	60,96	8,65	1:05	54,83	6,60	0:56	47,57	6,60	0:52	43,87	6,60	0:45	37,90	5,90	0:40	33,84	5,90	0:28	23,84	5,00	0:18	15,14	5,00
	Santa Sussana	1:18	66,08	8,65	1:09	58,93	8,65	1:02	52,80	6,60	0:53	45,53	6,60	0:49	41,83	6,60	0:42	35,86	5,90	0:37	31,81	5,90	0:25	21,81	5,00	0:15	13,11	5,00
Malgrat de Mar	1:15	63,57	8,30	1:06	56,41	8,30	0:59	50,29	6,25	0:50	43,02	6,25	0:46	39,32	6,25	0:39	33,35	5,55	0:34	29,29	5,55	0:22	19,29	4,65	0:12	10,59	4,65	
R1 Nord	Blanes	1:10	59,18	6,15	1:01	52,02	6,15	0:54	45,90	4,10	0:45	38,63	4,10	0:41	34,93	4,10	0:34	28,96	3,40	0:29	24,90	3,40	0:17	14,90	2,5	0:07	6,20	2,5
	Lloret de Mar	1:02	52,98	6,15	0:54	45,82	4,10	0:46	39,70	4,10	0:38	32,43	3,40	0:34	28,73	3,40	0:26	22,76	3,40	0:22	18,70	3,40	0:10	8,70	2,5	Origen		
	Tossa de Mar	0:52	44,28	4,10	0:43	37,12	4,10	0:36	30,99	3,40	0:28	23,73	3,40	0:23	20,03	3,40	0:16	14,06	2,50	0:11	10,00	2,50	Origen			0:10	8,70	2,5
	Sant Feliu de Guíxols	0:40	34,28	3,40	0:32	27,12	3,40	0:24	21,00	3,40	0:16	13,73	2,50	0:11	10,03	2,50	0:04	4,06	2,15	Origen			0:11	10,00	2,5	0:22	18,70	3,4
	Castell-Platja d'Aro	0:35	30,22	3,40	0:27	23,06	3,40	0:20	16,94	2,50	0:11	9,67	2,50	0:07	5,97	2,50	Origen			0:04	4,06	2,15	0:16	14,06	2,5	0:26	22,76	3,4
	Calonge	0:28	24,25	3,40	0:20	17,09	2,50	0:12	10,97	2,50	0:04	3,70	2,15	Origen			0:07	5,97	2,50	0:11	10,03	2,50	0:23	20,03	3,4	0:34	28,73	3,4
	Palamós	0:24	20,55	3,40	0:15	13,39	2,50	0:08	7,27	2,50	Origen			0:04	3,70	2,15	0:11	9,67	2,50	0:16	13,73	2,50	0:28	23,73	3,4	0:38	32,43	3,4
	Palafrugell	0:15	13,28	2,50	0:07	6,13	2,50	Origen			0:08	7,27	2,50	0:12	10,97	2,50	0:20	16,94	2,50	0:24	21,00	3,40	0:36	30,99	3,4	0:46	39,70	4,1
	Pals	0:08	7,16	2,50	Origen			0:07	6,13	2,50	0:15	13,39	2,50	0:20	17,09	2,50	0:27	23,06	3,40	0:32	27,12	3,40	0:43	37,12	4,1	0:54	45,82	4,1
	Torroella de Montgrí	Origen			0:08	7,16	2,50	0:15	13,28	2,50	0:24	20,55	3,40	0:28	24,25	3,40	0:35	30,22	3,40	0:40	34,28	3,40	0:52	44,28	4,1	1:02	52,98	6,15
Girona	0:36	30,66	3,40	0:44	37,82	4,10	0:52	43,95	4,10	1:00	51,21	6,15	1:05	54,91	6,15	1:12	60,88	6,15	1:16	64,94	8,10	1:28	74,94	8,1	1:39	83,64	8,1	

Tabla 38: Resumen del tiempo, kilometraje y coste que supone realizar un viaje desde cualquier origen (fila) a cualquier destino (columna) (Fuente: Elaboración propia)

En la tabla 38 se pueden encontrar todos los tiempos, los kilómetros y los costes de todos los viajes, desde cualquiera de las estaciones de estudio a cualquier estación de la R1 o de la R1 Nord. Con estos datos y los del anejo numero 2 podemos encontrar evaluar los impactos gracias a los costes de referencia.

5.5.1 Tiempo - Usuarios

En este apartado se introduce el diferencial del tiempo de viaje entre el modo antiguo y el modo nuevo de desplazamiento, es decir, la diferencia de tiempo que conlleva realizar cierto desplazamiento con la R1 Nord y con el servicio de buses o el vehículo privado.

Para llevarlo a cabo se han realizado matrices de diferenciales de tiempo, es decir, se comparan los valores de tiempo de la tabla 38 con las correspondientes del anejo 2 y se puede extraer la diferencia de tiempo, a continuación se muestra un ejemplo para unos pocos viajes:

	Diferencial de tiempo Lloret de Mar (h)		
	T R1 Nord - T turismo	T R1 Nord - T motocicleta	T R1 Nord - T servicio de buses
Barcelona	0:07	0:07	0:35
Sant Adria de Besos	0:06	0:06	0:07
Badalona	0:09	0:09	0:07
Montgat	0:08	0:08	0:07
Montgat Nord	0:07	0:07	0:07
El Masnou	0:07	0:07	0:07

Tabla 39: Ejemplo de la matriz de diferenciales de tiempo entre distintos modos de transporte (en rojo los usuarios gastan más tiempo usando la R1 Nord que usando el antiguo modo de transporte, en verde los usuarios ahorran tiempo usando la R1 Nord en comparación con el modo anterior) (Fuente: Elaboración propia)

En la tabla 39 se muestran unos ejemplos de la matriz total de diferenciales de tiempo, en ella se han introducido la diferencia de tiempos entre realizar el viaje usando la R1 Nord o usando los tres modos anteriores de viaje, que serian el uso del vehículo privado (turismo o motocicleta) y el uso del servicio público de transporte (servicio de buses).

De la matriz se puede extrapolar que el 78% de los diferenciales de tiempo de la comparativa entre vehículo privado y la R1 Nord son negativos, es decir, el usuario al cambiar de modo, y pasar de usar el vehículo privado (turismo o motocicleta) a la R1 Nord, sufre un aumento en el tiempo de trayecto. Este factor penalizara negativamente a nuestro ACB, puesto que la monetización de este tiempo se contabilizara como un coste.

Al contrario, en la comparativa del diferencial de tiempo entre servicio de buses y R1 Nord, obtenemos que un 96% de los diferenciales de tiempo son positivos, es decir, los usuarios al cambiar el servicio de buses por la R1 Nord ven reducido su tiempo de trayecto, valor que se contabilizara como beneficio en nuestro ACB.

A raíz de encontrar esta matriz de tiempos, hay que recordar que estos son para un solo trayecto, es decir, los 7 minutos que el usuario de la tabla 39 ve incrementado su tiempo de viaje entre Lloret de Mar y Barcelona son solo por un desplazamiento, por lo tanto falta aplicar una conversión para pasarlo a horas totales al año para el conjunto de los usuarios de cada modo, para ello se usaran las matrices de viajeros por modo del año 2032 (anejo numero 2) se muestra a continuación un ejemplo de la matriz resultante:

	Diferencial de tiempo Lloret de Mar (h)		
	T R1 Nord - T turismo	T R1 Nord - T motocicleta	T R1 Nord - T servicio de buses
Barcelona	-169,49	-60,31	-183,16
Sant Adria del Besos	-2,38	-0,85	0,47
Badalona	-21,15	-7,53	2,83
Montgat	-7,25	-1,79	0,58
Montgat Nord	-5,22	-1,29	0,48
El Masnou	-9,24	-2,28	0,85

Tabla 40: Ejemplo de la matriz de diferenciales de tiempo entre modos para todos los viajeros diarios que hacen estos trayectos (matriz en horas) (Fuente: Elaboración propia)

Finalmente solo queda traspasar esta matriz a años, se usara el método que se ha seguido en todo el proyecto, considerar que los fines de semana los usuarios se reducen a la mitad, que es lo mismo que considerar el año con 313 días a máximo número de viajeros.

	Diferencial de tiempo (h)		
	T R1 Nord - T turismo	T R1 Nord - T motocicleta	T R1 Nord - T servicio de buses
Día	-1.231,62	-292,10	552,81
Año	-385.495,58	-91.427,80	173.029,73

Tabla 41: Resultados del diferencial de horas al año en el que los usuarios ven reducido (verde) o aumentado (rojo) su tiempo de viaje respecto al modo antiguo (datos en horas) (Fuente: Elaboración propia)

Remarcar que en estas horas ya están introducidos los usuarios inducidos (el 15% de los viajeros totales), como se explico en el apartado 3.2.3, el procedimiento a seguir es dividiendo entre dos el resultado total de las horas que realizaban estos usuarios (separándolos por modos también, un 15% en cada modo).

Con estos valores ya podemos encontrar el coste total durante los 30 años de la vida útil de nuestro proyecto, se propone la formula siguiente:

$$VAN_s = \sum_{t=0}^{30} \frac{1}{(1+r)^t} * \sum_i i \sum_j j \sum_m m [tiempo(i, j, m) * usuarios(i, j, m) * VDT(i, j, m)]$$

Lo que nos indica la formula es que evaluemos el valor del tiempo en función de "m" modos de viaje, "i" motivos de viaje y "j" rutas, de momento en nuestros cálculos realizados hemos

tenido en cuenta los modos y las rutas, el tema de los motivos del viaje viene determinado por que los costes de referencia para monetizar el valor del tiempo son diferentes según el motivo del viaje, en nuestro caso usaremos un valor del tiempo promedio para todos los viajes de 9€, dado que no podemos separar los motivos del viaje por desconocimiento de estos.

Finalmente, introduciendo estos datos en el SAIT:

TIEMPO	Diferencia en horas (h)	Coste Referencia (€/h)	Valor Año 0 (€)	VAN (€)
Usuarios beneficiados				
Bus Interurbano	-173.029,7	9	-1.557.267,55	30.523.131,25
Usuarios perjudicados				
Turismos	385.495,6	9	3.469.460,18	-68.002.950,81
Motos	91.427,8	9	822.850,23	-16.128.227,64

Tabla 42: Resultados del VANs que supone para los usuarios el impacto del aumento o reducción del tiempo en su trayecto (Fuente: Elaboración propia con SAIT)

Como era de esperar, los aumentos de los tiempos de viaje suponen un coste para los usuarios captados del vehículo privado, pero un beneficio para los usuarios captados del servicio de buses.

5.5.2 Tarifas - Usuarios

En este apartado incluiremos todo el apartado del sistema tarifario que los usuarios han de pagar (coste) para usar el servicio de la R1 Nord, es decir, la diferencia entre el sistema tarifario que pagaban antes y el que pagan ahora con la R1 Nord, este apartado es puramente informativo, puesto que la tarifa de viaje al ser una transferencia entre agentes (del usuario a la operadora) este no afecta para el computo general del ACB, pero es interesante de analizar respecto a la carga total que recibe cada agente.

En este caso tenemos dos partes bien diferenciadas, los usuarios que antes usaban vehículo privado, porque antes no pagaban ningún tipo de servicio tarifario por usar el vehículo privado, y los usuarios que usaban el servicio, cuyo valor que constara en este apartado será la diferencia entre el nuevo servicio tarifario y el antiguo.

El procedimiento a seguir es similar al caso anterior, usar la tabla 38 y comparándola con los gastos tarifarios de la tabla semejante que se encuentra en el anejo 2 del servicio público, para los provenientes del vehiculó el gasto tarifario anterior será de 0 para todos los orígenes-destino.

El único cambio que debemos introducir será extraer el IVA (8%) de todas las tarifas, puesto que este apartado se introducirá más tarde, cuando se analice el impacto de los impuestos en los diversos agentes afectados, un ejemplo de la matriz del coste tarifario resultante:

	Diferencial tarifario Lloret de Mar (€)		
	Tarifa R1 Nord - T turismo	Tarifa R1 Nord - T motocicleta	Tarifa R1 Nord - T servicio de buses
Barcelona	-7,96	-7,96	1,9320
Sant Adria del Besos	-7,96	-7,96	-0,60
Badalona	-7,96	-7,96	-0,60
Montgat	-7,96	-7,96	-0,60
Montgat Nord	-7,96	-7,96	-0,60
El Masnou	-6,81	-6,81	-0,60

Tabla 43: Ejemplo de la matriz de diferenciales de tarifa entre distintos modos de transporte (en rojo los usuarios gastan más dinero pagando la tarifa de la R1 Nord que usando el antiguo modo de transporte, en verde los usuarios ahorran dinero usando la R1 Nord en comparación con el modo anterior), estos cálculos ya están hechos sin IVA (Fuente: Elaboración propia)

En la tabla 43 se muestran unos ejemplos de la matriz total de diferenciales de tarifa, en ella se han introducido la diferencia de tarifas entre realizar el viaje usando la R1 Nord o usando los tres modos anteriores de viaje.

De la matriz se puede extrapolar que el 100% de los diferenciales de tarifa de la comparativa entre vehículo privado y la R1 Nord son negativos, es decir, el usuario al cambiar de modo, y pasar de usar el vehículo privado (turismo o motocicleta) a la R1 Nord, pasa de no tener que pagar una tarifa por ese servicio a tener que hacerlo.

Al contrario, en la comparativa del diferencial de tarifa entre el servicio de buses y R1 Nord, obtenemos que un 80% de los diferenciales de tarifa son positivos, es decir, los usuarios al cambiar el servicio de buses por la R1 Nord ven reducida la tarifa de trayecto, valor que se contabilizara como beneficio en nuestro ACB.

Como en el caso anterior, la tabla 43 es tan solo para un viaje, es decir, a cada viajero de, por ejemplo, Barcelona a Lloret de Mar, que antes viajaba en vehículo privado y ahora en R1 Nord, le costara la tarifa (sin IVA) 7,96€, que en este caso coincide con el diferencial tarifario entre el modo antiguo y el nuevo, dado que con el vehículo privado no pagaba tarifa. Igualmente será necesario multiplicar la matriz anterior por el total de viajeros que realizan cada ruta, obteniendo:

	Diferencial tarifario Lloret de Mar (€)		
	Tarifa R1 Nord - T turismo	Tarifa R1 Nord - T motocicleta	Tarifa R1 Nord - T servicio de buses
Barcelona	-1225,80	-436,20	601,28
Sant Adria del Besos	-19,97	-7,11	-2,21
Badalona	-120,23	-42,78	-13,29
Montgat	-46,13	-11,38	-2,74
Montgat Nord	-37,74	-9,31	-2,24
El Masnou	-57,20	-14,11	-3,97

Tabla 44: Ejemplo de la matriz de diferenciales tarifarios entre modos para todos los viajeros diarios que hacen estos trayectos (matriz en euros) (Fuente: Elaboración propia)

Pasando la matriz a datos anuales:

	Diferencial tarifario (€)		
	T R1 Nord - T turismo	T R1 Nord - T motocicleta	T R1 Nord - T servicio de buses
Día	-24.526,63	-6.101,43	5.012,12
Año	-7.676.833,93	-1.909.748,00	1.568.794,04

Tabla 45: Resultados del diferencial tarifario al año en el que los usuarios ven reducido (verde) o aumentado (rojo) su tarifa de viaje respecto al modo antiguo (datos en euros) (Fuente: Elaboración propia)

Con estos valores ya podemos encontrar el coste total durante los 30 años de la vida útil de nuestro proyecto, se propone la formula siguiente:

$$VAN_s = \sum_{t=0}^{30} \frac{1}{(1+r)^t} * \sum_i \sum_j \sum_m m[tarifa(i,j,m) * usuarios(i,j,m)]$$

Lo que nos indica la formula es que evaluemos el valor tarifario en función de "m" modos de viaje, "i" categorías de usuario y "j" rutas.

Finalmente, introduciendo estos datos en el SAIT:

TARIFAS	Coste específico (€)	VAN (€)
Usuarios beneficiados		
Bus Interurbano	-1.568.794,04	30.749.055,50
Usuarios perjudicados		
Turismos	7.676.833,93	-150.469.333,11
Motos	1.909.748,00	-37.431.903,59

Tabla 46: Resultados del VANs que supone para los usuarios el impacto del aumento o reducción del sistema tarifario que requiere el uso de nuestro proyecto (Fuente: Elaboración propia con SAIT)

En este caso, los usuarios captados del servicio público de buses perciben un ahorro al pagar una tarifa más barata que la pagaban para el uso de estos, al contrario, para los usuarios captados del vehículo privado solo supone un gasto el pago tarifario de este nuevo servicio, dado que anteriormente no pagaban tarifas por el uso de su modo de viaje.

5.5.3 Tarifas - Operadora

En este apartado se percibe la transferencia económica por parte de los usuarios hacia la operadora del pago tarifario. La única diferencia consiste en el hecho de que la operadora no percibe el gasto de la misma manera que los usuarios captados del servicio de buses. Para facilitar este cálculo se ha considerado que la operadora recibe en la situación actual el dinero proveniente del sistema tarifario del servicio de buses (y no se lo queda la empresa concesionaria), esto se podría considerar así, o como cierto dinero que la operadora debería

pagar a la empresa concesionaria por el traspaso de usuarios a la R1 Nord, obra que no constaba en proyecto en el momento de concederse la concesión.

El resultado de esta es el mismo valor que la suma del coste específico de los tres tipos de usuarios de la tabla 45, dado que se considera puramente una transferencia económica entre agentes:

TARIFES	Coste específico (€)	VPN (€)
Operadora		
Rodalies	8.017.787,89	157.152.181,20

Tabla 47: Resultados del VANs que supone para la operadora el impacto de las tarifas pagadas por los usuarios (Fuente: Elaboración propia con SAIT)

5.5.4 Impuestos usuarios - Usuarios

En este apartado incluiremos todos los costes o beneficios relacionados con el diferencial de pagos de impuestos, entre el nuevo modo de desplazamiento y el anterior. En este apartado incluiría principalmente el factor sobre impuestos al carburante, las multas de tráfico, el IVA de los peajes y el IVA del servicio tarifario que se excluyó en el apartado anterior.

En este apartado es importante no olvidarse del IVA tarifario, puesto que seguirá constando como coste para el usuario y beneficio en transferencia a la administración, no a la operadora, puesto que esta última recibirá el importe íntegro de la tarifa, pero la parte del IVA será transferida a la administración.

Los costes de referencia a los que hace referencia este apartado se basan en impuestos sobre el carburante y las multas de tráfico, que se basan en €/km, por tanto volveremos recurrir a los datos del anejo número 2 para los usuarios captados del vehículo privado, para los usuarios captados del servicio de buses en este apartado solo constará el IVA del servicio tarifario.

Para los usuarios captados de los turismos (el tipo de vehículo, no el motivo del viaje) tendremos que añadir el factor correctivo de la ocupación media del vehículo (1,14 personas (Observatori Catala de Mobilitat, 2004), dado que los impuestos sobre el trayecto recaerán sobre todos los ocupantes de este de manera repartida.

Importante remarcar que en este caso, los impuestos sobre carburante, multas y peajes, repercutirán como beneficio sobre los usuarios (puesto que estos se ahorran estos impuestos al recurrir al servicio de la R1 Nord) y como costes a la administración, dado que esta deja de recibir ese dinero.

Los demás impuestos que nos recomienda la guía sobre el vehículo, sean impuestos de matriculación, ITV y otros, no se tendrán en cuenta, dado que se considera que la presencia de la R1 Nord no provocara una reducción en la compra de vehículos (la diferencia entre el escenario base y el nuestro sería el mismo en este aspecto).

Por tanto a la hora de realizar la matriz de orígenes-destino en función de los impuestos esta nos quedara:

	Diferencial impuestos Tossa de Mar (€)		
	Impuestos R1 Nord - T turismo	Impuestos R1 Nord - T motocicleta	Impuestos R1 Nord - T servicio de buses
Barcelona	3,29	2,96	0,31
Sant Adria del Besos	3,00	2,72	0,03
Badalona	2,88	2,61	0,03
Montgat	2,73	2,49	0,03
Montgat Nord	2,68	2,44	0,03
El Masnou	2,82	2,57	0,03

Tabla 48: Resultados del ahorro (verde) o coste (rojo) que supone en impuestos para el usuario el uso de la R1 Nord en contraposición con el modo de viaje anterior (Fuente: Elaboración propia)

En este caso para los usuarios captados del uso del turismo como desplazamiento, la cantidad de orígenes-destino que suponen un beneficio para el usuario asciende al 99%, para los captados de las motos este porcentaje es igual al 98,9%, mientras que para los captados del servicio de buses es igual al del apartado anterior (80%), dado que para estos, simplemente era el resto del pago de la tarifa.

Al igual que en los otros casos, la tabla 48 solo indica el coste o beneficio por origen-destino, falta multiplicarla por el total de usuarios

	Diferencial impuestos Tossa de Mar (€)		
	Impuestos R1 Nord - turismo	Impuestos R1 Nord - motocicleta	Impuestos R1 Nord - servicio de buses
Barcelona	76,02	24,38	13,82
Sant Adria del Besos	1,19	0,38	0,02
Badalona	6,88	2,22	0,10
Montgat	2,27	0,51	0,02
Montgat Nord	2,01	0,45	0,02
El Masnou	3,74	0,84	0,03

Tabla 49: Ejemplo del resultado de la matriz diferencial de impuestos, esta vez contabilizada para todos los usuarios diarios (Fuente: Elaboración propia)

Finalmente sumando todos los componentes de las celdas y multiplicando por el total de los días de servicio:

	Diferencial impuestos (€)		
	I R1 Nord - turismo	I R1 Nord - motocicleta	I R1 Nord - servicio de buses
Día	5.516,79	1.275,84	435,84
Año	1.726.755,09	399.336,88	136.416,87

Tabla 50: Resultados del diferencial sobre impuesto al año en el que los usuarios ven reducido (verde) o aumentado (rojo) los impuestos de viaje respecto al modo antiguo (datos en euros) (Fuente: Elaboración propia)

Con estos valores ya podemos encontrar el coste total durante los 30 años de la vida útil de nuestro proyecto, se propone la formula siguiente:

$$VAN_s = \sum_{t=0}^{30} \frac{1}{(1+r)^t} * \sum \text{impuestos}(i)$$

Introduciendo los datos en SAIT:

IMPUESTOS USUARIOS	Coste Referencia (€/km)	Coste específico (€)	VAN (€)
Usuarios beneficiados			
Turismos	0,04	-1.726.755,09	33.845.161,84
Motos	0,03	-399.336,88	7.827.179,18
Bus Interurbano	-	-136.416,87	2.673.830,91

Tabla 51: Resultados del VANs que supone para los usuarios el impacto de los impuestos a estos mismos (Fuente: Elaboración propia con SAIT)

5.5.5 Impuestos usuarios - Administración

Al igual que con el impacto de las tarifas, el impacto de los impuestos de los usuarios se reduce a una simple transferencia de los usuarios a la administración, es por ello que para calcular el VAN_s los datos necesarios son los mismo que los obtenidos en el apartado anterior:

IMPUESTOS USUARIOS	Coste específico (€)	VAN (€)
Administración		
Turismos	-1.726.755,09	-44.346.171,93
Motos	-399.336,88	
Bus interurbano	-136.416,87	

Tabla 52: Resultados del VANs que supone para la administración el impacto de los impuestos de los usuarios (Fuente: Elaboración propia con SAIT)

5.5.6 Operación del vehículo - Usuarios

En el apartado anterior se han calculado los gastos en impuestos que supone para los usuarios el cambio de un modo de transporte a la R1 Nord, en esos casos era un beneficio para ellos, dado que al dejar de usar un servicio que implica esos tipos de impuestos, estos pasan a ser un ahorro monetario de los usuarios. Como se ha dicho, se trataba simplemente de los gastos en impuestos, es decir, mayoritariamente gastos en IVA que se transformaban puramente en una transferencia hacia la administración. Por tanto, el resto de gastos que conlleva el uso de tu propio vehículo irán en este apartado, como el combustible, el desgaste del coche o el precio del peaje, todos estos datos sin IVA, puesto que el valor de este ya se ha incluido en los apartados anteriores.

Para la monetización de este impacto, los costes de referencia hacen uso del €/km, por ello deberemos volver a usar los mismos datos que usamos en apartados anteriores sobre kilometraje del vehículo privado (encontrados en el anejo 2). Recordar que los costes de operación del vehículo serán beneficios para el usuario, puesto que son costes que deja de pagar.

Importante tener en cuenta que en este caso el diferencial de costes entre la situación base y la de proyecto para los usuarios captados del servicio de buses será igual a 0, puesto que estos usuarios no pagaban ninguno de los costes tenidos en cuenta en este apartado cuando usaban el antiguo modo de transporte.

Realizaremos como siempre la matriz de orígenes-destino con el coste de un viaje para cada origen por cada destino:

	Diferencial Op. Veh Tossa de Mar (€)	
	Op. Veh R1 Nord - T turismo	Op. Veh R1 Nord - T motocicleta
Barcelona	24,29	18,52
Sant Adria del Besos	22,34	17,15
Badalona	21,51	16,57
Montgat	20,51	15,87
Montgat Nord	20,18	15,63
El Masnou	20,42	15,80

Tabla 53: Resultados del ahorro (verde) o coste (rojo) que supone el impacto de la operativa del vehículo para el usuario el uso de la R1 Nord en contraposición con el modo de viaje anterior (Fuente: Elaboración propia)

En este caso el 100% de los viajes origen-destino que quieras suponen un ahorro para el usuario que cambia del vehículo privado al uso del servicio de la R1 Nord, dado que pasa de usar el vehículo a no usarlo, por tanto todo el gasto en operación del vehículo privado pasa a ser un ahorro del usuario y por tanto un beneficio.

Recordar que la tabla 53 es un ejemplo de la matriz total, y que solo contabiliza el caso de un viaje, para obtener el total de los que se efectúan en un día se procederá como siempre, usando el anejo 4 de los usuarios de la línea en 2032:

	Diferencial Op. Veh Tossa de Mar (€)	
	Op. Veh R1 Nord - T turismo	Op. Veh R1 Nord - T motocicleta
Barcelona	561,84	152,43
Sant Adria del Besos	8,87	2,42
Badalona	51,44	14,10
Montgat	17,07	3,26
Montgat Nord	15,15	2,89
El Masnou	27,15	5,18

Tabla 54: Ejemplo del resultado de la matriz diferencial de los costes operativos del vehículo, esta vez contabilizada para todos los usuarios diarios (Fuente: Elaboración propia)

Finalmente sumando todos los componentes de las celdas y multiplicando por el total de los días de servicio:

	Diferencial Op. Veh (€)	
	O.V R1 Nord - turismo	O.V R1 Nord - motocicleta
Día	47.452,86	9.153,51
Año	14.852.746,29	2.865.049,14

Tabla 55: Resultados del diferencial sobre costes operativos del vehículo al año en el que los usuarios ven reducido (verde) o aumentado (rojo) este coste respecto al modo antiguo (datos en euros) (Fuente: Elaboración propia)

Con estos valores ya podemos encontrar el coste total durante los 30 años de la vida útil de nuestro proyecto, se propone la formula siguiente:

$$VAN_s = \sum_{t=0}^{30} \frac{1}{(1+r)^t} * \sum \text{costes operativos del vehículo}(i)$$

Introduciendo los datos en SAIT:

17. COSTES OPERATIVOS VEHÍCULOS USUARIOS	Coste Referencia (€/km)	Coste específico (€)	VPN (€)
Usuarios beneficiados			
Turismos	0,27	-14.852.746,29	291.120.382,55
Motos	0,17	-2.865.049,14	56.156.227,58

Tabla 56: Resultados del VANs que supone para el usuario el impacto de los costes de operatividad del vehículo (Fuente: Elaboración propia con SAIT)

5.6 Externalidades

Las externalidades son aquellos impactos que se generan durante la construcción y operación de nuestro proyecto y afectan (de manera positiva o negativa) a agentes ajenos a este.

La monetización de estos impactos suele ser compleja, debido a las faltas de precios de mercado, y pueden presentar grandes variaciones dependiendo la localización donde nos encontremos.

Existen diversas maneras de contemplar estos costes o beneficios, la utilizada normalmente para los ACB consiste en utilizar costes de referencia basados en estudios específicos que estandarizan estos costes diferenciando diversas situaciones de proyecto.

5.6.1 Polución - Sociedad

La polución que generan los vehículos de todos los modos de transporte afecta de manera negativa a la salud humana, los ecosistemas y deteriora los edificios. Es por ello que se monetiza la polución para hacer frente a la pérdida económica que significa para la sociedad la reducción de la esperanza de vida, la menor producción agrícola o el mantenimiento y reparación de las edificaciones afectadas por esta.

Es por ello que los parámetros que serán necesarios para valorar el coste social de la polución serán muy diversos, entre ellos encontraremos el volumen total emitida o la densidad de población afectada entre otros.

Por ello se ha comentado que la cuantificación de las externalidades es tan compleja, únicamente para la polución necesitaremos valores de los tipos de coches que realizan las rutas de estudio, el trazado de estas, la carga de los vehículos y su velocidad media, para luego mediante factores determinar cómo afectan estos datos a la emisión de cada contaminante.

Más allá de estos datos, también se ha de conocer la dispersión de estos contaminantes para saber la cantidad de población afectada. Para luego finalmente deducir a partir de estudios de salud como afectan estos a la población y como monetizar los riesgos que los contaminantes se atribuyen a la reducción de vida y demás problemas ya comentados.

Como se puede apreciar todo este procedimiento es demasiado complejo para poder realizarse, es por ello que se recurre a los costes de referencia que la guía en uso nos proporciona, son cotes de tipo €ct/v km , que evalúan el coste monetario de la polución en función del número de vehículos, el kilometraje y diferenciando entre tipo de vehículos y ámbito poblacional en el que nos encontramos.

Para elaborar los datos necesarios para introducir en SAIT, por tanto deberemos usar los datos de siempre, encontrados en el anejo 2, con ellos y los costes específicos ya podemos encontrar la matriz orígenes-destinos para cada viaje, la única excepción es que en este caso no será el

diferencial entre el modo antiguo y el nuevo, si no el gasto que habríamos hecho haciendo ese viaje en el modo antiguo:

	Diferencial Bruto Polución Tossa de Mar (€)	
	P turismo	P motocicleta
Barcelona	0,56	0,31
Sant Adria del Besos	0,51	0,28
Badalona	0,49	0,27
Montgat	0,46	0,25
Montgat Nord	0,45	0,25
El Masnou	0,46	0,25

Tabla 57: Resultados del gasto en compensación en la polución (por viaje) si hubiéramos usado el turismo o la motocicleta (Fuente: Elaboración propia)

Para elaborar estos cálculos se ha considerado utilizar los datos de la guía del departamento para los turismos, considerando una zona rural. Pero para el cálculo de las motocicletas se ha usado el manual DGMOVE (2014), usando las tablas determinamos que las motocicletas serán Euro 4 (2005), se cojera la media de consumo entre los de gasolina y diesel de la cilindrada menor de 1,4l, y para los buses se escogerá Euro 4 también y de tonelaje igual o inferior a 18t, todos localizados en un área rural. Los datos, como todos los costes específicos se pueden encontrar en el anejo numero 5.

Como siempre todo este ahorro es considerado para un solo viaje, es decir, como siempre falta pasarlo a usuarios totales y a años:

	Diferencial Bruto Polución Tossa de Mar (€)	
	P turismo	P motocicleta
Barcelona	13,06	2,54
Sant Adria del Besos	0,20	0,04
Badalona	1,17	0,23
Montgat	0,39	0,05
Montgat Nord	0,34	0,05
El Masnou	0,61	0,08

Tabla 58: Resultados de la matriz de impacto de la polución para el total de viajeros diarios (Fuente: Elaboración propia)

Sumando todos los valores de la matriz orígenes-destinos por usuarios obtenemos este valor por días y anual, que se mostrara más adelante en la tabla

Faltan los datos del servicio de buses, para elaborar este proceso nos encontramos con la problemática de que no sabemos cómo se reducirá el servicio de buses ahora que

implantamos un nuevo sistema de transporte público, es decir, sabemos que el número de vehículos se reducirá dado que se reducirá su demanda, pero no podemos predecir cuánto.

Es por ello que consideramos que se eliminan 22 recorridos diarios de bus, de diferentes recorridos, exactamente reduciremos:

Servicio Reducido	Nº trayectos reducido
Tossa -BCN	1
Tossa-Blanes	10
Torroella-BCN	1
Tossa -Girona	1
Sant Feliu-Girona	2
Torroella-Girona	5
Palafrugell-BCN	2

Dado que conocemos la distancia que recorren estos servicios, podemos calcular el beneficio bruto diario y anual que supondrán para la sociedad suprimir estos servicios:

	Diferencial Bruto Polución (€)		
	P turismo	P motocicleta	P servicio de buses
Día	1.203,47	170,60	53,28
Año	376.685,87	53.397,70	16.675,76

Tabla 59: Resultados del impacto bruto sobre la sociedad de la polución (Fuente: Elaboración propia)

El único inconveniente se encuentra en la polución producida por el ferrocarril, consultando la misma guía obtenemos el valor del coste de referencia para el ferrocarril, este va en €/tren-km, es decir en función del kilometraje total recorrido por la flota de trenes:

	Gasto Polución(€)
	P R1 Nord
Día	-63,77
Año	-19.960,25

Tabla 60: Resultados del coste para la sociedad del uso del ferrocarril (Fuente: Elaboración propia)

La fórmula propuesta como siempre:

$$VAN_s = \sum_{t=0}^{30} \frac{1}{(1+r)^t} * \sum cantaminantes(i) * coste unitario(j)$$

Podemos introducir los datos en el SAIT:

POLUCIÓN	<i>Coste Referencia (€ct/veh-km)</i>	<i>Coste específico (€)</i>	<i>VPN (€)</i>
Sociedad			
Turismos	0,73	-376.685,87	8.365.450,29
Motos	0,35	-53.397,70	
Bus Interurbano	5,10	-16.675,75	
Rodalies/FGC	16,90	19.960,25	

Tabla 61: Resultados del VANs que supone para la sociedad la implantación de la R1 Nord en beneficio por la polución (Fuente: Elaboración propia con SAIT)

5.6.2 Cambio Climático - Sociedad

Hay que diferenciar entre polución y cambio climático, afectan y son provocados por cosas distintas. El cambio climático es afectado por los gases de efecto invernadero (principalmente CO₂), que afectan al cambio de temperaturas, el incremento del nivel del mar, pérdidas agrícolas y daños materiales y personales al incrementar la presencia de fenómenos extremos (lluvias torrenciales y sequía).

En este caso no solo miraremos las toneladas emitidas de gases de efecto invernadero durante que nos ahorramos al reducir los vehículos o consume el ferrocarril, en este caso habrá que añadir valores de gases producidos durante la construcción de la infraestructura y el material.

Para cuantificar la monetización del ahorro o coste en gases de efecto invernadero, se proponen costes de referencia en €/veh-km que se basan en el coste de mitigación de estos gases, para calcularlo usaremos los datos que encontramos en el anejo numero 2 y 3.

Para la obtención de los datos volveremos a recurrir al DGMOVE (2014), usando los mismos valores que en el apartado anterior. Tomando la tonelada de CO₂ a 37€ (SAIT (2015)), igual que en el caso anterior esta vez encontraremos el ahorro (en compensación de cambio climático) al cambiar de modo, lo que sería un beneficio bruto, puesto que no estamos descontando el coste del ferrocarril:

	Diferencial Bruto Cambio Climático Tossa de Mar (€)	
	C.C turismo	C.C motocicleta
Barcelona	1,20	1,10
Sant Adria del Besos	1,09	1,00
Badalona	1,04	0,96
Montgat	0,98	0,90
Montgat Nord	0,96	0,89
El Masnou	0,98	0,90

Tabla 62: Resultados del ahorro en compensación del cambio climático (por viaje) (Fuente: Elaboración propia)

Como siempre todo este ahorro es considerado para un solo viaje, es decir, como siempre falta pasarlo a usuarios totales diarios:

	Diferencial Bruto Cambio Climático Tossa de Mar (€)	
	C.C turismo	C.C motocicleta
Barcelona	27,73	9,07
Sant Adria del Besos	0,43	0,14
Badalona	2,49	0,81
Montgat	0,82	0,19
Montgat Nord	0,72	0,16
El Masnou	1,30	0,29

Tabla 63: Resultados de la matriz de impacto del cambio climático para el total de viajeros diarios (Fuente: Elaboración propia)

Para el caso de los buses el procedimiento será el mismo, y por tanto podemos obtener los tres beneficios brutos (diarios y anuales) de la demanda captada:

	Diferencial Bruto Cambio Climático (€)		
	C.C turismo	C.C motocicleta	C.C servicio de buses
Día	2.555,31	610,05	53,28
Año	799.812,46	190.945,79	16.675,76

Tabla 64: Resultados del impacto bruto sobre la sociedad del cambio climático (Fuente: Elaboración propia)

Al igual que en el caso anterior, la fabricación de la infraestructura y el material móvil conlleva emisiones de CO₂ a la atmosfera, y por tanto, la fabricación de nuestro proyecto conllevará perdidas respecto al beneficio calculado de la reducción de los vehículos por carretera.

Por ello encontraremos dos gastos asociados al ferrocarril, uno debido a la emisión del ferrocarril durante su tiempo de servicio (calculado en €/veh-km) y otro relacionado la fabricación, mantenimiento y desguace de estos, mas las emisiones producidas durante la construcción de la infraestructura, para ellos se usara los datos del numero de ferrocarriles y kilometraje de estos recorridos y también el kilometraje de la vía a construir (tabla 4), los costes de referencia se encontraran en el anejo 5. Con ello obtendremos diversos valores, primero encontraremos el valor monetario de las emisiones de CO₂ de la fabricación de la vía y los primeros 8 trenes (que deben ser introducidos manualmente en el SAIT en el año 0 del VANS), después se debe encontrar el valor de fabricación de los 8 trenes que serán necesarios en el año 25 de proyecto (cuyo valor se introducirán en ese mismo año del VANS) si el valor de desguace de los trenes no fuera nulo (como se puede apreciar en el anejo 5) en este mismo año se debería introducir el valor de desguace de los primeros 8 trenes, después también será necesario introducir el valor monetario de la contaminación producida por el servicio del ferrocarril año a año:

Gasto C.C (€)		
C.C Operatividd R1 Nord (n año)	C.C Via y 8 trenes (año 0)	C.C 8 trenes (año 25)
-49.640,78	-294.641,56	-104.192,00

Tabla 65: Resultados del coste para la sociedad del uso del ferrocarril (Fuente: Elaboración propia)

La fórmula propuesta como siempre:

$$VAN_s = \sum_{t=0}^{30} \frac{1}{(1+r)^t} * \sum cantidad CO_2(i) * coste unitario(j)$$

Podemos introducir los datos en el SAIT:

CAMBIO CLIMÁTICO	Coste Referencia (€/ct/veh-km)	Coste específico (€)	VAN (€)
Sociedad			
Turismos	1,55	-799.812,46	18.428.765,67
Motos	1,25	-190.945,79	
Bus Interurbano	5,10	-16.675,76	
Rodalies/FGC	42,03	49.640,78	

Tabla 66: Resultados del VANs que supone para la sociedad la implantación de la R1 Nord en beneficio por el impacto de la compensación del cambio climático (Fuente: Elaboración propia con SAIT)

5.6.3 Ruido - Sociedad

La presencia de carreteras o vías ferroviarias cerca de poblaciones tiene muchos impactos en la sociedad que rodea estas infraestructuras, una de ellas es el ruido.

Los ruidos comportan un daño físico o psicológico a los afectados, y el ACB lo traduce en pérdidas económicas por la alteraciones que produce, sus efectos sobre la salud y la pérdida de valor de las propiedades cercanas a esta infraestructura.

Como la mayoría de las externalidades, conlleva un procedimiento complejo para lograr cuantificar el perjuicio económico que el ruido puede conllevarle a la sociedad, dado que dependerá de las condiciones de circulación, el tipo de vehículo, la vía, la población distribuida y la caracterización geográfica de la zona.

Para ello las guías recomiendan el uso de costes específicos, basados en €/veh-km, que dependerán del momento del día, el tráfico o los ámbitos donde transcurre el proyecto.

Para ello volveremos a usar los datos referentes al anejo 2, el proceso será el mismo que el usado para el cálculo de todas las externalidades, primero encontraremos el beneficio bruto

en perdida de sonido que obtenemos al quitar todos esos vehículos de la carretera, para luego añadir el coste que supone tener ahora una vía férrea circulando por esas poblaciones.

Como siempre introduciremos un ejemplo del proceso llevado a cabo para encontrar la matriz de beneficios del vehículo privado, la primera matriz que se mostrara a continuación será el beneficio bruto en ruido que nos aporta cada viaje entre uno de los orígenes-destino disponibles (aquí solo se muestra para el origen Tossa de Mar y destinos varios), para este caso seguiremos considerando que nos encontramos en un ámbito rural, con trafico ligero y siempre de día:

	Diferencial Bruto Ruido Tossa de Mar (€)	
	R turismo	R motocicleta
Barcelona	0,02	0,04
Sant Adria del Besos	0,01	0,03
Badalona	0,01	0,03
Montgat	0,01	0,03
Montgat Nord	0,01	0,03
El Masnou	0,01	0,03

Tabla 67: Resultados del ahorro en compensación por ruido (por viaje) (Fuente: Elaboración propia)

Como siempre todo este ahorro es considerado para un solo viaje, es decir, como siempre falta pasarlo a usuarios totales diarios:

	Diferencial Bruto Ruido Tossa de Mar (€)	
	R turismo	R motocicleta
Barcelona	0,36	0,29
Sant Adria del Besos	0,01	0,00
Badalona	0,03	0,03
Montgat	0,01	0,01
Montgat Nord	0,01	0,01
El Masnou	0,02	0,01

Tabla 68: Resultado de la conversión de la matriz anterior para el total de usuarios diarios (Fuente: Elaboración propia)

Para el caso de los buses el procedimiento será el mismo que en los casos anteriores, es decir, adjudicamos una serie de servicios de buses que se suspenderán debido a la presencia de la R1 Nord y por tanto podemos obtener los tres beneficios brutos (diarios y anuales) de la demanda captada:

	Diferencial Bruto Ruido (€)		
	P R1 Nord - turismo	P R1 Nord - motocicleta	P R1 Nord - servicio de buses
Día	32,97	19,52	0,84
Año	10.320,16	6.110,27	261,58

Tabla 69: Resultados del impacto bruto sobre la sociedad del ruido (Fuente: Elaboración propia)

Al igual que en el resto de externalidades, el diferencial bruto no será el beneficio total, puesto que el ferrocarril produce ruido, y debe ser evaluado su impacto, usando los valores normalmente usados, de kilometraje y número de vehículos operados por el servicio:

	Gasto Ruido(€)
	P R1 Nord
Día	-112,07
Año	-35.078,07

Tabla 70: Resultados del coste para la sociedad del uso del ferrocarril (Fuente: Elaboración propia)

La fórmula propuesta como siempre:

$$VAN_s = \sum_{t=0}^{30} \frac{1}{(1+r)^t} * \sum \sum n^{\circ} vehiculos(a, h) * coste unitario(a, h)$$

Ya podemos introducir los datos en SAIT:

Ruido	Coste Referencia (€/veh-1000*km)	Coste específico (€)	VAN (€)
Sociedad			
Turismos	0,20	-10.320,16	-360.374,93
Motos	0,40	-6.110,27	
Bus Interurbano	0,80	-261,58	
Rodalies/FGC	29,70	35.078,07	

Tabla 71: Resultados del VANs que supone para la sociedad la implantación de la R1 Nord en gasto por el impacto de la compensación del ruido producido (Fuente: Elaboración propia con SAIT)

Remarcable, que es la primera externalidad que nos sale como gasto y no como beneficio, se traduciría en que al implantar la R1 Nord la cantidad de ruido se vería aumentada a pesar de la reducción de vehículos en la carretera.

5.6.4 Accidentalidad - Administración/Sociedad

Cuando se produce un accidente de tráfico, se generan ciertos costes relacionados con el daño material (daño del vehículo y la infraestructura sobre la que se produce el accidente), pero también cuentan dentro de esta externalidad los gastos médicos y administrativos, y la pérdida de productividad en el caso de que los usuarios afectados se vean imposibilitados o fallezcan en el siniestro.

Para realizar una monetización de estos costes se han de tener en cuenta diversos factores, entre los que se encuentran el kilometraje recorrido, la velocidad de circulación, volúmenes de tráfico y demás. Todo ello para poder obtener los costes directos del accidente, aquellos que ha de pagar la administración a causa del accidente, pero también la pérdida para la sociedad como costes indirectos, y los costes intangibles, que concentraría las consecuencias del accidente para la víctima y su entorno.

Para la cuantificación de esta externalidad la Guía propone aplicar un factor de costes de referencia de tipo €/km-veh. Es por ello que como siempre usando los valores que hemos requerido para el resto de las externalidades, valor del kilometraje del vehículo público en el anejo 2 y el repartimiento modal en el anejo 4. Para este caso se considerará que el tipo de vía será interurbana y el ferrocarril tiene un coeficiente de seguridad absoluta, es decir, consideramos que todos los usuarios que viajan en ferrocarril están exentos de sufrir un accidente en su viaje. Por ello podemos encontrar la matriz del diferencial de seguridad de todos aquellos viajes de demanda captada, es decir, todos aquellos usuarios que antes se desplazaban en vehículo privado y ahora han optado por la R1 Nord, proporcionando un beneficio neto en el impacto de accidentalidad.

Como siempre, encontraremos la matriz de viajes:

	Diferencial Accidentalidad Tossa de Mar (€)	
	A R1 Nord - T turismo	A R1 Nord - T motocicleta
Barcelona	0,08	0,71
Sant Adria del Besos	0,07	0,64
Badalona	0,07	0,61
Montgat	0,06	0,58
Montgat Nord	0,06	0,57
El Masnou	0,06	0,58

Tabla 72: Ejemplo para Tossa de Mar de la matriz del diferencial sobre la accidentalidad por un viaje (Fuente: Elaboración propia)

Recordar que la tabla 72 es solo un ejemplo de la auténtica matriz de diferenciales en función de un viaje eligiendo entre todos los orígenes-destinos posibles. Se procede a usar el anejo 4 para obtener el beneficio total por el número de usuarios totales diarios que efectúan estos desplazamientos:

	Diferencial Accidentalidad Tossa de Mar (€)	
	A R1 Nord - T turismo	A R1 Nord - T motocicleta
Barcelona	1,79	5,81
Sant Adria del Besos	0,03	0,09
Badalona	0,16	0,52
Montgat	0,05	0,12
Montgat Nord	0,05	0,11
El Masnou	0,08	0,19

Tabla 73: Ejemplo para Tossa de Mar de la matriz del diferencial sobre la accidentalidad por usuarios totales diarios en función del origen y destino(Fuente: Elaboración propia)

Para el caso de los buses el procedimiento será el mismo que en los casos anteriores, es decir, adjudicamos una serie de servicios de buses que se suspenderán debido a la presencia de la R1 Nord y por tanto podemos obtener los tres beneficios brutos (diarios y anuales) de la demanda captada:

	Diferencial Accidentalidad Tossa de Mar (€)		
	A R1 Nord - turismo	A R1 Nord - motocicleta	A R1 Nord - servicio de buses
Día	164,86	390,43	9,40
Año	51.600,80	122.205,31	2.942,78

Tabla 74: Resultados del beneficio total que supone la implantación de la R1 (en días y años) en accidentalidad (Fuente: Elaboración propia)

Como se ha comentado en este apartado, el coste de una accidente recae sobre la administración, pero también sobre la sociedad, es por ello, que sin más indicaciones de cómo repartir el coste total de estos, se ha decidido repartir en dos tercios del coste sobre la administración y el tercio restante sobre la sociedad.

Se propone la fórmula siguiente para el VAN_s:

$$VAN_s = \sum_{t=0}^{30} \frac{1}{(1+r)^t} * \sum \sum tipo\ vehiculos(a,h) * coste\ unitario(a,h)$$

En este caso estamos hablando de una reducción de los accidentes, por ello, el coste se torna beneficio, y los pesos de este beneficio se reparten con el mismo peso sobre agentes.

ACCIDENTALIDAD	Coste Referencia (€/ct/veh-km)	Coste específico (€)	VAN (€)
Administración			
Turismos	0,1	34.400,54	2.309.570,86
Motos	0,8	81.470,20	
Bus interurbano	0,9	1.961,85	
Sociedad			
Turismos	0,1	-17.200,27	1.154.785,43
Motos	0,8	-40.735,10	
Bus Interurbano	0,9	-980,93	

Tabla 75: Resultados del VANs que supone para la sociedad y la administración la implantación de la R1 Nord en gasto por el impacto de la compensación de la accidentalidad (Fuente: Elaboración propia con SAIT)

5.6.5 Ecosistemas - Sociedad

La construcción de cualquier infraestructura en un territorio natural produce una pérdida de este, en nuestro caso una vía férrea por la provincia de Girona, acarrea una pérdida y fragmentación del hábitat natural y una disminución de la biodiversidad y calidad de este.

Esta externalidad se cuantifica en el coste de las medidas paliativas y de protección que se deberán adoptar para que el impacto de nuestro proyecto se reduzca al mínimo.

La guía de evaluación nos da un valor en 16,02€/m² del coste en función de la superficie total ocupada por la infraestructura. Consideraremos que cada estación ocupa 1500 m², es decir, un total de 15000 m² ocupados solo en estaciones, y que cada metro lineal de vía ocupa 6 m² de ancho, que suman un total de 441195,9 m² ocupados en vía.

Se propone la fórmula siguiente para el VAN_s:

$$VAN_s = \sum_{t=0}^{30} \frac{1}{(1+r)^t} * ocupación\ espacio * coste\ unitario$$

Introduciendo estos datos en el SAIT:

ECOSISTEMAS	Ocupación espacio (m2)	Coste Referencia (€/m2)	Valor Año 0 (€)	VAN (€)
Sociedad				
Coste ecosistemas	456.195,9	16,02	7.308.258,32	-7.095.396,43

Tabla 76: Resultados del VANs que supone para la sociedad la implantación de la R1 Nord en gasto por el impacto en la pérdida de ecosistema (Fuente: Elaboración propia con SAIT)

5.6.6 Contaminación del suelo y el agua - Sociedad

Nuestro proyecto no solo conlleva una pérdida del hábitat natural sobre el que se sustenta, si no que produce una contaminación del suelo y el agua, que afecta a la fauna, la flora, la producción y la salud de las personas.

Para cuantificar esta externalidad en método puede tornarse muy complejo, que requieren modelos de dispersión y análisis en el tiempo de la evolución de la contaminación. Como es habitual, se propone un coste de referencia de 13,96€/m² para el que se usaran los mismos datos que en el apartado 5.6.5.

Se propone la formula siguiente para el VAN_s:

$$VAN_s = \sum_{t=0}^{30} \frac{1}{(1+r)^t} * ocupación\ espacio * coste\ unitario$$

Introduciendo estos datos en el SAIT:

CONTAMINACIÓN SUELO I AIGUA	Ocupación espacio (m2)	Coste Referencia (€/m2)	Valor Año 0 (€)	VAN (€)
Sociedad				
Coste contaminación	456.195,9	13,96	6.298.694,76	-6.115.237,63

Tabla 77: Resultados del VANs que supone para la sociedad la implantación de la R1 Nord en gasto por el impacto de la contaminación del suelo y el agua (Fuente: Elaboración propia con SAIT)

5.7 Matriz Agentes-Impactos

Analizados todos los impactos que supone nuestro proyecto en función de los agentes ya queda formada la matriz de agentes-impactos.

			AGENTS							SUMATORIO ACB		
			Administración	Contratistas		Operadoras	Usuarios				No usuarios (sociedad)	
				Infraestructura	Engñ./Consult.	Rodiales	Turismos	Motos	Bus interurbano.			
Activos	Invers.	1. Planificación	-30.247.214,38		1.930.673,26						-28.316.541,12	
		2. Obra civil	-622.435.700,59	48.266.831,46	0,00						-574.168.869,13	
		3. Material móvil	0,00			-35.972.348,26					-35.972.348,26	
	5. Mantenimiento Infr.	-62.549.493,94	4.735.226,13							-57.814.267,81		
	6. Mantenimiento Veh.	0,00			-36.064.812,08					-36.064.812,08		
	Operativa Direct	7. Oper.pers.				-27.655.184,59					-27.655.184,59	
8. Oper.veh.					-33.335.545,74					-33.335.545,74		
Usuarios	14. Tiempos					-68.002.950,81	-16.128.227,64	30.523.131,25			-53.608.047,20	
	15. Tarifas	0,00			157.152.181,20	-150.469.333,11	-37.431.903,59	30.749.055,50			0,00	
	16. Impuestos	-44.346.171,93			0,00	33.845.161,84	7.827.179,18	2.673.830,91	0,00		0,00	
	17. Cost.op.veh					291.120.382,55	56.156.227,58				347.276.610,13	
Externalidades	20. Polución								8.365.450,29		8.365.450,29	
	21. Cambio climático								18.428.765,67		18.428.765,67	
	22. Ruido								-360.374,93		-360.374,93	
	24. Accidentes	2.309.570,86			0,00	0,00	0,00	0,00	1.154.785,43		3.464.356,29	
	27. Ecosistemas								-7.095.396,43		-7.095.396,43	
28. Contam. suelo/agua								-6.115.237,63		-6.115.237,63		
SUMATORIO AGENTES			-757.269.009,99	53.002.057,59	1.930.673,26	24.124.290,52	106.493.260,47	10.423.275,53	63.946.017,67	14.377.992,40	VAN total	-482.971.442,56

Tabla 78: Matriz agentes-impactos del ACB del proyecto R1 Nord (Fuente: Elaboración propia con SAIT)

VAN total/inversió

0,74

TIR

-2,1%

En el apartado de las conclusiones se expondrá el análisis en profundidad de los resultados obtenidos, pero se procederá ahora a realizar unos comentarios sobre los resultados obtenidos en la matriz agentes-impactos.

Como se puede observar, el VAN_s total de nuestro proyecto da un valor negativo, la conclusión es rápida, nuestro proyecto no es socialmente rentable, es decir, la inversión que requiere nuestro proyecto no aporta tantos beneficios sociales como debería para ser apta para construirse.

Aun así, es interesante analizar agente por agente y impacto por impacto.

5.7.1 Agentes

AGENTS	Administración		-757.269.009
	Contratistas	Infraestructura/ Consultoría	54.932.731
	Operadora	Rodalies	24.124.291
	Usuarios	Turismos	106.493.260
		Motos	10.423.276
		Bus Interurbano	63.946.018
	No Usuarios (Sociedad)		14.377.992

Tabla 79: Resultado del impacto total que recibe cada agente (Fuente: Elaboración propia con SAIT)

En la tabla 79 se muestra el impacto global que recibe cada agente, es decir, el computo de todos los impactos, independientemente de si eran en forma de coste o de beneficio.

Como se puede observar la administración sería el único agente que recibe el impacto en forma de coste, dado que asume la mayoría de costes de envergadura, entre los que se encuentra la construcción y mantenimiento de la infraestructura, y asume la pérdida de impuestos que significa que los usuarios utilizan otro tipo de modo de transporte por el cual la administración no recibe una cantidad tan alta de estos. Por tanto sería la administración el agente que tendría la palabra a la hora de estipular si el proyecto se llevara a cabo o no, en definitiva, si está dispuesto a asumir las pérdidas. Teniendo siempre en cuenta que faltan las expropiaciones, coste íntegro que paga la administración y que por tanto se vería un incremento en el total del gasto de este agente.

Remarcable que la operadora, en este caso Renfe, perciba como beneficios el computo total de los impactos. Esto quiere decir que el sistema tarifario es eficiente, en el sentido, de que la operadora es capaz de pagar la obtención y mantenimiento de trenes y de mantener operativo el servicio (salarios de los trabajadores más coste operativo de los trenes) simplemente con la

recaudación de las tarifas. Aquí se podría realizar un estudio de reducción de tarifas para aligerar el impacto de estas sobre los usuarios.

Respecto a los usuarios, todos perciben beneficiosamente cambiar de su antiguo modo de transporte a la R1 Nord, que sería uno de los puntos más importantes conjuntamente con un VANS positivo del ACB global. Esto quiere decir que el impacto de coste que supone necesitar más tiempo para efectuar los recorridos, o la implementación de una tasa de transporte que muchos no pagaban antes, se ven superados estos costes por el ahorro en operatividad del vehículo privado. Los usuarios de los buses ven una mejoría tanto en el pago de tasas como en el tiempo de recorrido, podríamos decir que son los usuarios captados que más se benefician de este cambio.

Respecto a la sociedad, esta percibiría beneficios (socialmente hablando), principalmente debido a la mejoría en salud del proyecto, disminuimos tanto la polución como el cambio climático, pero también importante el beneficio de la reducción de accidentes, la población tendrá que hacer frente a menos accidentes, percibiendo un aumento de su calidad de vida.

5.7.2 Impactos

IMPACTES		Activos		Inversión	Planificación	-28.316.541
				Material móvil	-35.972.348	
				Expropiaciones	0	
				Mantenimiento Infr.	-57.814.268	
				Mantenimiento Veh.	-36.064.812	
	Operativa	Direct.		Oper.pers.	-27.655.185	
				Oper.veh.	-33.335.546	
	Usuarios			Tiempos	-53.608.047	
				Tarifas	0	
				Impuestos	0	
				Coste.op.veh	347.276.610	
	Externalidades			Polución	8.365.450	
				Cambio climático	18.428.766	
				Ruido	-360.375	
				Accidentes	3.464.356	
				Ecosistemas	-7.095.396	
				Contam. suelo/agua	-6.115.238	

Tabla 80: Resultado del valor total que implica cada impacto (Fuente: Elaboración propia con SAIT)

En la tabla 80 se observa el valor en su totalidad de cada impacto, independientemente de cómo se distribuye luego entre los diversos agentes.

Como es lógico, los mayores costes se concentran en la inversión del proyecto, la planificación, la obra civil y la obtención del material móvil aglutina la mayoría de los gastos que tendrá nuestro proyecto, que como se ha comentado anteriormente, recaen en su mayoría sobre la administración.

También supone un coste importante el mantenimiento del servicio, tanto la infraestructura como los trenes, que también supondrá un coste importante para la administración y la operadora respectivamente.

La operativa del servicio también afecta negativamente al computo del ACB, la operadora deberá hacer frente a estos dos impactos que resumen el coste de los salarios de los trabajadores y el coste del funcionamiento de los trenes.

Uno de los factores no deseados del proyecto, pero que se ha dado al final así, es el hecho de que el tiempo suponga un coste para el usuario, ello quiere decir, que los usuarios (en su mayoría) perciben un aumento en el tiempo de recorrido, a todo esto hay que añadir, que no se ha añadido ningún impacto de confort, un dato que sería interesante, dado que viajar en ferrocarril te permite, entre otras cosas, poder leer, estudiar, realizar tareas, etc. Por tanto el coste del tiempo se vería amortiguado por este hecho (no se ha calculado un beneficio en confort dado que es un valor demasiado subjetivo).

Como se ha comentado varias veces en este proyecto, el impacto que tienen las tarifas y los impuestos sobre el ACB es nulo, dado que es simplemente una transferencia entre agentes, y como se puede ver en la tabla 80, su efecto sobre el valor total del ACB es nulo.

Uno de los grandes impactos que nos reducen mucho de los costes de nuestro ACB es el beneficio que supone para los usuarios el dejar de pagar los costes de operatividad del vehículo al cambiar al servicio de la R1 Nord, es decir, dejan de pagar peajes, gasolina, desgaste del vehículo, etc.

Respecto a las externalidades vemos claramente que el beneficio se concentra en la reducción de las emisiones que perjudican la polución y el cambio climático, que supone un ahorro muy importante tanto para la sociedad, el hecho de que aumente el ruido, respecto a la actualidad, se ve compensado por la disminución de la expulsión de gases nocivos a la atmosfera. El beneficio que provoca la reducción de la accidentalidad también es valorable, pese a no ser tan alto como los otros valores mencionados. Si que se perciben ciertos gastos en la compensación que requerirá la contaminación del suelo y el agua y la pérdida de ecosistemas que nuestro proyecto producirá sobre la zona afectada.

6. Análisis de Sensibilidad

6.1 Introducción

Es importante valorar la posibilidad de que se produzcan sobrecostos (debido a la frecuencia con la que estas se producen), es decir, no esperar como cierto los resultados obtenidos y pensar en la posibilidad de que aumente la inversión inicial, que se produzcan desviaciones en los costes de operación o la demanda sea menor de la esperada. La frecuencia con la que variaciones en los tres parámetros anteriores se producen, la mayoría de guías han incluido análisis de riesgo en los ACB.

Para ello hay dos maneras de estudiar este riesgo, una es realizar un análisis de sensibilidad de los datos que se introducen en el SAIT y la segunda que los datos que se introducen ya lleven incorporados parámetros de incertidumbre (análisis de riesgo).

Con el análisis de sensibilidad se considera el escenario en el cual los datos introducidos se desvían de las consideraciones iniciales. Lo más típico es establecer rangos de desviación para cada variable y por tanto se valora el impacto que tiene sobre nuestro ACB esta incerteza en los datos introducidos.

En estos casos se suele analizar la elasticidad del VANs para determinadas variables, es decir, analizar en profundidad aquellas variables que tienen un impacto más grande en los valores del VANs, se considera crítica una elasticidad igual o mayor que 2.

Aun así, desconocemos la probabilidad de que se produzca una desviación o no, es por ello que el análisis de sensibilidad adquiere cierta subjetividad, porque se ha de valorar como de probables son las desviaciones.

Con el análisis de riesgo adquieren mayor importancia entonces, con el inconveniente de necesitar mayor información sobre las variables del proyecto, dado que es necesario conocer la distribución de probabilidad de cada una de las variables críticas de este proyecto.

Para ello se obtiene una muestra suficientemente representativa de otros proyectos con características similares al proyecto en estudio. Importante en los casos de estudios de obras de transporte investigar los costes unitarios previstos en comparación con los datos finales y establecer una evaluación es-post.

Cuando se integra la incerteza en el ACB, el resultado obtenido es la distribución de probabilidad del VAN_s del proyecto respecto al escenario base de referencia, en conclusión todos los datos probabilísticos importantes, el valor esperado ($E(VAN_s)$), la función de densidad ($f_{VAN_s}(x)$) i la distribución de probabilidad acumulada ($F_{VAN_s}(x)$).

Conociendo estos datos, aquí se abren diversas opciones:

Si la distribución de densidad tiene todos los valores del mismo signo (todos positivos o todos negativos) nos encontramos en la situación sin incerteza, al probabilidad de que el VAN_s sea superior a cero será del 100% (en el caso de todos positivos) o será 0% (en el caso de todos negativos).

Cuando esto no ocurre habrá que valorar primero el valor esperado, que habrá de ser mayor que cero ($E(VAN_s) > 0$), y luego contemplar la probabilidad acumulada de pérdidas ($FVAN_s(x < 0)$), esta debe ser más pequeña que determinado parámetro (α) a elección propia para acotar la cantidad de pérdidas ($FVAN_s(x < 0) < \alpha$).

A la hora de comparar diversos proyectos entre si los criterios continúan siendo los mismos que los nombrados anteriormente, simplemente se añaden nuevas condiciones para priorizar un proyecto sobre otro, se aceptara el proyecto que tenga un valor esperado mayor, en caso de que sea igual, se priorizara aquel que tenga una probabilidad de perdidas menor.

Una vez obtenido el valor del VAN_s de nuestro proyecto se procederá a realizar un análisis de sensibilidad, es decir, considerar que los valores que hemos introducido para obtener este VAN_s pueden diferir de las que nosotros hemos considerado y por tanto hacer variar el resultado final del proyecto. El proceso que se llevara a cabo en estos apartados se basara en variar determinados parámetros en función de un rango de desviación (determinados porcentajes), de esta manera se evaluara el impacto que tiene sobre nuestro VAN_s en función de la incertidumbre de cada parámetro.

Para evaluar esta incerteza, se ha considerado aplicar incertidumbre al valor de la inversión de obra, el valor del tiempo, el valor del carburante y a la variación de la demanda considerada. La premisa básica que consideraremos es que cada variable se modifica independientemente de las otras, por tanto, en cada apartado se estudiara la variación de un parámetro considerando que los demás se mantienen constantes.

El análisis de sensibilidad se usa principalmente para aquellos proyectos cuyo VAN_s inicial es positivo y se estudian todos aquellos escenarios para los cuales el VAN_s se torna negativa, y por tanto, estudiar los riesgos de que al final el proyecto no sea rentable. En nuestro caso el proceso utilizado será distinto, dado que nuestro VAN_s inicial ya es negativo, por tanto, el análisis de sensibilidad se llevara a cabo como método para estudiar los parámetros y su efecto sobre el VAN_s , y de paso, estudiar aquellos escenarios que nos reduzcan el VAN_s , pero conociendo que ninguna variación de valores permitirá convertir nuestro proyecto en uno rentable socialmente.

6.2 Inversión

En este apartado se considerara que el valor total de la inversión puede variar, se considerara un rango que va entre el -25% al 25% de incremento del valor de la inversión, aunque la mayoría de ocasiones el valor de esta suele aumentar debido a sobrecostes o mayor dificultades constructivas de las previstas también se considerara el caso de la disminución de los costes.

La variación del VAN que se produce:

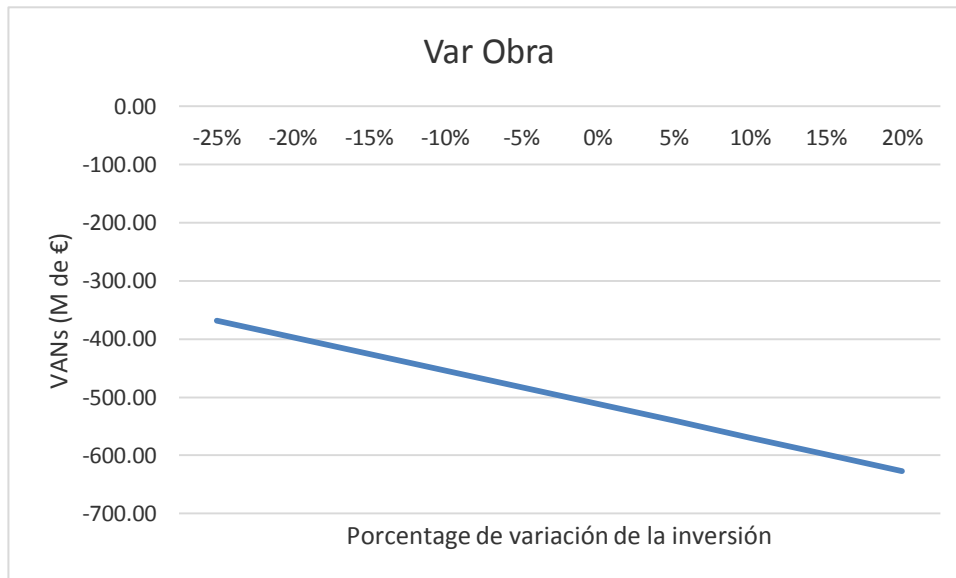


Ilustración 20: Variación del VANS del proyecto de la R1 Nord en función del porcentaje de variación del coste de la inversión (Fuente: Elaboración propia con SAIT)

Como era de esperar, el VANS se reduce al decrecer los costes de la inversión y aumenta al incrementarlos, aun así, ni con una reducción del 25% del coste de la inversión no obtenemos un VAN_s positivo, una opción poco frecuente, dado que normalmente en la mayoría de proyectos se producen aumentos en los costes de inversión.

6.3 Valor del tiempo

El valor del tiempo (considerado como 9€/h) es uno de los parámetros que afectan a los 30 años de vida útil del proyecto, el hecho de considerar un coste invariable en el tiempo abre muchas puertas a la incertidumbre, puesto que el valor asignado a cada concepto fluctúa a través del tiempo, en función de determinados parámetros económicos, como la inflación, el incremento del IPC (índice de precios de consumo) o la renta. Siguiendo la "Guía per a l'avaluació de projectes de transport" de la Escuela de Caminos (2010), esta considera que el valor del tiempo depende principalmente de la renta y del motivo del viaje. Como ya se considero en su momento que el valor medio del tiempo era de 9€/h dado que no conocíamos exactamente cada motivo del viaje, en este apartado se procederá a variar el valor del tiempo debido al incremento de renta.

Para obtener los valores de renta se ha recurrido a "IDESCAT", obteniendo los valores de la renta familiar disponible bruta entre 2013 y 2000, se ha recurrido a un abanico temporal tan largo para observar valores anteriores a la crisis. El resultado obtenido se muestra en la ilustración 21:

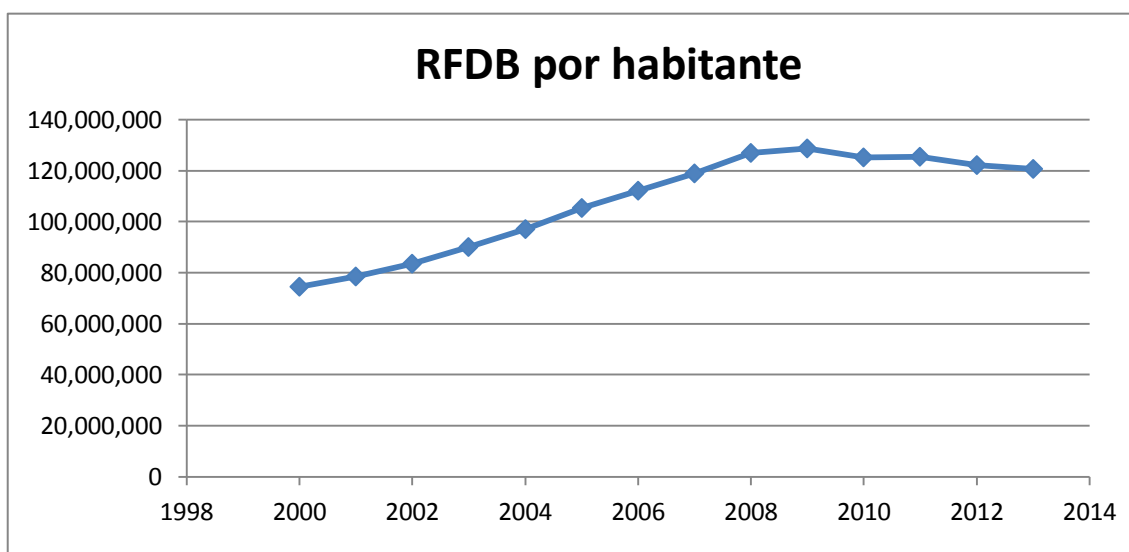


Ilustración 21: Variación de la RFBDB en función del tiempo (datos en miles de euros) (Fuente: Elaboración propia con datos de Idescat)

Como se puede observar la renta familiar llevaba una tradición de crecidas continuadas durante la época previa a la crisis (con una media de crecimiento anual del 6,91%), después sufre un freno en 2008 (con un crecimiento de 1,25%) y pasa a reducirse la renta en los siguientes años, en los que nos encontramos actualmente (con una media de decrecimiento del 1,56%). Por tanto no sería justo aplicarle solo un valor de crecimiento o de decrecimiento constante durante los 30 años de horizonte temporal.

Es por ello que se ha considerado que la crisis se alargara aun 10 años más, provocando una reducción del valor de tiempo de valor -1,56% anual, esta crisis irá seguida de 10 años de amortiguamiento con un crecimiento anual del valor del tiempo del 1,25% y finalizando con 10 años de bonanza económica con un crecimiento del valor del tiempo del 6,9%.

Hay que recordar que en nuestro proyecto el incremento del tiempo afecta como un coste, por tanto una reducción de este incrementara el valor del VANs y un incremento provocara una reducción.

	VdT		VdT
Año 0	9,00	Año 16	8,28
Año 1	8,86	Año 17	8,38
Año 2	8,72	Año 18	8,49
Año 3	8,58	Año 19	8,59
Año 4	8,45	Año 20	8,70
Año 5	8,32	Año 21	9,30
Año 6	8,19	Año 22	9,94
Año 7	8,06	Año 23	10,63
Año 8	7,93	Año 24	11,36
Año 9	7,81	Año 25	12,15
Año 10	7,69	Año 26	12,99
Año 11	7,78	Año 27	13,88
Año 12	7,88	Año 28	14,84
Año 13	7,98	Año 29	15,87
Año 14	8,08	Año 30	16,96
Año 15	8,18		

Tabla 81: Variación del valor del tiempo en €/h (Fuente: Elaboración propia)

Para introducir estos cambios se ha de modificar el procedimiento por el cual el SAIT calcula el impacto del tiempo, por lo que habrá que introducir los valores del tiempo manualmente, dado que para cada año del VANS habrá que introducir un valor distinto.

En la tabla 82 se puede ver la diferencia entre el impacto del tiempo a cada usuario en función de si variamos o no el valor del tiempo y el valor total del VANs.

	Diferencial del impacto del tiempo (€)			VANs
	T R1 Nord - T turismo	T R1 Nord - T motocicleta	T R1 Nord - T servicio de buses	
Variando el VdT	-70.272.268,61	-16.666.440,67	31.541.714,77	-484.760.389,87
Sin Variar el VdT	-68.002.950,81	-16.128.227,64	30.523.131,25	-482.971.442,56

Tabla 82: Diferencias entre el impacto del tiempo sobre los usuarios y el nuevo VANS (Fuente: Elaboración propia)

Como se puede observar la variación de los resultados es mínima aplicando esta variación del valor del tiempo.

Hay que considerar que esta variación del valor del tiempo es un método que yo he propuesto, y pueden existir muchos otros procedimientos que provoquen variaciones del tiempo que afecten al VANS total de manera mucho más significativa.

Un caso mucho más sencillo, sería mantener el valor del tiempo fijo durante los 30 años, y aplicarle un rango de variación de su valor igual que el del caso anterior (entre -25% y 25%) para el cual se obtendrían los siguientes valores:

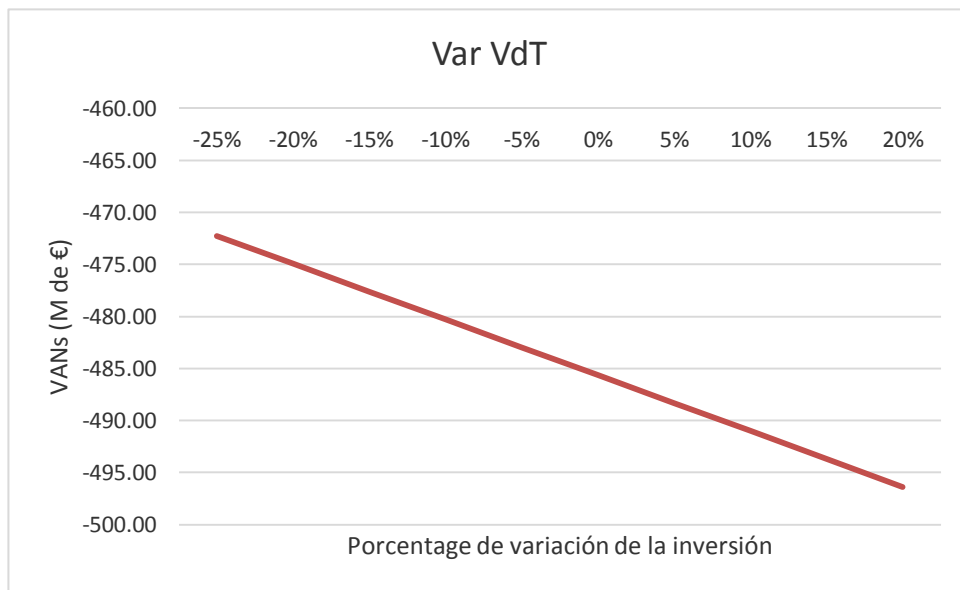


Ilustración 22: Variación del VANS en función del crecimiento o decrecimiento del VdT (Fuente: Elaboración propia con SAIT)

Como se puede observar para este caso la variación del VAN_s es mucho más pronunciada, aun así en ninguno de los casos considerados este supera el umbral de los valores negativos.

6.4 Carburante

Como ocurre con el valor del tiempo, el precio de la operatividad del vehículo, que eran básicamente carburantes y costes de desgaste del vehículo, también es un coste que varíe en el tiempo. Por tanto, se considera la opción de variar estos costes en función del tiempo (dado que es uno de los impactos positivos mas grandes).

La "Guía per a l'avaluació de projectes de transport" de la Escuela de Caminos (2010), descarta que el coste de la gasolina aumente en relación con la inflación, y atribuye el IPC como el valor que marca la evolución de la gasolina, marcando un crecimiento del precio del carburante un 1,36% anual por encima del IPC.

Para elaborar este análisis de sensibilidad se ha recurrido a IDESCAT para encontrar los valores de crecimiento del IPC en los últimos años para estipular un crecimiento del coste de la operatividad del vehículo.

A continuación en la ilustración 24 se mostrara la variación del IPC desde el año 2010 hasta el presente:

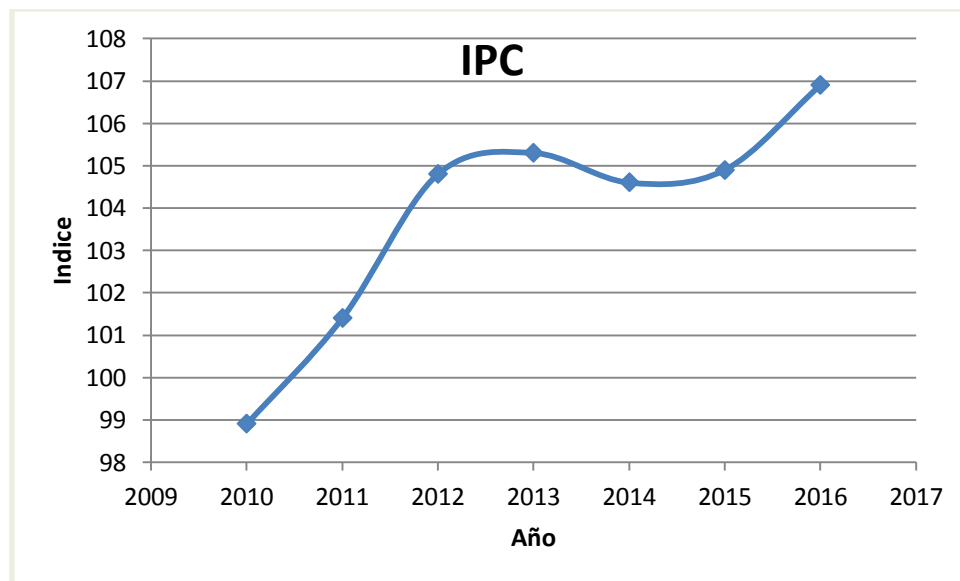


Ilustración 23: Variación del IPC a lo largo del tiempo (Fuente: Elaboración propia con datos de Idescat)

El IPC tiene una media de crecimiento anual de un 0,51%, por tanto el crecimiento del coste de la gasolina será de un 1,87% anual. Por tanto el precio de la operatividad del vehículo tomara los siguientes valores:

	Valor O.V			Valor O.V	
	Turismo	Motocicleta		Turismo	Motocicleta
Año 0	0,271	0,167	Año 16	0,364	0,225
Año 1	0,276	0,170	Año 17	0,371	0,229
Año 2	0,281	0,173	Año 18	0,378	0,233
Año 3	0,286	0,177	Año 19	0,385	0,237
Año 4	0,292	0,180	Año 20	0,392	0,242
Año 5	0,297	0,183	Año 21	0,400	0,246
Año 6	0,303	0,187	Año 22	0,407	0,251
Año 7	0,308	0,190	Año 23	0,415	0,256
Año 8	0,314	0,194	Año 24	0,422	0,260
Año 9	0,320	0,197	Año 25	0,430	0,265
Año 10	0,326	0,201	Año 26	0,438	0,270
Año 11	0,332	0,205	Año 27	0,447	0,275
Año 12	0,338	0,208	Año 28	0,455	0,280
Año 13	0,345	0,212	Año 29	0,463	0,286
Año 14	0,351	0,216	Año 30	0,472	0,291
Año 15	0,358	0,220			

Tabla 83: Variación del coste de la operatividad del vehículo en €/km (Fuente: Elaboración propia)

Para introducir estos cambios se ha de modificar el procedimiento por el cual el SAIT calcula el impacto de la operatividad del vehículo, por lo que habrá que introducir los valores del coste manualmente, dado que para cada año del VAN_s habrá que introducir un valor distinto.

En la tabla 84 se puede ver la diferencia de este impacto a cada usuario en función de si variamos o no el valor del carburante y el valor total del VAN_s.

	Diferencial del impacto O.V (€)		VAN _s
	O.V R1 Nord - turismo	O.V R1 Nord - motocicleta	
Variando	369.414.184,72	70.920.275,55	-389.913.592,42
Sin Variar	291.120.382,55	56.156.227,58	-482.971.442,56

Tabla 84: Diferencias entre el impacto de la operación del vehículo sobre los usuarios y el nuevo VAN_s (Fuente: Elaboración propia)

En este caso observamos una gran variación del beneficio que supone para el usuario el ahorro en carburantes, tanto, que hace reducir el valor del VAN_s en casi 100 millones. Esto quiere decir que un escenario futuro en el que el precio del carburante se encareciera podría tornar nuestro proyecto en algo muy rentable para el usuario, de la misma manera, una disminución del coste de la gasolina tendría el efecto contrario y disminuiría el beneficio social que supone para los usuarios la implantación de este proyecto. Aun así, el proyecto no será beneficioso socialmente.

6.5 Demanda

Sin duda la demanda es uno de los parámetros que más influyen en nuestro ACB, pese a que se basa en el estudio de proyectos parecidos y estudios de movilidad obligada, el valor de demanda que obtuvimos y que se usa en el ACB puede diferir del valor real que existiría una vez se implantase el servicio. Es por ello se realizara un análisis de sensibilidad de este parámetro para valorar como crece o decrece el VANS al hacer lo propio la demanda.

El método usado será parecido al del apartado 6.2, se establece un rango de crecimiento de la demanda (que se mueve entre el -25% y el 25%) y se evalúa la variación del VANS para cada caso. Como el valor total de la demanda depende de la demanda captada y la demanda inducida se efectuaran dos análisis diferentes, en el primero se considerara que el 15% de demanda inducida (respecto a la actual) no se modifica, y por tanto todo el crecimiento o decrecimiento de la demanda recae sobre el porcentaje de usuarios captados del vehículo privado o el servicio de buses, en el segundo caso, se considera que el peso del aumento o reducción de la demanda se reparte de manera porcentual sobre la demanda captada y la inducida indistintamente.

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 85 y la figura24:

	Pasajeros Anuales	VAN_s Sensibilidad Demanda Captada	VAN_s Sensibilidad Demanda Captada e Inducida
-25%	2.859.375	-574.028.167	-564.283.036
-20%	3.050.000	-555.816.819	-548.020.714
-15%	3.240.625	-537.605.471	-531.758.393
-10%	3.431.250	-519.394.124	-515.496.084
-5%	3.621.875	-501.182.776	-499.233.763
0%	3.812.500	-482.971.443	-482.971.443
5%	4.003.125	-464.760.081	-466.709.122
10%	4.193.750	-446.548.733	-450.446.802
15%	4.384.375	-428.337.385	-434.184.481
20%	4.575.000	-410.126.038	-417.922.161
25%	4.765.625	-391.914.690	-401.659.840

Tabla 85: Valor del VANS en función de la variabilidad de la demanda (Fuente: Elaboración propia)

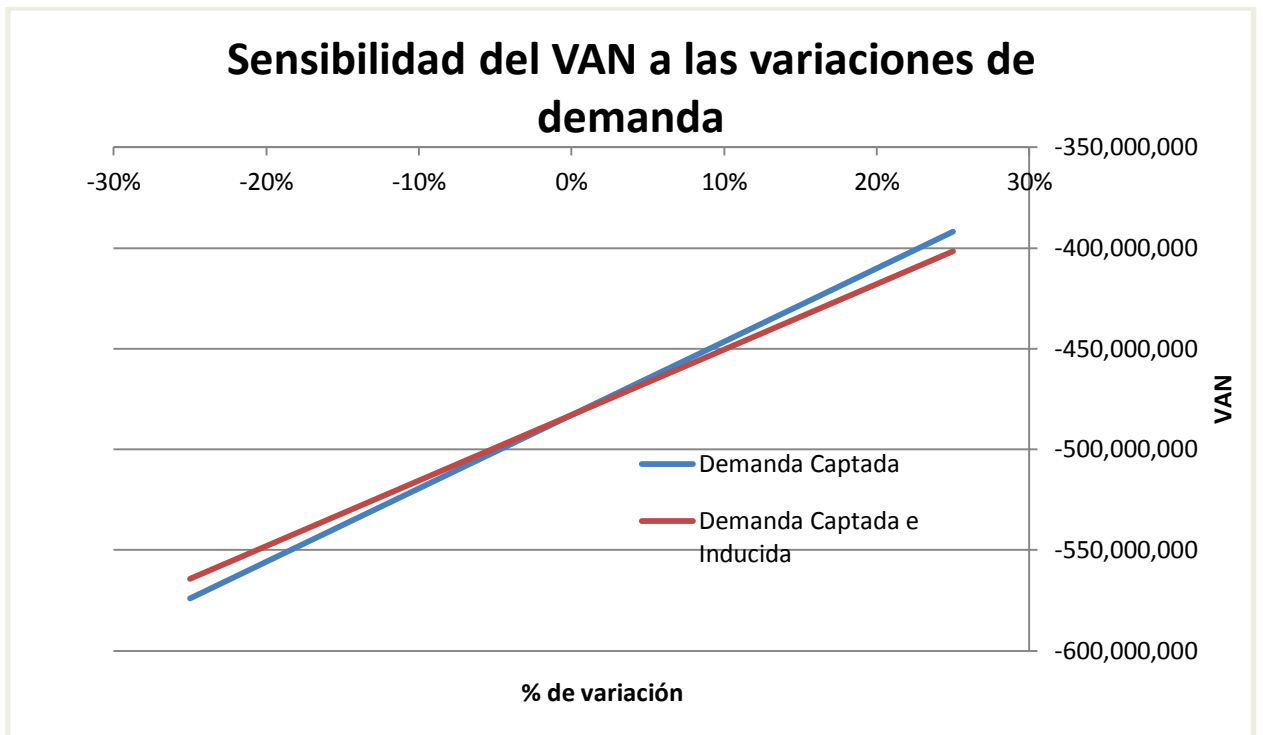


Ilustración 24: Variación del VANS en función del porcentaje de crecimiento de demanda (Fuente: Elaboración propia)

Como se puede observar, la variabilidad de la demanda tiene un gran peso sobre el resultado final del ACB, una demanda superior a la prevista podría empujar nuestro ACB hasta valores mucho más rentables, socialmente hablando, al mismo tiempo, una previsión excesivamente generosa de la demanda podría darnos un VAN_s inicial positivo que no cuadrara con la deficiencia social que presentaría el proyecto con una evaluación de la demanda más realista. Aun así, la demanda tendría que ser mucho más alta de lo esperado para que nuestro proyecto presentase un VANS negativo muy reducido, como dato aportado, la demanda tendría que ser un 248,49% mayor de lo previsto para que nuestro VAN_s fuese igual a cero.

Analizar también que la pendiente de crecimiento del VAN_s es más pronunciada en el caso de considerar solo una variación de la demanda captada, dado que es los beneficios de la demanda inducida se dividen entre dos (regla de la mitad apartado 3.2.3) es obvio que un aumento de la demanda captada conlleve mayores beneficios que si esta misma demanda es repartida entre la inducida y la captada.

7. Conclusiones:

Un análisis coste-beneficio se basa en una pregunta "¿Es rendible socialmente la infraestructura/proyecto de estudio?", en nuestro caso la respuesta es un "No". Con un VAN_s y una TIR_s negativos el mensaje que nos transmite el ACB es claro, la inversión necesaria para elaborar y explotar este proyecto no se ve recuperada (en carácter social) durante la vida útil de esta.

Con todo ello, hay que remarcar un factor clave, el único agente que percibe pérdidas es la administración, dando lugar a que este proyecto aporte beneficios sociales a los usuarios y la sociedad. En un momento económico en el que la administración se ve capacitada para asumir pérdidas, este tipo de proyectos sí que pueden ser de interés si determinadas variables se modifican a lo largo de los años.

El principal obstáculo que muestra un ACB es analizar un proyecto en un horizonte temporal largo (en nuestro caso 30 años) basándonos en los valores actuales de los diferentes impactos. Es importante percibir este concepto y valorar los resultados en consecuencia, en nuestro proyecto, mediante los análisis de sensibilidad, se han estudiado ciertas variaciones en el coste monetario de determinados impactos. Con ellos se ha podido observar que el VAN_s se ve afectado de manera negativa o positiva según la fluctuación de determinados valores, por ejemplo, el aumento de la demanda o el aumento del precio del carburante son factores que empujan nuestro VAN_s a cotas negativas más bajas, siendo escenarios con una mayor o menor probabilidad. A estas variaciones definidas anteriormente considero que es remarcable sumarle ciertos aspectos más complejos de cuantificar y monetizar:

- El confort es un impacto que pese a estar definido dentro de las guías de análisis, su evaluación es compleja y subjetiva, pero es innegable su existencia, dado que el conductor del vehículo privado pese a necesitar menos tiempo para alcanzar el destino que el usuario de la R1 Nord, este último puede realizar tareas mientras se encuentra en el tren (desde leer o trabajar hasta dormir), tareas que el conductor del vehículo privado es incapaz de realizar. Por tanto se ha de tener en cuenta que quizás el coste que supone la implantación de este proyecto en cuestión de valor del tiempo puede ser menor al considerado.
- La tendencia natural del ferrocarril es la de alcanzar velocidades más altas con el paso de los años, el avance tecnológico que se puede producir durante los 30 años de vida útil del servicio puede llevar a reducir el tiempo de viaje de los usuarios de la R1 Nord, este es un factor no contabilizado en nuestro ACB, pero es un escenario también probable que beneficia a nuestro proyecto.
- La evolución de los últimos años en temas de contaminación ambiental es más que preocupante, siendo uno de los más alarmante la polución producida por el transporte de personas, es por ello que en los próximos años la implantación de métodos de transporte menos contaminantes se puede transformar en una obligación, moviéndonos en un escenario donde la Unión Europea subvencionase proyectos de esta índole o donde las multas por superar valores permitidos de contaminantes en el

aire y la existencia de episodios de contaminación pueden llegar a ser tan altas que proyectos como este adquieran mayor trascendencia.

Todo lo nombrado anteriormente son ejemplos varios de posibles escenarios futuros que ayudarían a obtener beneficios sociales de nuestro proyecto, enfocándonos en puntos en los que un ACB no permite arrojar luz.

De la elaboración del ACB y su posterior análisis de sensibilidad se pueden extraer conceptos contundentes, la obtención de la demanda es vital para obtener unos resultados realistas, si se falla en este apartado, el resto del ACB no vale nada, es por ello que el reparto modal de la zona de estudio tiene que ser el apartado más afinado y donde se apliquen métodos demostrados y fiables. Otro apartado interesante por su subjetividad son las externalidades, hemos encontrado guías que daban valores muy diferentes para determinados costes, un ejemplo sería la tonelada de CO₂, donde la DG MOVE (2014) aporta un valor de 90€ y el Sistema d'Avaluació d'Inversions en Transport (2015) da uno de 37€, esta diferencia de valores aporta una terrible distorsión en los resultados, que se ha de manejar con cuidado, en general todas las externalidades, al tener un carácter social y ambiental, varían en función de la guía de uso (debido a las diferentes políticas ambientales del territorio de origen de la guía). Pero hay otras externalidades que no se han evaluado debido a su complejidad, y estas son los beneficios que perciben los usuarios que mantiene su modo de transporte actual pese a la presencia de la R1 Nord, estos usuarios perciben una disminución del tráfico, ocasionándoles reducciones del tiempo de viaje, pese a que sería una opción muy favorable para nuestro proyecto, esta es difícil de cuantificar y su subjetividad podría ocasionar que en vez de favorecer a obtener un resultado más realista de nuestro proyecto, estemos obteniendo un valor más alejado de la realidad.

El tema pendiente de una evaluación de este calibre es la incapacidad para controlar objetivamente el análisis ex-post de este proyecto, no en un aspecto de evolución de la infraestructura, si no en una perspectiva local, como evolucionaran estos municipios con la existencia de una vía férrea localizada en esta zona, las suposiciones son muy diversas, y van siempre ligadas a un posible incremento de la industria, del turismo, de la población residente y de muchos otros factores que contarían como externalidades beneficiarias para la sociedad, de muy difícil cuantificación pero de un valor muy alto, y son, por tanto, factores a tener en cuenta por la administración en el caso de que se replantearan un proyecto de esta índole.

Cabe recordar que el ACB no solo permite evaluar un proyecto si no que también permite comparar alternativas que conducen a una misma solución por diferentes vías, en este caso solo se ha contemplado una posibilidad, pero ahora sería el momento de evaluar proyectos menos ambiciosos que permitiesen aportasen un servicio de transporte similar al propuesto en este proyecto y contemplar diversas alternativas (con buses, menos ferrocarriles y/o menos líneas, etc.) para lograr comparar diversos proyectos socialmente rentables.

El uso del SAIT como herramienta para evaluar socialmente un proyecto ha sido de gran utilidad, el programa permite introducir datos de manera sencilla y ordenada, la elaboración de un ACB puede tornarse en caótico, y el uso de una herramienta que ordena adecuadamente los datos y presenta los cálculos y los resultados de una manera tan clara aporta muchas facilidades (dentro del complejo procedimiento de hallar todos los datos necesarios para la

elaboración de un ACB con la herramienta SAIT), el principal inconveniente es la inmovilidad que presenta a la hora de introducir los valores, no ofrece una herramienta que permita hacer variar determinados valores durante la vida útil del proyecto en estudio, dando lugar a que en muchas ocasiones se hayan tenido que modificar muchos de los cálculos por defecto de esta herramienta para un funcionamiento óptimo. Es extraño que una herramienta que evalúa un proyecto a lo largo de los años (normalmente 30) no permita introducir valores que crecen o disminuyen a lo largo de este horizonte temporal.

Para finalizar mi respuesta para este proyecto es clara, con los datos obtenidos y disponibles, no se ha de proceder a la elaboración de este proyecto, pero se ha de tener en cuenta la cantidad de escenarios que acercan el resultado obtenido a la rentabilidad social, sería recomendable como trabajo futuro afinar resultados de los costes de elaboración del proyecto, tiempos de viaje, externalidades y el más importante, demanda de la R1 Nord. Un estudio exhaustivo y concluyente de estos apartados podría arrojar luz sobre un resultado final para este ACB y acabar de descartarlo o, por el contrario, percibirlo como una oportunidad social atractiva y proceder a su implantación.

Anejos

Anejo 1: Reparto Modal (Situación Actual)

En este anejo se comentara el proceso realizado para la elaboración del reparto modal que encontramos en la situación actual (que sería en definitiva la situación que quedaría si nuestro ACB sale negativo y por tanto nos contraindica el uso de recursos en este proyecto) y se presentaran los resultados obtenidos. La idea básica para la obtención del reparto modal es la utilización del modelo de 4 pasos explicado en el apartado 4.1 del trabajo.

En un inicio, se decidió recurrir a "IDESCAT", en busca de datos de movilidad obligada (por trabajo y por estudio), la particularidad de estos datos, era que para que fueran útiles estos debían de marcar claramente el origen y el destino (por municipios o comarca), pese a pedir expresamente esa información a IDESCAT, estos nos comunicaron que esta información no constaba.

A continuación se decidió pedir información de cantidad de pasajeros a las empresas que tenían las concesiones de servicio de buses de la zona de estudio, de los cuales nunca recibí respuesta.

Así que para la elaboración del reparto modal se estudiara la movilidad obligada por trabajo y estudios. Todos los datos se obtendrán de IDESCAT. Para ello usaremos como siempre los municipios de estudio que incluyen las nuevas paradas de la R1 Norte con sus aéreas de influencia (que incluyen municipios colindantes).

Para ello primeramente se estudiara la movilidad obligada por estudios, para ello recurriremos a la sección "Población que estudia residente i lugares de estudio localizados (2011)", lo que realizaremos es una tabla con estos datos, donde municipio a municipio iremos colocando los valores de la cantidad de gente residente que estudia fuera de este municipio (y por tanto se ve obligada a desplazarse), dando como resultado una tabla tal que:

Estudis 2011	Origen								
	Lloret de Mar	Tossa de Mar	Sant Feliu de Guíxols	Castell-Platja d'Aro	Calonge	Palamós	Palafrugell	Pals	Torroella de Montgrí
Barcelona	234	30	70	45	45	107	110	35	134
Sant Adria del Besos	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Badalona	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Montgat	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Montgat Nord	0	0	0	0	0	0	0	0	0
El Masnou	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ocata	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Premià de Mar	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vilassar de Mar	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cabrera-Vilassar de Mar	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Matarò	4	0	0	0	0	0	0	0	0
St. Andreu de Llavaneres	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Caldes d'Estrac	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Arenys de Mar	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Canet de Mar	0	0	0	0	0	0	0	0	0
St. Pol de Mar	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calella	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pineda de Mar	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Santa Sussana	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Malgrat de Mar	38	0	0	0	0	0	0	0	0
Blanes	298	0	0	0	0	0	0	0	0
Lloret de Mar	0	0	42	0	0	0	0	0	0
Tossa de Mar	77	0	83	36	0	0	0	0	0
Sant Feliu de Guíxols	38	0	0	195	27	0	0	0	0
Castell-Platja d'Aro	0	0	83	0	54	34	0	0	0
Calonge	0	0	42	72	0	68	51	0	0
Palamós	0	0	0	36	159	0	101	0	0
Palafrugell	0	0	0	0	27	68	0	0	22
Pals	0	0	0	0	0	34	101	0	43
Torroella de Montgrí	0	0	0	0	0	0	51	0	0
Girona	382	54	487	81	119	251	422	72	236

Tabla 86: Repartimiento de estudiantes según municipio de origen y municipio de estudio (destino)
(Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Idescat)

La tabla consiste en el repartimiento de estudiantes origen-destino, indicando el municipio de origen y destino respectivamente, incluye estudios universitarios y no universitarios. Cabe tener en cuenta que en algunos municipios se contabiliza los estudiantes de algunos municipios cercanos ya que nos centramos en el ámbito que afectaran nuestras estaciones ferroviarias.

Como se puede apreciar en la tabla la mayoría de los desplazamientos se producirán a Girona o Barcelona (estudios universitarios) o se producirán hacia los municipios colindantes, remarcable la falta de información, donde muchas veces agrupa alrededor de 300 estudiantes que estudian fuera en la casilla de "otros municipios", es por ello que estos estudiantes se han decidido distribuir de manera proporcional como un tercio de estos a los dos municipios más cercanos y un sexto de los mismos a los dos municipios siguientes.

También encontramos falta de información para aquellos municipios que disponen de menos de 10.000 habitantes, de los cuales solo disponemos de los estudios universitarios.

Resumiendo, la información que nos transmite la tabla es el número de personas que deben desplazarse (el tipo de vehículo ya lo decidiremos en otros apartados) en un viaje intermunicipal dentro de uno de nuestros municipios de estudio con destino a otro de ellos o alguno de los afectados por la existencia de la línea R1 de Rodalies. Esto se traducirá más adelante en el número de viajes que se producirían de lunes a viernes durante todo el año.

Por tanto ya tenemos disponible el número de personas que cada día (de lunes a viernes) se desplazaran por temas de estudios. Ahora se tratara el mismo tema pero para aquellos que se desplacen por motivos laborales.

Para ello volveremos a recurrir a IDESCAT, en el apartado de Movilidad obligada por razones de trabajo, en este caso los valores por municipios son demasiado inexactos, es por ellos que se trabajara por comarcas. El valor que usaremos de referencia será el de Residentes ocupados fuera de la comarca o dentro de la comarca pero fuera de su municipio. Obtenemos estos valores:

Residentes ocupados fuera trabajando (2011)						
		Destino				
		Gironés	Baix Emporda	Selva	Maresme	Barcelonés
Origen	Gironés		1.708	5.195		
	Baix Emporda	4.069	10.725	876	618	1.115
	Selva	6.247	339	9.646	3.258	2.726
	Maresme		785	3.514		
	Barcelonés		116	546		

Tabla 87: Residentes en las comarcas de origen que trabajan fuera en las comarcas de destino(Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Idescat)

La tabla nos muestra los residentes de las comarcas "origen" que trabajan en las comarcas "destino", para desplegar estos valores de las comarcas en municipios se utilizara la relación:

$$Residentes\ ocupados\ fuera_{Municipio} = \frac{Población\ Municipio}{Población\ Comarca} Residentes\ ocupados\ fuera_{Comarca}$$

De esta manera obtendremos un desglose de los persona que parten de un municipio para trabajar en otro distinto. Resaltar la importancia de hacer el trabajo en los dos sentidos, primero se desglosa (da igual el orden) los orígenes:

		Residentes Ocupados fuera trabajando (2011)						
		% Comarca	Origen					
			Gironés	Baix Emporda	Selva	Maresme	Barcelonés	
Destino	Gironés			1.708	5.195			
	Girona	52,75		901		2.740		
	Baix Emporda		4.069	10.725	876	618	1.115	
	Sant Feliu de Guíxols	14,68	597	1.574	129	91	164	
	Santa Cristina d'Aro	1,15	47	124	10	7	13	
	Santa Cristina d'Aro	0,96	39	103	8	6	11	
	Castell-Platja d'Aro	6,40	260	686	56	40	71	
	Calonge	6,36	259	682	56	39	71	
	Palamos	13,53	551	1.451	119	84	151	
	Vall-llobrega	0,48	20	52	4	3	5	
	Mont-ras	1,03	42	111	9	6	12	
	Palafrugell	14,60	594	1.566	128	90	163	
	Pals	1,89	77	203	17	12	21	
	Begur	1,51	61	161	13	9	17	
	Torrent	0,08	3	8	1	0	1	
	Regencos	0,17	7	18	2	1	2	
	Torroella de Montgrí	7,74	315	831	68	48	86	
	Ulla	0,81	33	87	7	5	9	
	Selva			6.247	339	9.646	3.258	2.726
	Blanes	13,93			47	1.344		
	Lloret de Mar	18,97	1.185	64	1.830	618	517	
	Tossa de Mar	3,00	188	10	290	98	82	
	Maresme			785	3.514			
	Montgat	1,44		11	51			
	Montgat	1,18		9	41			
	El Masnou	2,09		16	73			
	El Masnou	3,13		25	110			
	Premia de Mar	6,36		50	223			
	Vilasar de Mar	4,65		37	163			
	Cabrera de Mar	0,72		6	25			
	Mataro	22,73		178	799			
	Sant Andreu de Llavaneres	1,19		9	42			
	Sant Vincenç de Montalt	0,69		5	24			
	Caldes d'estrac	0,62		5	22			
	Arenys de Mar	3,48		27	122			
	Canet de Mar	2,90		23	102			
Sant Pol de Mar	1,03		8	36				
Calella	4,15		33	146				
Pineda de Mar	4,73		37	166				
Santa Susanna	0,60		5	21				
Malgrat de Mar	4,18		33	147				
Palafolls	1,04		8	37				
Barcelonés			116	546				
Barcelona	72,11		84	394				
Sant Adria del Besos	1,61		2	9				
Badalona	9,69		11	53				

Tabla 88: Residentes en las comarca de origen que trabajan en los municipios de destino (Fuente: Elaboración propia)

Como se puede observar en la tabla 88, se han desglosado las comarcas de origen dando como resultado la cantidad de persona que residen en un municipio (y su área de influencia) pero trabaja en una comarca diferente o también el caso de aquellos que trabajan en su misma comarca pero en un municipio diverso del suyo.

Para acabar el procedimiento, faltaría desglosar ahora las comarcas destino en los mismos municipios en los que se ha desglosado anteriormente:

Finalmente obtenemos la tabla de repartición de viajes intermunicipales con motivo de trabajo, son aquellas persona que por regla general deberían desplazarse de lunes a viernes, al igual que en el caso de los estudiantes.

Solo queda agrupar los municipios en función de la tabla simplificada de las paradas de trenes futuras, para aclarar los resultados y poder ser comparados con los resultados obtenidos con los estudiantes o los que se obtengan más adelante, dando como resultado a :

Trabajo	Lloret de Mar	Tossa de Mar	Sant Feliu de Guixols	Castell-Platja d'Aro	Calonge	Palamós	Palafrugell	Pals	Torroella de Montgrí
Barcelona	448	71	141	65	56	124	139	32	76
Sant Adria del Besos	10	2	3	1	1	3	3	1	2
Badalona	60	10	19	9	15	17	19	4	10
Montgat	18	3	3	1	1	2	3	1	2
Montgat Nord	15	2	3	1	1	1	3	1	1
El Masnou	27	4	5	2	2	2	5	1	3
Ocata	40	6	7	3	3	4	7	2	4
Premià de Mar	82	13	14	7	6	8	14	3	8
Vilassar de Mar	60	9	10	5	4	6	10	2	6
Cabrera-Vilassar de Mar	9	1	2	1	1	1	2	0	1
Matarò	292	46	50	23	20	27	50	12	27
St. Andreu de Llavaneres	15	2	3	1	1	1	3	1	1
Caldes d'Estrac	17	1	3	1	2	2	3	1	2
Arenys de Mar	45	7	8	4	5	4	8	2	4
Canet de Mar	37	6	6	3	4	3	6	1	3
St. Pol de Mar	13	2	2	1	1	1	2	1	1
Calella	53	8	9	4	6	8	9	2	5
Pineda de Mar	61	10	10	5	6	9	10	2	6
Santa Sussana	8	1	1	1	1	1	1	0	1
Malgrat de Mar	54	8	9	4	6	8	9	2	5
Blanes	523	82	29	17	12	26	29	7	16
Girona	1.145	181	482	224	194	427	476	111	261

Trabajo	Origen									
	Lloret de Mar	Tossa de Mar	Sant Feliu de Guixols	Castell-Platja d'Aro	Calonge	Palamós	Palafrugell	Pals	Torroella de Montgrí	
Destino	Lloret de Mar	0	55	10	5	4	9	10	2	5
	Tossa de Mar	55	0	2	1	1	1	2	0	1
	Sant Feliu de Guixols	26	4	0	125	108	238	265	62	145
	Castell-Platja d'Aro	12	2	125	0	50	111	123	29	68
	Calonge	11	2	108	50	0	96	107	25	58
	Palamós	23	4	238	111	96	0	235	55	129
	Palafrugell	26	4	265	123	107	235	0	61	143
	Pals	6	1	62	29	25	55	61	0	33
	Torroella de Montgrí	14	2	145	68	58	129	143	33	0

Tabla 90: Nº de personas que realizan viajes entre los municipios en estudio (Fuente: Elaboración propia)

En la tabla 90 se pueden apreciar los resultados obtenidos, con el número de personas que elaboran un viaje intermunicipal entre dos de los municipios de estudio. Aquí encontramos dos tablas diferenciadas, en la primera no diferenciamos entre origen destino, si no que pueden ser viajes según la dirección (independientemente del sentido). En la segunda sí que

diferenciamos en viajes intermunicipales según el origen y destino. Básicamente se han separado porque en las tablas siguientes aparecerán juntas para facilitar los cálculos, y cabe recordar que desde Barcelona hasta Blanes y Girona estaremos hablando de viajes en esa dirección (sin distinguir cual municipio es el origen y cual el destino), pero entre Lloret de Mar y Torroella de Montgrí si que separaremos entre origen y destino de los viajes intermunicipales.

Como se puede apreciar en las tablas el mayor número de viajes se producirán a Barcelona, Girona o a los municipios colindantes.

El único paso que queda realizar es el estudio de aquellos que usaran vehículo privado (diferenciando entre turismo o motocicleta) y aquellos que usaran el servicio público. Para ello recurrimos otra vez a IDESCAT, para obtener el porcentaje de desplazamientos que se realizan en transporte público o vehículo privado en función de la comarca:

	Modo de viaje no residentes que trabajan en la comarca							
	Trabajo				Estudios			
	Privado		Publico		Privado		Publico	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Barcelonès	159.864	65,58%	83.910	34,42%	27.784	44,43%	34.753	55,57%
Maresme	12.351	76,55%	3.784	23,45%	978	61,82%	604	38,18%
Selva	9.883	85,18%	1.719	14,82%	669	56,69%	511	43,31%
Baix Empordà	2.621	87,63%	370	12,37%	282	78,99%	75	21,01%
Gironés	14.963	85,83%	2.470	14,17%	4.664	60,82%	3.004	39,18%

Tabla 91: Nº de viajes y porcentaje de estos que se realizan en determinadas comarcas en función del modo de viaje (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Idescat)

Como se aprecia en la tabla, el vehículo privado supera en la mayoría de casos al uso del transporte privado, aunque se puede apreciar un descenso del porcentaje en los viajes por estudios (comprensible por la edad y el poder adquisitivo de estos usuarios).

Para acabar, también se obtuvo de IDESCAT el porcentaje de motocicletas y turismos que conforman el total de los viajes en vehículo privado:

	Turismo		Motocilceta	
	Nº	%	Nº	%
Barcelonès	774.078	74%	275.454	26%
Maresme	196.925	80%	48.584	20%
Selva	82.258	80%	20.021	20%
Baix Empordà	71.654	81%	17.201	19%
Gironés	88.877	82%	18.903	18%

Tabla 92: Nº de viajes y porcentaje que se realizan en determinadas comarcas en función del tipo de vehículo privado (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Idescat)

Por lo tanto ya podemos definir el repartimiento modal que existe en las zonas de influencia de nuestra infraestructura sin que esta haya sido construida:

Publico	Lloret de Mar	Tossa de Mar	Sant Feliu de Guíxols	Castell-Platja d'Aro	Calonge	Palamós	Palafrugell	Pals	Torroella de Montgrí
Barcelona	284	41	87	48	44	102	109	31	101
Sant Adria del Besos	3	1	1	1	0	1	1	0	1
Badalona	21	3	7	3	5	6	6	1	4
Montgat	4	1	1	0	0	0	1	0	0
Montgat Nord	4	1	1	0	0	0	1	0	0
El Masnou	6	1	1	1	0	1	1	0	1
Ocata	9	1	2	1	1	1	2	0	1
Premià de Mar	19	3	3	2	1	2	3	1	2
Vilassar de Mar	14	2	2	1	1	1	2	1	1
Cabrera-Vilassar de Mar	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Matarò	70	11	12	6	5	6	12	3	6
St. Andreu de Llavaneres	4	1	1	0	0	0	1	0	0
Caldes d'Estrac	4	0	1	0	0	0	1	0	0
Arenys de Mar	10	2	2	1	1	1	2	0	1
Canet de Mar	9	1	2	1	1	1	1	0	1
St. Pol de Mar	3	0	1	0	0	0	1	0	0
Calella	12	2	2	1	1	2	2	0	1
Pineda de Mar	14	2	2	1	1	2	2	1	1
Santa Sussana	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Malgrat de Mar	27	2	2	1	1	2	2	1	1
Bianes	207	12	4	2	2	4	4	1	2
Lloret de Mar	0	8	20	1	1	1	1	0	1
Tossa de Mar	41	0	36	16	0	0	0	0	0
Sant Feliu de Guíxols	11	1	0	56	19	29	33	8	18
Castell-Platja d'Aro	2	0	33	0	18	21	15	4	8
Calonge	1	0	22	21	0	26	24	3	7
Palamós	3	0	29	21	45	0	50	7	16
Palafrugell	3	1	33	15	19	43	0	8	22
Pals	1	0	8	4	3	14	29	0	13
Torroella de Montgrí	2	0	18	8	7	16	28	4	0
Girona	312	47	259	64	74	159	233	44	129

Turismo	Lloret de Mar	Tossa de Mar	Sant Feliu de Guíxols	Castell-Platja d'Aro	Calonge	Palamós	Palafrugell	Pals	Torroella de Montgrí
Barcelona	293	44	91	46	42	95	103	27	81
Sant Adria del Besos	5	1	2	1	1	1	1	0	1
Badalona	29	5	9	4	7	8	9	2	5
Montgat	11	2	2	1	1	1	2	0	1
Montgat Nord	9	1	2	1	1	1	2	0	1
El Masnou	16	3	3	1	1	2	3	1	2
Ocata	25	4	4	2	2	2	4	1	2
Premià de Mar	50	8	9	4	3	5	9	2	5
Vilassar de Mar	37	6	6	3	3	3	6	1	3
Cabrera-Vilassar de Mar	6	1	1	0	0	1	1	0	1
Matarò	181	28	31	14	12	17	31	7	17
St. Andreu de Llavaneres	9	1	2	1	1	1	2	0	1
Caldes d'Estrac	10	1	2	1	1	1	2	0	1
Arenys de Mar	27	4	5	2	3	3	5	1	3
Canet de Mar	23	4	4	2	2	2	4	1	2
St. Pol de Mar	8	1	1	1	1	1	1	0	1
Calella	33	5	6	3	3	5	6	1	3
Pineda de Mar	37	6	6	3	4	6	6	1	3
Santa Sussana	5	1	1	0	0	1	1	0	0
Malgrat de Mar	52	5	6	3	3	5	6	1	3
Bianes	494	56	20	11	8	18	20	5	11
Lloret de Mar	0	38	26	3	3	6	7	2	4
Tossa de Mar	73	0	39	17	0	1	1	0	1
Sant Feliu de Guíxols	43	3	0	213	93	168	188	44	103
Castell-Platja d'Aro	9	1	141	0	70	100	87	20	48
Calonge	7	1	103	81	0	111	108	18	41
Palamós	16	3	168	101	169	0	230	39	91
Palafrugell	18	3	188	87	93	209	0	43	115
Pals	4	1	44	20	18	60	108	0	51
Torroella de Montgrí	10	2	103	48	41	91	133	24	0
Girona	1.002	155	586	199	197	428	549	115	303

Tabla 93: Reparto modal de los viajeros que usan el servicio de transporte público o turismo para desplazarse (Fuente: Elaboración propia)

Moto	Lloret de Mar	Tossa de Mar	Sant Feliu de Guíxols	Castell-Platja d'Aro	Calonge	Palamós	Palafrugell	Pals	Torroella de Montgrí
Barcelona	104	16	32	16	15	34	37	10	29
Sant Adrià del Besos	2	0	1	0	0	0	1	0	0
Badalona	10	2	3	2	3	3	3	1	2
Montgat	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Montgat Nord	2	0	0	0	0	0	0	0	0
El Masnou	4	1	1	0	0	0	1	0	0
Ocata	6	1	1	0	0	1	1	0	1
Premià de Mar	12	2	2	1	1	1	2	0	1
Vilassar de Mar	9	1	2	1	1	1	2	0	1
Cabrera-Vilassar de Mar	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Matarò	45	7	8	4	3	4	8	2	4
St. Andreu de Llavaneres	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Caldes d'Estrac	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Arenys de Mar	7	1	1	1	1	1	1	0	1
Canet de Mar	6	1	1	0	1	1	1	0	1
St. Pol de Mar	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Calella	8	1	1	1	1	1	1	0	1
Pineda de Mar	9	1	2	1	1	1	2	0	1
Santa Sussana	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Malgrat de Mar	13	1	1	1	1	1	1	0	1
Bianes	120	14	5	3	2	4	5	1	3
Lloret de Mar	0	9	6	1	1	2	2	0	1
Tossa de Mar	18	0	10	4	0	0	0	0	0
Sant Feliu de Guíxols	10	1	0	51	22	40	45	10	25
Castell-Platja d'Aro	2	0	34	0	17	24	21	5	11
Calonge	2	0	25	19	0	27	26	4	10
Palamós	4	1	40	24	41	0	55	9	22
Palafrugell	4	1	45	21	22	50	0	10	28
Pals	1	0	10	5	4	14	26	0	12
Torroella de Montgrí	2	0	25	11	10	22	32	6	0
Girona	213	33	125	42	42	91	117	24	64

Tabla 94: Reparto modal de los viajeros que usan la motocicleta para desplazarse (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Idescat)

Obtenemos como resultado el reparto modal de los viajeros que habrán de desplazarse entre los municipios de estudio, es decir, de todos aquellos viajeros (2011) que podrían hacer uso de la infraestructura sobre la que trata el proyecto (de manera diaria).

Anejo 2: Información de los desplazamientos intermunicipales

En este anejo se mostraran todos aquellos datos relevantes para un análisis coste-beneficio que habremos de tener en cuenta. Se ha decidido cuantificar el tiempo de recorrido, el kilometraje y el coste del viaje como aquellos valores a medir. Se diferenciara entre vehículo privado y servicio de transporte público, que son los dos modos de transporte existentes en la actualidad.

Para cuantificar el tiempo de recorrido, el kilometraje y el coste del viaje usando el vehículo privado se ha utilizado la herramienta "Google Maps" y "Rutas ViaMichelin", que dan el tiempo de recorrido (se ha escogido una densidad de tráfico media), el kilometraje por la vía más rápida (que se supondrá que todos los viajeros recorren esa ruta) y el coste, que se tomara únicamente el precio de los peajes, dado que para el gasto en gasolina la guía del departamento de territorio da valores que serán aplicados más adelante en el ACB.

El tiempo se mostrara en horas y minutos, el kilometraje en kilómetros y el precio en euros (peajes con IVA incluido), todos los viajes recorrerán las carreteras indicadas en la ilustración 3 del segundo apartado.

En la tabla 95, que se mostrara a continuación, no se hace diferencia entre origen o destino, dado que se considera que el tiempo, kilometraje y coste es prácticamente el mismo en la ida que en la vuelta.

	Torroella de Montgrí			Pals			Palafrugell			Palamos			Calonge			Castell Platja d'aro			Sant Feliu de Guíxols			Tossa de Mar			Lloret de mar		
	Tiempo	Km	Peajes	Tiempo	Km	Peajes	Tiempo	Km	Peajes	Tiempo	Km	Peajes	Tiempo	Km	Peajes	Tiempo	Km	Peajes	Tiempo	Km	Peajes	Tiempo	Km	Peajes	Tiempo	Km	Peajes
Barcelona	1:56	135	6,35	1:53	129	6,35	1:46	121	6,35	1:43	127	6,35	1:36	116	6,35	1:35	110	6,35	1:34	108	6,35	1:38	88,2	4,80	1:28	77	4,80
Sant Adrià de Besòs	1:34	128	6,35	1:32	124	6,35	1:29	117	6,35	1:22	112	6,35	1:16	107	6,35	1:12	100	6,35	1:14	97,5	6,35	1:19	80	4,80	1:06	70,1	4,80
Badalona	1:33	131	5,60	1:35	127	5,60	1:23	120	5,60	1:20	115	5,60	1:14	108	5,60	1:10	101	5,60	1:12	92,6	5,60	1:11	76,5	4,80	1:00	65,2	4,80
Montgat	1:32	127	5,60	1:30	123	5,60	1:18	116	5,60	1:25	111	5,60	1:12	106	5,60	1:09	99,7	5,60	1:10	90,4	5,60	1:06	72,3	4,80	0:58	63,1	4,80
Montgat Nord	1:29	126	5,60	1:28	122	5,60	1:15	114	5,60	1:13	109	5,60	1:11	105	5,60	1:07	98,4	5,60	1:10	89	5,60	1:04	70,9	4,80	0:57	61,7	4,80
El Masnou	1:27	127	5,60	1:28	123	5,60	1:15	115	5,60	1:13	110	5,60	1:08	103	5,60	1:04	96,7	5,60	1:07	87,3	5,60	1:04	71,9	4,80	0:53	60	4,80
Ocata	1:27	122	5,05	1:29	119	5,05	1:16	111	5,05	1:14	106	5,05	1:09	104	5,05	1:05	97,4	5,05	1:08	88	5,05	1:04	67,7	4,25	0:55	60,8	4,25
Premià de Mar	1:25	119	5,05	1:25	115	5,05	1:13	108	5,05	1:10	103	5,05	1:06	97,7	5,05	1:04	82,4	5,05	1:04	82,4	5,05	1:01	64,4	4,25	0:51	54,7	4,25
Vilassar de Mar	1:20	116	4,20	1:17	114	4,20	1:09	105	4,20	1:07	99,8	4,20	1:02	94,1	4,20	0:59	79,9	4,20	1:00	78,5	4,20	0:58	61,4	3,40	0:46	40	3,40
Cabrera-Vilassar de Mar	1:18	115	4,20	1:16	112	4,20	1:08	103	4,20	1:06	98,5	4,20	1:00	92,8	4,20	0:58	78,6	4,20	0:59	77,2	4,20	0:56	60,1	3,40	0:45	49,9	3,40
Matarò	1:18	113	3,40	1:15	110	3,40	1:07	102	3,40	1:05	96,4	3,40	1:02	91,5	3,40	0:57	73,3	3,40	0:58	71,8	3,40	0:56	54,8	3,40	0:45	44,6	3,40
St. Andreu de Llavaneres	1:17	100	3,40	1:12	93,4	3,40	1:04	84,2	3,40	1:01	79,4	3,40	0:57	73,8	3,40	0:53	67,6	3,40	0:54	66,9	3,40	0:50	48,5	3,40	0:41	38,8	3,40
Caldes d'Estrac	1:15	98,5	3,40	1:11	92,1	3,40	1:02	82,7	3,40	1:00	77,9	3,40	0:55	71,9	3,40	0:51	65,7	3,40	0:52	64,3	3,40	0:49	47	3,40	0:38	37	3,40
Arenys de Mar	1:14	95,5	1,15	1:09	88,9	1,15	1:01	79,8	1,15	0:59	75	1,15	0:53	68,9	1,15	0:49	62,6	1,15	0:50	61,2	1,15	0:48	44	1,15	0:36	33,8	1,15
Canet de Mar	1:08	93,6	1,15	1:02	86,9	1,15	0:54	77,8	1,15	0:52	73	1,15	0:47	66	1,15	0:43	59,7	1,15	0:44	58,3	1,15	0:41	42,1	1,15	0:30	31	1,15
St. Pol de Mar	1:09	89	1,15	1:04	82,4	1,15	0:56	73,3	1,15	0:54	68,5	1,15	0:47	63,5	1,15	0:43	57,2	1,15	0:44	55,8	1,15	0:43	32,6	1,15	0:29	28,5	1,15
Calella	1:05	85,6	1,15	1:00	79	1,15	0:52	69,9	1,15	0:50	65,1	1,15	0:42	59,1	1,15	0:38	52,8	1,15	0:40	51,4	1,15	0:39	29,2	1,15	0:26	24	1,15
Pineda de Mar	1:04	82,5	1,15	0:58	75,9	1,15	0:51	66,8	1,15	0:48	61,9	1,15	0:43	56,2	1,15	0:39	49,9	1,15	0:40	48,4	1,15	0:35	26,7	1,15	0:24	16,9	1,15
Santa Sussana	1:01	80,6	0,00	0:56	74	0,00	0:48	64,9	0,00	0:45	60,1	0,00	0:41	54	0,00	0:37	47,7	0,00	0:38	46,3	0,00	0:32	24,9	0,00	0:22	14,8	0,00
Malgrat de Mar	1:05	79,2	0,00	0:59	72,6	0,00	0:51	63,5	0,00	0:49	58,7	0,00	0:42	53,4	0,00	0:37	46,9	0,00	0:39	45,7	0,00	0:34	22,5	0,00	0:22	12,3	0,00
Blanes	1:00	76,6	0,00	0:55	69,9	0,00	0:47	61	0,00	0:44	56,1	0,00	0:39	50,1	0,00	0:35	43,7	0,00	0:36	42,3	0,00	0:26	17,7	0,00	0:13	7,1	0,00
Lloret de Mar	0:57	71,1	0,00	0:52	63,2	0,00	0:43	55,6	0,00	0:40	50,60	0,00	0:37	45,3	0,00	0:33	40,1	0,00	0:31	37,5	0,00	0:17	11,1	0,00	Origen		
Tossa de Mar	0:54	64,4	0,00	0:52	56,3	0,00	0:38	48,7	0,00	0:33	41,00	0,00	0:31	37,6	0,00	0:28	29,9	0,00	0:28	30,7	0,00	Origen			0:22	12,5	0,00
Sant Feliu de Guíxols	0:34	40,9	0,00	0:30	32,7	0,00	0:21	24,9	0,00	0:19	20,10	0,00	0:13	13,7	0,00	0:09	7,7	0,00	Origen			0:22	12,5	0,00	0:31	36,2	0,00
Castell-Platja d'Aro	0:28	34,5	0,00	0:25	27,2	0,00	0:14	19,3	0,00	0:10	11,80	0,00	0:08	8,4	0,00	Origen			0:09	7,7	0,00	0:28	29,9	0,00	0:33	40,1	0,00
Calonge	0:25	27,9	0,00	0:20	19,8	0,00	0:10	12	0,00	0:06	4,50	0,00	Origen			0:08	8,4	0,00	0:13	13,7	0,00	0:31	37,6	0,00	0:37	45,3	0,00
Palamós	0:23	23,7	0,00	0:18	15,6	0,00	0:09	8	0,00	Origen			0:06	4,5	0,00	0:10	11,8	0,00	0:19	20,1	0,00	0:33	41	0,00	0:40	50,6	0,00
Palafrugell	0:17	17,5	0,00	0:11	9,1	0,00	Origen			0:09	8	0,00	0:10	12	0,00	0:14	19,3	0,00	0:21	24,9	0,00	0:38	48,7	0,00	0:43	55,6	0,00
Pals	0:10	8,2	0,00	Origen			0:11	9,1	0,00	0:18	15,6	0,00	0:20	19,8	0,00	0:25	27,2	0,00	0:30	32,7	0,00	0:52	56,3	0,00	0:52	63,2	0,00
Torroella de Montgrí	Origen			0:10	8,2	0,00	0:17	17,5	0,00	0:23	23,7	0,00	0:25	27,9	0,00	0:28	34,5	0,00	0:34	40,9	0,00	0:54	64,4	0,00	0:57	71,1	0,00
Girona	0:37	31,9	0,00	0:44	40,1	0,00	0:41	51	0,00	0:40	46,5	0,00	0:34	40,1	0,00	0:30	33,8	0,00	0:31	32,3	0,00	0:43	37	0,00	0:39	35,8	0,00

Tabla 95: Tiempo, kilometraje y coste (solo peajes) que conlleva realizar cualquiera de los viajes posibles con vehículo privado (Fuente: Elaboración propia)

Para cuantificar el tiempo de recorrido, el kilometraje y el coste del viaje usando el transporte público se han utilizado los datos proporcionados por las páginas de las empresas de transporte "SARFA" y "Transports Pujol i Pujol", que dan el tiempo de recorrido de los servicios que ofrecen, el kilometraje que recorren para cumplir los servicios y el coste, que se tomara únicamente el precio de la tarifa exigida por la empresa, dado que el resto de gastos no afectan al usuario.

El tiempo se mostrara en horas y minutos, el kilometraje en kilómetros y el precio en euros (peajes con IVA incluido), todos los viajes recorrerán las carreteras indicadas en la ilustración 3 del primer capítulo.

En la tabla 96, que se mostrara a continuación, no se hace diferencia entre origen o destino, dado que se considera que el tiempo, kilometraje y coste es prácticamente el mismo en la ida que en la vuelta.

Hay que tener en cuenta que entre Lloret de Mar y Torroella de Montgrí no existe un servicio de buses que comunique con los municipios afectados por las estaciones de la R1 entre Sant Adrià de Besòs y Malgrat de Mar, es por ello que para desplazarse entre estos municipios se usara bus hasta Blanes para continuar con el servicio de trenes ofrecido por Renfe con la R1 de Rodalies de Barcelona.

BUS		Torroella de Montgrí			Pals			Palafrugell			Palamos			Calonge			Platja d'aro			Sant Feliu			Tossa			Lloret		
		Tiempo	Km	Tarifa	Tiempo	Km	Tarifa	Tiempo	Km	Tarifa	Tiempo	Km	Tarifa	Tiempo	Km	Tarifa	Tiempo	Km	Tarifa	Tiempo	Km	Tarifa	Tiempo	Km	Tarifa	Tiempo	Km	Tarifa
BUS	Barcelona	2:50	153,1	21,70	2:40	142,6	20,05	2:15	127,4	18,50	2:00	117,1	17,10	1:50	113,8	17,10	1:40	107,9	15,95	1:25	102,4	15,40	1:20	84,8	12,50	1:00	73,4	10,75
R1	Sant Adrià de Besòs	3:55	155,3	20,15	3:45	144,8	18,60	3:20	129,6	16,90	3:05	119,3	15,55	2:55	116,0	15,55	2:45	110,1	14,60	2:30	104,6	13,75	1:50	71,8	9,00	1:20	59,3	8,00
	Badalona	3:52	152,5	20,15	3:42	142,0	18,60	3:17	126,8	16,90	3:02	116,5	15,55	2:52	113,2	15,55	2:42	107,3	14,60	2:27	101,8	13,75	1:47	69,0	9,00	1:17	56,5	8,00
	Montgat	3:49	149,8	20,15	3:39	139,3	18,60	3:14	124,1	16,90	2:59	113,8	15,55	2:49	110,5	15,55	2:39	104,6	14,60	2:24	99,1	13,75	1:44	66,3	9,00	1:14	53,8	8,00
	Montgat Nord	3:47	148,4	20,15	3:37	137,9	18,60	3:12	122,7	16,90	2:57	112,4	15,55	2:47	109,1	15,55	2:37	103,2	14,60	2:22	97,7	13,75	1:42	64,9	9,00	1:12	52,4	8,00
	El Masnou	3:43	146,2	18,90	3:33	135,7	17,35	3:08	120,5	15,65	2:53	110,2	14,30	2:43	106,9	14,30	2:33	101,0	13,35	2:18	95,5	12,50	1:38	62,7	7,75	1:08	50,2	6,75
	Ocata	3:39	145,4	18,90	3:29	134,9	17,35	3:04	119,7	15,65	2:49	109,4	14,30	2:39	106,1	14,30	2:29	100,2	13,35	2:14	94,7	12,50	1:34	61,9	7,75	1:04	49,4	6,75
	Premià de Mar	3:36	142,4	18,10	3:26	131,9	16,55	3:01	116,7	14,85	2:46	106,4	13,50	2:36	103,1	13,50	2:26	97,2	12,55	2:11	91,7	11,70	1:31	58,9	6,95	1:01	46,4	5,95
	Vilassar de Mar	3:33	139,1	18,10	3:23	128,6	16,55	2:58	113,4	14,85	2:43	103,1	13,50	2:33	99,8	13,50	2:23	93,9	12,55	2:08	88,4	11,70	1:28	55,6	6,95	0:58	43,1	5,95
	Cabrera-Vilassar de Mar	3:30	137,9	18,10	3:20	127,4	16,55	2:55	112,2	14,85	2:40	101,9	13,50	2:30	98,6	13,50	2:20	92,7	12,55	2:05	87,2	11,70	1:25	54,4	6,95	0:55	41,9	5,95
	Matarò	3:26	133,2	17,40	3:16	122,7	15,85	2:51	107,5	14,15	2:36	97,2	12,80	2:26	93,9	12,80	2:16	88,0	11,85	2:01	82,5	11,00	1:21	49,7	6,25	0:51	37,2	5,25
	St. Andreu de Llavaneres	3:21	128,1	17,40	3:11	117,6	15,85	2:46	102,4	14,15	2:31	92,1	12,80	2:21	88,8	12,80	2:11	82,9	11,85	1:56	77,4	11,00	1:16	44,6	6,25	0:46	32,1	5,25
	Caldes d'Estrac	3:18	125,4	17,40	3:08	114,9	15,85	2:43	99,7	14,15	2:28	89,4	12,80	2:18	86,1	12,80	2:08	80,2	11,85	1:53	74,7	11,00	1:13	41,9	6,25	0:43	29,4	5,25
	Arenys de Mar	3:15	123,2	17,40	3:05	112,7	15,85	2:40	97,5	14,15	2:25	87,2	12,80	2:15	83,9	12,80	2:05	78,0	11,85	1:50	72,5	11,00	1:10	39,7	6,25	0:40	27,2	5,25
	Canet de Mar	3:11	120,3	17,40	3:01	109,8	15,85	2:36	94,6	14,15	2:21	84,3	12,80	2:11	81,0	12,80	2:01	75,1	11,85	1:46	69,6	11,00	1:06	36,8	6,25	0:36	24,3	5,25
	St. Pol de Mar	3:06	116,3	16,50	2:56	105,8	14,95	2:31	90,6	13,25	2:16	80,3	11,90	2:06	77,0	11,90	1:56	71,1	10,95	1:41	65,6	10,10	1:01	32,8	5,35	0:31	20,3	4,35
	Calella	3:02	112,6	16,50	2:52	102,1	14,95	2:27	86,9	13,25	2:12	76,6	11,90	2:02	73,3	11,90	1:52	67,4	10,95	1:37	61,9	10,10	0:57	29,1	5,35	0:27	16,6	4,35
	Pineda de Mar	3:01	110,1	16,50	2:51	99,6	14,95	2:26	84,4	13,25	2:11	74,1	11,90	2:01	70,8	11,90	1:51	64,9	10,95	1:36	59,4	10,10	0:56	26,6	5,35	0:26	14,1	4,35
	Santa Sussana	2:58	108,1	16,50	2:48	97,6	14,95	2:23	82,4	13,25	2:08	72,1	11,90	1:58	68,8	11,90	1:48	62,9	10,95	1:33	57,4	10,10	0:53	24,6	5,35	0:23	12,1	4,35
	Malgrat de Mar	2:55	105,6	16,15	2:45	95,1	14,60	2:20	79,9	12,90	2:05	69,6	11,55	1:55	66,3	11,55	1:45	60,4	10,60	1:30	54,9	9,75	0:50	22,1	5,00	0:20	9,6	4,00
	Blanes	2:50	101,2	14,00	2:40	90,7	12,45	2:15	75,5	10,75	2:00	65,2	9,40	1:50	61,9	9,40	1:40	56,0	8,45	1:25	50,5	7,60	0:45	17,7	2,85	0:15	5,2	1,85
BUS	Lloret de Mar	2:35	96,0	12,15	2:25	85,5	11,45	2:00	70,3	9,75	1:45	60,0	8,40	1:35	56,7	8,40	1:25	50,8	7,45	1:10	45,3	6,60	0:30	12,5	1,85	Origen		
	Tossa de Mar	2:05	83,5	10,30	1:55	73,0	9,60	1:30	57,8	7,90	0:50	29,3	6,55	0:40	26,0	6,55	0:30	20,1	5,60	0:15	14,6	4,75	Origen			0:30	12,5	1,85
	Sant Feliu de Guíxols	1:25	50,7	5,65	1:15	40,2	4,20	0:50	25	3,10	0:35	14,7	1,85	0:25	11,4	1,85	0:15	5,5	1,75	Origen			0:15	14,6	4,75	1:10	45,3	6,60
	Castell-Platja d'Aro	1:10	45,2	4,95	1:00	34,7	3,50	0:35	19,5	2,45	0:20	9,2	1,75	0:10	5,9	1,75	Origen			0:15	5,5	1,75	0:30	20,1	5,60	1:25	50,8	7,45
	Calonge	1:00	39,3	4,60	0:50	28,8	3,20	0:25	13,6	2,10	0:10	3,3	1,10	Origen			0:10	5,9	1,75	0:25	11,4	1,85	0:40	26,0	6,55	1:35	56,7	8,40
	Palamós	0:50	36,0	3,75	0:40	25,5	2,35	0:15	10,3	1,70	Origen			0:10	3,3	1,10	0:20	9,2	1,75	0:35	14,7	1,85	0:50	29,3	6,55	1:45	60,0	8,40
	Palafrugell	0:35	25,7	2,40	0:25	15,2	1,70	Origen			0:15	10,3	1,70	0:25	13,6	2,10	0:35	19,5	2,45	0:50	25	3,10	0:50	29,3	6,55	2:00	70,3	9,75
	Pals	0:10	10,5	1,70	Origen			0:25	15,2	1,70	0:40	25,5	2,35	0:50	28,8	3,20	1:00	34,7	3,50	1:15	40,2	4,20	1:30	57,8	7,90	2:25	85,5	11,45
	Torroella de Montgrí	Origen			0:10	10,5	1,70	0:35	25,7	2,40	0:50	36,0	3,75	1:00	39,3	4,60	1:10	45,2	4,95	1:25	50,7	5,65	2:05	83,5	10,30	2:35	96,0	12,15
Girona	0:55	36	5,10	1:05	43,4	6,70	1:23	50,2	6,50	1:25	47,0	6,40	1:03	41,9	6,40	0:46	35,6	5,50	2:05	66,3	8,30	1:33	62,4	6,95	1:03	49,9	5,95	

Tabla 96: Tiempo, kilometraje y coste (tarifa de viaje) que conlleva realizar cualquiera de los viajes posibles con el servicio de buses (Fuente: Elaboración propia)

Anejo 3: Obtención de la demanda

Para la elaboración de la obtención de la demanda, explicado en el apartado 4.1, se han utilizado datos muy diversos, el anejo servirá como medio para presentar todos estos datos, las formulas ofrecidas y los métodos aplicados para obtener los resultados presentados en el trabajo.

Comenzamos con la presentación del número de personas que han utilizado durante el 2013 todas las estaciones de Rodalies de Barcelona, para obtener estos datos hemos recurrido a la página web del Departamento de Territorio y Sostenibilidad de Cataluña > Movilidad > Estadística > Publicaciones Estadísticas > Territorio y Movilidad > Anuarios Estadísticos > Anuario Estadístico 2014 > Transporte y Movilidad > Transporte por Ferrocarril. Donde se encuentra un Excel con todos los datos sobre el transporte por ferrocarril de Cataluña, concretamente el número de viajeros que se han bajado o subido en una estación de Renfe para efectuar un viaje en el servicio de Rodalies durante todo el año 2013. Exactamente estos datos corresponderán con las R1, R2, R3, R4, R7 y R8, que son las líneas de Barcelona que gestiona Renfe, el tiempo de viaje a Bcn-Sants lo hemos obtenido de los horarios ofrecidos por Renfe en su página web.

R1	2013		Temps Viaje Bcn
	Pujat	Baixat	
Molins de Rei	1.043.633	1.111.882	0:20
Sant Feliu de Llobregat	1.689.631	1.527.713	0:15
St. Joan Despí	760.979	656.218	0:13
Cornellà	1.106.385	1.354.990	0:10
Hospitalet de Llobregat	1.942.121	2.347.890	0:07
Barcelona			
Sant Adrià del Besos	898.103	903.753	0:22
Badalona	1.513.956	1.505.705	0:25
Montgat	586.043	562.674	0:28
Montgat Nord	320.417	279.561	0:30
El Masnou	804.857	818.419	0:34
Ocata	867.769	888.538	0:38
Premià de Mar	1.524.468	1.489.506	0:41
Vilassar de Mar	964.413	940.247	0:44
Cabrera-Vilassar de Mar	592.378	519.326	0:47
Matarò	2.387.270	2.474.439	0:51
St. Andreu de Llavaneres	348.047	317.050	0:56
Caldes d'Estrac	346.415	284.810	0:59
Arenys de Mar	878.403	904.788	1:02
Canet de Mar	514.380	490.627	1:06
St. Pol de Mar	275.100	238.250	1:11
Calella	886.560	803.128	1:15
Pineda de Mar	448.081	426.449	1:16
Santa Susana	125.289	102.109	1:19
Malgrat de Mar	351.282	365.703	1:22
Blanes	499.691	429.950	1:28
Tordera	143.709	111.671	1:32
Maçanet-Massanes	102.030	127.848	1:39

R2	2013		Temps Viaje Bcn
	Pujat	Baixat	
Maçanet-Massanes	102.030	127.848	1:17
Hostalric	23.835	21.655	1:12
Riells i Viabrea - Breda	19.647	14.982	1:07
Gualba	16.029	13.462	1:04
Sant Celoni	593.476	618.891	0:58
Palautordera	222.916	202.869	0:54
Llinars del Vallès	420.592	451.741	0:49
Cardedeu	744.765	665.369	0:45
Les Franqueses-Granollers Nord	646.747	749.644	0:40
Granollers Centre	1.500.469	1.357.614	0:37
Montmeló	765.517	725.581	0:32
Mollet-St. Fost	1.179.001	1.171.651	0:28
La Llagosta	539.663	498.507	0:25
Montcada i Reixac	592.397	491.082	0:22
Barcelona			
Bellvitge	837.111	811.884	0:07
El Prat de Llobregat	1.299.973	1.268.485	0:14
Aeroport	1.272.589	1.465.885	0:20
Viladecans	621.136	675.709	0:19
Gavà	1.552.257	1.582.113	0:21
Castelldefels	2.018.579	2.137.544	0:25
Platja de Castelldefels	260.070	206.898	0:29
Garraf	47.931	42.997	0:33
Sitges	1.744.082	1.806.029	0:39
Vilanova i la Geltrú	2.802.961	2.763.086	0:45
Cubelles	570.499	446.330	0:50
Cunit	396.570	344.210	0:53
Segur de Calafell	472.931	461.836	0:56
Calafell	560.730	524.375	0:59
St. Vicenç de Calders	489.914	526.587	1:04

R3	2013		Temps Viatge Bcn
	Pujat	Baixat	
Hospitalet de Llobregat	1.942.121	2.347.890	0:07
Barcelona			
Montcada Bifurcació	463.789	525.490	0:22
Montcada Ripollèt	163.212	130.880	0:28
Sta. Perpètua de Mogoda	166.273	140.539	0:31
Mollet Sta. Rosa	519.667	512.602	0:34
Parets del Vallès	355.393	364.201	0:38
Granollers - Canovelles	460.402	447.649	0:45
Les Franqueses del Vallès	121.230	140.032	0:47
La Garriga	328.736	280.824	0:52
Figaró	33.312	31.236	0:55
St. Martí de Centelles	39.239	20.105	1:03
Centelles	108.884	86.251	1:08
Balenyà - Els Hostalets	56.095	38.170	1:11
Balenyà - Tona - Seva	80.833	37.081	1:14
Vic	627.434	768.866	1:22
Manlleu	39.932	63.505	1:27
Torelló	60.255	57.442	1:35
Borgonyà	2.075	2.859	1:44
St. Quirze de Besora	26.039	19.882	1:50
La Farga de Bebié	1.249	1.532	1:57
Ripoll	71.424	84.878	2:03
Campdevàno	3.877	6.418	2:09
Ribes de Freser	8.926	7.652	2:21
Planoles	4.862	6.841	2:29
Toses	3.850	1.092	2:39
La Molina	10.772	5.434	2:44
Urtx - Alp	5.475	3.441	2:54
Puigcerdà	22.215	27.574	3:02
La Tor de Querol	9.497	12.643	3:11

R4	2013		Temps Viatge Bcn
	Pujat	Baixat	
St. Vicenç de Calders	489.914	526.587	1:19
El Vendrell	404.959	361.161	1:14
L'Arboç	152.706	143.886	1:08
Els Monjos	141.347	153.526	1:02
Vilafranca del Penedès	1.103.523	1.018.656	0:57
La Granada	79.902	77.019	0:54
Lavern - Subirats	37.190	30.523	0:50
St. Sadurn d'Anoia	379.995	374.552	0:46
Gelida	342.952	316.013	0:41
Martorell	1.353.249	1.253.432	0:35
Castellbisbal	371.761	346.713	0:30
El Papiol	150.038	149.974	0:24
Molins de Rei	1.043.633	1.111.882	0:18
St. Feliu de Llobregat	1.689.631	1.527.713	0:14
St. Joan Despí	760.979	656.218	0:12
Cornellà	1.106.385	1.354.990	0:10
Hospitalet de Llobregat	1.942.121	2.347.890	0:07
Barcelona			
Montcada Bifurcació	463.789	525.490	0:21
Montcada i Reixac-Manresa	836.814	899.474	0:25
Montcada i Reixac-Sta. Maria	312.144	292.580	0:28
Cerdanyola del Vallès	2.047.195	1.880.997	0:30
Barberà del Vallès	843.019	820.700	0:33
Sabadell Sud	702.165	701.054	0:36
Sabadell Centre	1.488.681	1.590.506	0:39
Sabadell Nord	1.255.887	1.208.928	0:42
Terrassa Est	699.163	669.712	0:47
Terrassa	1.960.088	1.887.631	0:50
St. Miquel de Gonerres	26.747	24.841	0:52
Viladecavalls	30.171	39.071	0:54
Vacarisses-Torreblanca	36.847	34.038	1:01
Vacarisses	21.827	22.755	1:04
Castellbell i el Vilar-Monistrol de Montserrat	22.090	31.407	1:10
St. Vicenç de Castellet	216.692	153.208	1:18
Manresa	483.390	491.407	1:28

R7	2013		Temps Viatge Bcn
	Pujat	Baixat	
Barcelona			
Montcada Bifurcació	463.789	525.490	0:21
Montcada i Reixac-Manresa	836.814	899.474	0:25
Montcada i Reixac-Sta. Maria	312.144	292.580	0:28
Cerdanyola del Vallès	2.047.195	1.880.997	0:30
Cerdanyola Universitat	862.965	976.816	0:40

R8	2013		Temps Viatge Bcn
	Pujat	Baixat	
Martorell	1.353.249	1.253.432	0:35
Castellbisbal	371.761	346.713	0:30
Rubí	64.433	56.653	0:52
Sant Cugat del Vallès	2.047.195	1.880.997	0:56
Cerdanyola Universitat	862.965	976.816	0:40
Mollet-Sant Fost	1.179.001	1.171.651	0:37
Montmeló	765.517	725.581	0:32
Granollers Centre	1.500.469	1.357.614	0:28

Las tablas muestran todas las estaciones de las líneas existentes gestionadas por Renfe, como se puede observar algunas están repetidas en diferentes líneas (permiten la realización de transbordos) y han sido marcadas con el mismo color. Se puede apreciar claramente en la línea R3 como al aumentar el tiempo de recorrido a Barcelona, disminuye el número de usuarios.

A continuación para calcular la población influenciada por cada estación (aquella población que es posible demanda) se han seguido los siguientes métodos, mediante el uso de las herramientas "Google Maps" y "Vissir 3" una herramienta del ICGC (Instituto cartográfico y geológico de Cataluña), se han ido localizando las paradas mostradas en las paginas anteriores y calculando el área de influencia de estas, para ello se ha utilizado una circunferencia de un kilómetro y medio de radio y con centro la estación, hay que tener en cuenta que para muchos municipios esta medida no es muy correcta, puesto que la mayoría de la población del municipio se sitúa en un solo núcleo urbano y el área de influencia captaría toda la población del municipio pero no toda el área de este. Es por ello que se ha usado como base la realización de este círculo de un kilómetro y medio de radio, pero se ha estudiado cada caso para reducir o aumentar la población influenciada por la estación (hasta algunos casos el área del círculo solo captaba un 20% del área del municipio pero aproximadamente si un 90% de la población de este). Un ejemplo sería la estación en estudio de Palafrugell:



Ilustración 25: Ejemplo del método de estudio de las estaciones para la obtención de la población influenciada (Fuente: Elaboración propia mediante Autocad a partir de datos del ICGC)

Como se puede apreciar, el círculo incluye tan solo 5,14 km² del municipio de Palafrugell (de un total de 26,88 km²) que supone tan solo el 19,15% del área total del municipio, cuando en realidad por población el área incluye el 85% de los habitantes del municipio. Con este ejemplo se intenta ilustrar el porqué se ha decidido basarse en aplicar una circunferencia de área de influencia pero ampliando o reduciendo el resultado que nos da está en función de las concentraciones de población.

Realizando este procedimiento para todas las estaciones se ha obtenido:

Estaciones	% de influencia	Municipios	Población Residente	Población Estacional	Población residente por estación	Población estacional por estación
Calafell	52	Calafell	24.563	37.805	12.773	19.659
Montcada Bifurcació	30	Montcada	34.863	34.690	10.459	10.407
Montcada Ripollat	30	Montcada	34.863	34.690	10.459	10.407
Sta. Perpètua de Mogoda	80	Santa Perpètua de	25.473	26.483	20.378	21.186
Mollet Sta. Rosa	45	Mollet del Valles	51.954	49.020	23.379	22.059
Parets del Vallès	10	Mollet del Valles	51.954	49.020	20.059	20.298
	80	Parets del Vallès	18.580	19.245		
Granollers - Canovelles	30	Granollers	59.753	61.177	17.926	18.353
Les Franqueses del Vallès	40	Les Franqueses del Valles	19.074	18.102	7.630	7.241
La Garriga	90	La Garriga	15.586	15.130	14.027	13.617
Figaró	90	Figaró	1.110	1.110	999	999
St. Martí de Centelles	60	Tagament	318	318	2.622	2.622
	50	Sant Marti de Centelles	1.109	1.109		
	75	Aiguafreda	2.502	2.502		
Centelles	90	Centelles	7.346	7.185	6.611	6.467
Balenya - Els Hostalets	95	Els Hostalets de Balenya	3.728	3.728	3.542	3.542
Balenyà -Tona - Seva	90	Tona	8.085	7.735	9.887	9.572
	75	Seva	3.481	3.481		
Vic	80	Vic	41.647	44.677	33.318	35.742
Manlleu	80	Manlleu	20.435	19.422	16.348	15.538
Torelló	50	St. Vicenç de Torello	2.013	2.013	13.806	13.236
	40	St. Pere de Torello	2.445	2.445		
	85	Torelló	13.908	13.237		
Borgonya	10	St. Vicenç de Torello	2.013	2.013	201	201
St. Quirze de Besora	100	St. Quirze de Besora	2.167	2.167	2.988	2.988
	90	Montesquiu	912	912		
La Farga de Bebié	10	Montesquiu	912	912	91	91
Ripoll	90	Ripoll	10.798	11.503	9.718	10.353
Campdevàno	90	Campdevàno	3.422	3.422	3.080	3.080
Ribes de Freser	80	Ribes de Freser	1.891	1.891	1.513	1.513
Planoles	100	Planoles	302	302	302	302
Toses	70	Toses	149	149	104	104
La Molina	40	Alps	1.712	1.712	685	685
Urtx - Alp	55	Alps	1.712	1.712	1.216	1.216
	60	Fontanals de Cerdanya	458	458		
Puigcerdà	75	Puigcerdà	8.910	10.911	6.683	8.183
El Vendrell	55	Vendrell	36.747	43.275	23.211	26.802
	30	Bellvei	2.129	2.129		
	30	Albinyana	2.354	2.354		
	50	Santa Oliva	3.311	3.311		
L'Arboç	90	L'Arboç	5.517	5.796	7.401	7.652
	80	Banyeres del Penedes	3.044	3.044		
Els Monjos	90	Els Monjos	7.288	7.343	6.559	6.609
Vilafranca del Penedès	96	Vilafranca del Penedes	38.929	37.833	39.549	38.497
	40	Sant Miquel d'Ordela	3.626	3.626		
	75	Cabanyes	969	969		
La Granada	95	Granada	2.055	2.055	2.292	2.292
	90	Santa Fe del Penedes	378	378		
Lavern - Subirats	45	Subirats	3.027	3.027	1.362	1.362
St.Sadurn d'Anoia	90	St.Sadurn d'Anoia	12.603	12.845	11.343	11.561
Gelida	90	Gelida	7.123	6.760	7.932	7.605
	60	St. Llorenç d'Hortons	2.535	2.535		
St. Miquel de Gónteres	25	Viladecavalls	7.397	7.061	1.849	1.765
Viladecavalls	35	Viladecavalls	7.397	7.061	2.589	2.471
Vacarisses-Torrelblanca	40	Vacarisses	6.260	6.302	2.504	2.521
Vacarisses	55	Vacarisses	6.260	6.302	3.443	3.466

Estaciones	% de influencia	Municipios	Población Residente	Población Estacional	Población residente por estación	Población estacional por estación
Sant Adria del Besos	100	Sant Adria del Besos	34.822	32.844	34.822	32.844
Badalona	100	Badalona	219.708	204.455	219.708	204.455
Montgat	55	Montgat	11.055	10.064	6.080	5.535
Montgat Nord	45	Montgat	11.055	10.064	4.975	4.529
El Masnou	40	El Masnou	22.595	21.392	9.038	8.557
Ocata	60	El Masnou	22.595	21.392	13.557	12.835
Premià de Mar	100	Premià de Mar	28.136	25.712	28.136	25.712
Vilassar de Mar	100	Vilassar de Mar	20.030	19.414	20.030	19.414
Cabrera-Vilassar de Mar	70	Cabrera de Mar	4.529	4.529	3.170	3.170
Matarò	80	Mataro	124.099	119.888	99.279	95.910
St. Andreu de Llavaneres	50	Sant Andreu de	10.558	10.197	5.279	5.099
Caldes d'Estrac	50	Sant Vincenç de Montalt	5.951	5.936	5.736	5.728
	100	Caldes d'estrac	2.760	2.760		
Arenys de Mar	100	Arenys de Mar	15.224	15.292	15.224	15.292
Canet de Mar	90	Canet de Mar	14.124	14.181	12.712	12.763
St. Pol de Mar	90	Sant Pol de Mar	5.066	5.853	4.559	5.268
Calella	100	Calella	18.469	24.831	18.469	24.831
Pineda de Mar	80	Pineda de Mar	26.157	28.838	20.926	23.070
Santa Sussana	80	Santa Susanna	3.325	8.356	2.660	6.685
Malgrat de Mar	100	Malgrat de Mar	18.429	22.292	18.429	22.292
Blanes	50	Palafolls	9.081	8.862	28.337	31.483
	60	Blanes	39.660	45.087		
Tordera	50	Tordera	16.363	16.743	8.182	8.372
Hostalric	100	Hostalric	3.980	3.980	3.980	3.980
Riells i Viabrea - Breda	25	Sant Feliu de Bruixalleu	782	782	1.162	1.162
	90	Breda	669	669		
	50	Torroella del Fluvia	729	729		
Gualba	50	Torroella del Fluvia	729	729	1.689	1.689
	95	Gualba	1.394	1.394		
Sant Celoni	95	Sant Celoni	17.286	16.883	16.422	16.039
Palautordera	80	Santa Maria de Palau	9.195	8.746	7.356	6.997
Llinars del Vallès	90	Llinars del Vallés	9.554	9.687	8.599	8.718
Cardedeu	95	Cardedeu	17.533	16.425	16.656	15.604
Les Franqueses-Granollers Nord	40	Les Franqueses del Valles	19.074	18.102	25.556	25.594
	30	Granollers	59.753	61.177		
Granollers Centre	30	Granollers	59.753	61.177	17.926	18.353
Montmeló	80	Montmeló	8.860	8.819	7.088	7.055
Mollet-St.Fost	45	Mollet del Valles	51.954	49.020	23.379	22.059
La Llagosta	80	La Llagosta	13.447	12.483	10.758	9.986
Montcada i Reixac	30	Moncada	34.863	34.690	10.459	10.407
El Prat de Llobregat	100	El Prat de Llobregat	63.419	67.242	63.419	67.242
Viladecans	65	Viladecans	65.444	60.288	62.539	39.187
	30	Viladecans	65.444	60.288		
Gavà	85	Gavà	46.377	45.063	59.054	56.390
	80	Castelldefels	63.077	62.715		
Castelldefels	10	Castelldefels	63.077	62.715	6.308	6.272
Garraf	2	Sitges	29.140	31.847	583	637
Sitges	90	Sitges	29.140	31.847	26.226	28.662
Vilanova i la Geltrú	40	Sant Pere de Ribes	28.730	26.896	71.140	68.905
	90	Vilanova i la Geltrú	66.275	64.607		
Cubelles	5	Vilanova i la Geltrú	66.275	64.607	14.936	15.353
	80	Cubelles	14.528	15.153		
Cunit	10	Cubelles	14.528	15.153	10.765	14.699
	75	Cunit	12.416	17.578		
Segur de Calafell	5	Cunit	12.416	17.578	7.498	11.464
	28	Calafell	24.563	37.805		

Estaciones de estudio	% de influencia	Municipios	Población Residente	Población Estacional	Población residente por estación	Población estacional por estación
Lloret de Mar	85	Lloret de Mar	40.803	56.955	34.683	48.412
Tossa de Mar	90	Tossa de Mar	5.910	10.532	5.319	9.479
Sant Feliu de Guíxols	90	Sant Feliu de Guíxols	21.945	23.730	21.289	23.115
	30	Santa Cristina d'Aro	5.128	5.860		
Castell-Platja d'Aro	25	Santa Cristina d'Aro	5.128	5.860	9.894	16.961
	80	Castell-Platja d'Aro	10.765	19.370		
Calonge	80	Calonge	10.596	15.023	8.477	12.018
Palamós	100	Palamos	17.830	20.787	18.467	21.424
	70	Vall-llobrega	910	910		
Palafrugell	80	Mont-ras	1.785	1.785	20.929	24.402
	85	Palafrugell	22.942	27.028		
Pals	100	Pals	2.740	5.289	5.156	8.464
	50	Begur	4.148	5.665		
	60	Torrent	185	185		
	80	Regencos	289	289		
Torroella de Montgrí	90	Torroella de Montgrí	11.472	17.120	11.382	16.465
	100	Ulla	1.057	1.057		

Como se puede apreciar en las tablas superiores, se muestra la información requerida, la población residente y estacional que vive dentro del área de influencia de la estación, es decir, toda aquella población que si lo desea puede ser usuario de la línea de Renfe (tanto de las estaciones existentes como de las nuevas estudiadas en este proyecto).

Para realizar la regresión lineal, que nos dará como resultado la función de la demanda estudiada en el apartado 4.1, se requería el número de viajeros, el tiempo de recorrido hasta Barcelona (Sants) y la población "cercana" a la estación, por tanto ya podemos realizar la regresión lineal.

Utilizando todas las estaciones obtenemos una regresión lineal muy poco ajustada:

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0,72484315
Coefficiente de determinación R²	0,5253976
R² ajustado	0,51382193
Error típico	394597,692
Observaciones	85

Tabla 97: Datos obtenidos con la primera regresión lineal (Fuente: Elaboración propia)

Es por ello que primero hemos realizado un proceso de cribaje, existen estaciones que por tener otros medios de transporte público cerca (sea metro, tranvía, buses o ferrocarriles de la Generalitat) no tienen una demanda acorde con el modelo que estamos siguiendo, ocurre lo mismo con aquellas zonas con industria cerca. Es por ello que se han ido eliminado aquellas estaciones que provocaban una distorsión en nuestro modelo de regresión lineal, quedándonos 66 estaciones que aproximadamente seguían un modelo que encajaba con el nuestro, estas estaciones son:

Estaciones	Población residente por estación	Población estacional por estación	Tiempo Barcelona-Sants	Viajeros
Gavà	59.054	56.390	0:21	1.552.257
Montcada i Reixac	10.459	10.407	0:22	592.397
Montcada Bifurcació	10.459	10.407	0:22	463.789
Castelldefels	50.462	50.172	0:25	2.018.579
La Llagosta	10.758	9.986	0:25	539.663
Mollet-St.Fost	23.379	22.059	0:28	1.179.001
Platja de Castelldefels	6.308	6.272	0:29	260.070
Montgat Nord	4.975	4.529	0:30	320.417
Garraf	583	637	0:33	47.931
Mollet Sta. Rosa	23.379	22.059	0:34	519.667
El Masnou	9.038	8.557	0:34	804.857
Granollers Centre	17.926	18.353	0:37	1.500.469
Parets del Vallès	20.059	20.298	0:38	355.393
Ocata	13.557	12.835	0:38	867.769
Sitges	26.226	28.662	0:39	1.744.082
Les Franqueses-Granollers Nord	25.556	25.594	0:40	646.747
Premià de Mar	28.136	25.712	0:41	1.524.468
Gelida	7.932	7.605	0:41	342.952
Vilassar de Mar	20.030	19.414	0:44	964.413
Vilanova i la Geltrú	71.140	68.905	0:45	2.802.961
Granollers - Canovelles	17.926	18.353	0:45	460.402
Cardedeu	16.656	15.604	0:45	744.765
St.Sadurní d'Anoia	11.343	11.561	0:46	379.995
Les Franqueses del Vallès	7.630	7.241	0:47	121.230
Llinars del Vallès	8.599	8.718	0:49	420.592
Cubelles	14.936	15.353	0:50	570.499
Lavern - Subirats	1.362	1.362	0:50	37.190
Matarò	99.279	95.910	0:51	2.387.270
La Garriga	14.027	13.617	0:52	328.736
St. Miquel de Gonteres	1.849	1.765	0:52	26.747
Cunit	10.765	14.699	0:53	396.570
Palautordera	7.356	6.997	0:54	222.916

Estaciones	Población residente por estación	Población estacional por estación	Tiempo Barcelona-Sants	Viajeros
Viladecavalls	2.589	2.471	0:54	30.171
La Granada	2.292	2.292	0:54	79.902
Figaró	999	999	0:55	33.312
Segur de Calafell	7.498	11.464	0:56	472.931
Vilafranca del Penedès	39.549	38.497	0:57	1.103.523
Sant Celoni	16.422	16.039	0:58	593.476
Calafell	12.773	19.659	0:59	560.730
Vacarisses-Torreblanca	2.504	2.521	1:01	36.847
Els Monjos	6.559	6.609	1:02	141.347
St. Martí de Centelles	2.622	2.622	1:03	39.239
Vacarisses	3.443	3.466	1:04	21.827
Gualba	1.689	1.689	1:04	16.029
Ríells i Viabrea - Breda	1.162	1.162	1:07	19.647
L'Arboç	7.401	7.652	1:08	152.706
Centelles	6.611	6.467	1:08	108.884
Balenyà - Els Hostalets	3.542	3.542	1:11	56.095
Hostalric	3.980	3.980	1:12	23.835
El Vendrell	23.211	26.802	1:14	404.959
Balenyà -Tona - Seva	9.887	9.572	1:14	80.833
Pineda de Mar	20.926	23.070	1:16	448.081
Santa Susana	2.660	6.685	1:19	125.289
Vic	33.318	35.742	1:22	627.434
Malgrat de Mar	18.429	22.292	1:22	351.282
Blanes	28.337	31.483	1:28	499.691
Tordera	8.182	8.372	1:32	143.709
Torelló	13.806	13.236	1:35	60.255
Borgonyà	201	201	1:44	2.075
St. Quirze de Besora	2.988	2.988	1:50	26.039
La Farga de Bebié	91	91	1:57	1.249
Ripoll	9.718	10.353	2:03	71.424
Campdevàrol	3.080	3.080	2:09	3.877
Ribes de Freser	1.513	1.513	2:21	8.926
Urtx - Alp	1.216	1.216	2:54	5.475
Puigcerdà	6.683	8.183	3:02	22.215

Tabla 98: Estaciones con su total de población, tiempo hasta Barcelona y viajeros (Fuente: Elaboración propia a partir de datos de Idescat)

Estas serán las 66 estaciones que se utilizarán para la obtención de la función de la demanda, junto con todas las poblaciones influenciadas (temporales y residentes), tiempo hasta

Barcelona-Sants y viajeros durante todo 2013. Con estos datos se obtendrán todos los resultados presentados en el apartado 4.1.

Anejo 4: Demanda año 2032

Como se ha explicado en el apartado 4.2 , es necesario aplicar la demanda del año 2032 para mejorar los resultados obtenidos en el ACB, cada comarca sufrirá un incremento diferente:

	Gironés	Baix Emporda	Selva	Maresme	Barcelonés
Incremento	1,39	1,30	1,45	1,28	1,07

Tabla 99: Incremento de la población en 2032 respecto a los valores originales de 2011 (Fuente: Elaboración propia)

Y el número de usuarios diarios y anuales:

USUARIOS	Lloret de Mar	Tossa de Mar	Sant Feliu de Guíxols	Castell-Platja d'Aro	Calonge	Palamós	Palafrugell	Pals	Torroella de Montgrí	Total
Diarios	3.344	485	1.827	943	853	1.478	1.820	393	1.037	12.181
Anuales	1.046.704	151.758	571.885	295.217	267.032	462.682	569.758	123.013	324.451	3.812.500

Tabla 100: Número de usuarios diarios y anuales por estaciones y en conjunto(Fuente: Elaboración propia)

Y la comparativa con proyecto o sin proyecto:

Sin R1 Nord		Con R1 Nord		
Privat	Bus	Privat	Bus	R1 NORD
17.341	5.149	12.139	1.545	12.181
Total		Total		
22.491		25.864		

Tabla 101: Número de usuarios con y sin la elaboración del proyecto en 2032 (Fuente: Elaboración propia)

Las tablas de los usuarios de la R1 Nord en 2032 separados por el modo del que proceden se encuentran a continuación:

Traspaso Bus	Lloret de Mar	Tossa de Mar	Sant Feliu de Guíxols	Castell-Platja d'Aro	Calonge	Palamós	Palafrugell	Pals	Torroella de Montgrí
Barcelona	281	41	79	43	40	93	99	28	91
Sant Adria del Besos	3	1	1	0	0	1	1	0	1
Badalona	20	3	6	3	5	5	6	1	3
Montgat	4	1	1	0	0	0	1	0	0
Montgat Nord	3	1	1	0	0	0	1	0	0
El Masnou	6	1	1	0	0	1	1	0	1
Ocata	9	1	1	1	1	1	1	0	1
Premià de Mar	18	3	3	1	1	2	3	1	2
Vilassar de Mar	13	2	2	1	1	1	2	1	1
Cabrera-Vilassar de Mar	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Matarò	67	10	11	5	4	6	11	2	6
St. Andreu de Llavaneres	3	1	1	0	0	0	1	0	0
Caldes d'Estrac	4	0	1	0	0	0	1	0	0
Arenys de Mar	10	2	2	1	1	1	2	0	1
Canet de Mar	8	1	1	1	1	1	1	0	1
St. Pol de Mar	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Calella	12	2	2	1	1	2	2	0	1
Pineda de Mar	14	2	2	1	1	2	2	1	1
Santa Sussana	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Malgrat de Mar	27	2	2	1	1	2	2	0	1
Bianes	209	12	4	2	2	4	4	1	2
Lloret de Mar	0	8	18	1	1	1	2	0	1
Tossa de Mar	42	0	33	14	0	0	0	0	0
Sant Feliu de Guíxols	11	0	0	51	17	27	30	7	16
Castell-Platja d'Aro	1	0	30	0	16	19	14	3	8
Calonge	1	0	20	19	0	24	22	3	7
Palamós	3	0	27	19	41	0	46	6	14
Palafrugell	3	0	30	14	17	39	0	7	20
Pals	1	0	7	3	3	13	26	0	12
Torroella de Montgrí	2	0	16	8	7	14	26	4	0
Girona	313	47	238	59	68	146	214	40	119

Nueva Demanda	Lloret de Mar	Tossa de Mar	Sant Feliu de Guíxols	Castell-Platja d'Aro	Calonge	Palamós	Palafrugell	Pals	Torroella de Montgrí
Barcelona	144	21	41	21	20	45	48	13	41
Sant Adria del Besos	2	0	1	0	0	1	1	0	0
Badalona	12	2	4	2	3	3	4	1	2
Montgat	4	1	1	0	0	0	1	0	0
Montgat Nord	3	0	1	0	0	0	1	0	0
El Masnou	5	1	1	0	0	0	1	0	0
Ocata	8	1	1	1	1	1	1	0	1
Premià de Mar	17	3	3	1	1	1	3	1	1
Vilassar de Mar	12	2	2	1	1	1	2	0	1
Cabrera-Vilassar de Mar	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Matarò	60	9	10	5	4	5	10	2	5
St. Andreu de Llavaneres	3	0	1	0	0	0	1	0	0
Caldes d'Estrac	3	0	1	0	0	0	1	0	0
Arenys de Mar	9	1	1	1	1	1	1	0	1
Canet de Mar	8	1	1	1	1	1	1	0	1
St. Pol de Mar	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Calella	11	2	2	1	1	2	2	0	1
Pineda de Mar	12	2	2	1	1	2	2	0	1
Santa Sussana	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Malgrat de Mar	19	2	2	1	1	2	2	0	1
Bianes	178	18	6	3	2	5	6	1	3
Lloret de Mar	0	12	10	1	1	2	2	1	1
Tossa de Mar	29	0	17	7	0	0	0	0	0
Sant Feliu de Guíxols	13	1	0	63	26	47	52	12	28
Castell-Platja d'Aro	2	0	41	0	20	28	24	6	13
Calonge	2	0	29	24	0	32	31	5	11
Palamós	5	1	47	29	50	0	66	11	25
Palafrugell	5	1	52	24	26	59	0	12	32
Pals	1	0	12	6	5	17	32	0	15
Torroella de Montgrí	3	0	28	13	11	25	38	7	0
Girona	327	50	191	61	62	134	177	36	98

Tabla 102: Reparto modal de los viajeros que son captados de los que usaban el servicio de transporte público o demanda inducida (Fuente: Elaboración propia)

Traspaso	Lloret de Mar	Tossa de Mar	Sant Feliu de Guíxols	Castell-Platja d'Aro	Calonge	Palamós	Palafrugell	Pals	Torroella de Montgrí
Barcelona	123	19	35	18	16	37	40	10	31
Sant Adria del Besos	2	0	1	0	0	1	1	0	0
Badalona	12	2	4	2	3	3	3	1	2
Montgat	5	1	1	0	0	0	1	0	0
Montgat Nord	4	1	1	0	0	0	1	0	0
El Masnou	7	1	1	1	0	1	1	0	1
Ocata	10	2	2	1	1	1	2	0	1
Premià de Mar	20	3	3	2	1	2	3	1	2
Vilassar de Mar	15	2	2	1	1	1	2	1	1
Cabrera-Vilassar de Mar	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Matarò	74	12	12	6	5	6	12	3	6
St. Andreu de Llavaneres	4	1	1	0	0	0	1	0	0
Caldes d'Estrac	4	0	1	0	0	0	1	0	0
Arenys de Mar	11	2	2	1	1	1	2	0	1
Canet de Mar	9	1	2	1	1	1	2	0	1
St. Pol de Mar	3	1	1	0	0	0	1	0	0
Calella	13	2	2	1	1	2	2	1	1
Pineda de Mar	15	2	2	1	2	2	2	1	1
Santa Sussana	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Malgrat de Mar	22	2	2	1	1	2	2	1	1
Blanes	214	24	8	5	3	7	8	2	4
Lloret de Mar	0	16	10	1	1	3	3	1	2
Tossa de Mar	32	0	15	7	0	0	0	0	0
Sant Feliu de Guíxols	18	1	0	83	37	66	73	17	40
Castell-Platja d'Aro	3	1	55	0	27	39	34	8	19
Calonge	3	0	40	32	0	43	42	7	16
Palamós	6	1	66	39	66	0	90	15	35
Palafrugell	7	1	73	34	36	82	0	17	45
Pals	2	0	17	8	7	24	42	0	20
Torroella de Montgrí	4	1	40	19	16	35	52	9	0
Girona	429	67	232	79	78	170	217	45	120

Traspaso	Lloret de Mar	Tossa de Mar	Sant Feliu de Guíxols	Castell-Platja d'Aro	Calonge	Palamós	Palafrugell	Pals	Torroella de Montgrí
Barcelona	44	7	12	6	6	13	14	4	11
Sant Adria del Besos	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Badalona	4	1	1	1	1	1	1	0	1
Montgat	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Montgat Nord	1	0	0	0	0	0	0	0	0
El Masnou	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Ocata	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Premià de Mar	5	1	1	0	0	0	1	0	0
Vilassar de Mar	4	1	1	0	0	0	1	0	0
Cabrera-Vilassar de Mar	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Matarò	18	3	3	1	1	2	3	1	2
St. Andreu de Llavaneres	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Caldes d'Estrac	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Arenys de Mar	3	0	0	0	0	0	0	0	0
Canet de Mar	2	0	0	0	0	0	0	0	0
St. Pol de Mar	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Calella	3	1	1	0	0	0	1	0	0
Pineda de Mar	4	1	1	0	0	1	1	0	0
Santa Sussana	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Malgrat de Mar	5	1	1	0	0	0	1	0	0
Blanes	52	6	2	1	1	2	2	0	1
Lloret de Mar	0	4	3	0	0	1	1	0	0
Tossa de Mar	8	0	4	2	0	0	0	0	0
Sant Feliu de Guíxols	4	0	0	20	9	16	18	4	10
Castell-Platja d'Aro	1	0	13	0	7	9	8	2	4
Calonge	1	0	10	8	0	10	10	2	4
Palamós	2	0	16	9	16	0	22	4	9
Palafrugell	2	0	18	8	9	20	0	4	11
Pals	0	0	4	2	2	6	10	0	5
Torroella de Montgrí	1	0	10	4	4	9	13	2	0
Girona	91	14	49	17	17	36	46	10	25

Tabla 103: Reparto modal de los viajeros que son captados de los que usaban el vehículo privado (Fuente: Elaboración propia)

Anejo 5: Costes de referencia

El uso de costes de referencia son básicos para un análisis temprano de una infraestructura, en los primeros ACB que se realizan de una futura infraestructura rara vez disponemos de datos complejos y detallados de las medidas exactas y los valores reales de los que dispondrá (en todos los aspectos posibles) nuestro proyecto. Es por ello que a la hora de realizar un primer ACB no podremos encontrar los costes y beneficios mediante el análisis y los estudios de campo que se requieren para encontrar el valor exacto de los impactos.

Para ello las guías y los manuales internacionales de evaluación financiera de infraestructuras aportan diversas tablas con valores aproximados de costes que nos permiten cuantificar monetariamente los diversos impactos con los datos básicos de los que disponemos de nuestro proyecto. Estos valores serían los costes de referencia, es decir, valores que nos permiten monetizar los impactos a partir de los datos básicos de nuestro proyecto, y se expresan siempre en €/dato (por ejemplo €/km o €/veh-km).

Estos valores están extraídos del análisis de costes y beneficios reales de proyectos similares entre sí, de esta manera encuentras un valor aproximado desde cada kilómetro de vía de cierto tipo, hasta el coste en efectos compensatorios de cada tonelada de CO₂ que se emite.

Existen diversas guías o manuales de análisis de evaluación de impactos de proyectos de transporte, para la realización de este proyecto se ha optado por seguir principalmente dos guías, el "Sistema d'Avaluació d'Inversions en Transport" (2015) y DG MOVE (2014), basándome principalmente en la buena valoración que presentan las dos, lo actualizadas que están y como se complementan, teniendo un enfoque local (SAIT pertenece al Departamento de Territorio y Sostenibilidad de Cataluña) y europeo (DG MOVE pertenece a la Comisión Europea).

De estas dos guías extraeremos el procedimiento a seguir para la elaboración del ACB (SAIT) y las tablas de costes de referencia (SAIT y DG MOVE) que se muestran más adelante.

Se distribuirán las tablas en el mismo orden por el que se muestran los impactos en el apartado 5.

A5.1 Inversión

A5.1.1 Planificación y Obra Civil

Para este apartado únicamente se recurre a una tabla de costes de referencia, dado que todos los impactos y los agentes en los que se subdivide el coste de la obra funciona siempre en cierto porcentaje de la ejecución del proyecto.

Para ello la Guía del Departamento de Territorio y Sostenibilidad de Cataluña "Sistema d'Avaluació d'Inversions en Transport" (2015) propone la tabla siguiente:

INVERSIÓN

	Terreno			
	Plano	Ondulado	Accidentado	
Puentes	1.550	1.750	1.950	€/m2
Carreteras				
Autovía interurbana	2.750.000	4.250.000	6.750.000	€/km
Variante	2.200.000	3.200.000	5.200.000	€/km
Enlace	13.000.000	13.000.000	13.000.000	€/km
Ferrocarril	7.940.000	10.940.000	14.940.000	€/km
Subestructura	5.000.000	8.000.000	12.000.000	€/km
Superestructura	1.220.000	1.220.000	1.220.000	€/km
Equipos técnicos	1.720.000	1.720.000	1.720.000	€/km
Suministro eléctrico	2.750.000	2.750.000	2.750.000	€/MW

Tabla 104: Costes de referencia para la elaboración del **proyecto** (Fuente: SAIT (2015))

Remarcado en amarillo se muestra el valor escogido como coste en €/km que se utilizar para evaluar el impacto de la planificación y obra civil para todos los agentes afectados. El suministro eléctrico no se contabilizara, puesto que se supone que se contabilizara más adelante, en el impacto de la operativa. Se ha optado por elegir un terreno ondulado, puesto que aunque encontramos un terreno accidentado desde Blanes hasta Palamós, luego el terreno es plano hasta la conexión en Flaçà, por ello se ha optado por considerar un valor medio del coste de la elaboración de la infraestructura.

A5.1.2 Material Móvil

Para encontrar el coste del material móvil la guía el "Sistema d'Avaluació d'Inversions en Transport" (2015) propone la tabla siguiente, basada en la tipología del vehículo:

MATERIAL MÓVIL					
Tipología de vehículo			Coste adquisición		Vida útil
Autobús	Urbano	No articulado	250.000	€/veh	10 años
		Articulado	n/d		
	Interurbano	55pax	165.000	€/veh	
		>55pax	220.000	€/veh	
Ferrocarril	Alta velocidad	Larga distancia	24.150.000	€/rama	25 años
		Regional	13.400.000	€/rama	
	Convencional	Larga distancia	15.250.000	€/rama	
		Regional	5.800.000	€/rama	
		Rodalies/FGC	5.250.000	€/rama	
		Metro	8.400.000	€/rama	
		Tranvía	3.200.000	€/branca (g)	
Mercaderías	Furgoneta		19.500	€/veh	
	Camión 3t		28.000	€/veh	
	Camión 10t		48.000	€/veh	8 años
	Camión 16t		74.000	€/veh	
	Camión 25t		113.000	€/veh	

Tabla 105: Costes de referencia para la compra del material móvil (Fuente: SAIT (2015))

En amarillo se remarca el coste en €/rama del material móvil, remarcable que la tabla también nos indica la vida útil del proyecto, por lo tanto a los 25 años será necesario renovar todo el material móvil (sin olvidarse de aplicarle el valor residual al material que se desecha).

A5.2 Mantenimiento

A5.2.1 Mantenimiento de la Infraestructura

Para el mantenimiento de toda la infraestructura la guía "Sistema d'Avaluació d'Inversions en Transport" (2015) propone dos tablas:

MANTENIMIENTO INFRAESTRUCTURA

Tipología de infraestructura		Ordinario (€/km-año)	Extraordinario (€/km - 10 años)	
Carretera	Autopista	33.000	130.000	
	Carretera convencional	16.500	65.000	
	Carretera local	7.100		
	Incrementos	Vialidad invernal	12.400	
		Túnel	398.231	
Ferrocarril	Alta velocidad	MDR-BCN-Frontera	105.000 (pax)	
			115.000 (mixt)	
		Resta	94.000 (pax)	
	Convencional	Larga distancia	100.000 (mixt)	
		Regionales	77.000 (vía doble)	
		Rodalies i FGC	38.500 (vía única)	
		Metro	38.500 (vía única)	
Tranvía	140.000	40.000		

Tabla 106: Costes de referencia para el mantenimiento de la infraestructura (Fuente: SAIT (2015))

La primera de las tablas se basa en el coste del mantenimiento de la vía y los equipos que forman parte de ella, los costes se encuentran en la forma €/km-año, por tanto ya no estamos hablando de costes puntuales, si no un valor que se repetirá durante los 30 años que calcula el VAN.

MANTENIMIENTO ESTACIONES

Tipología de infraestructura	Tamaño	Operación i mantenimiento (anual) (€)	
Estaciones ferrocarril	>2M pax	1.500.000	
	>1M pax	1.000.000	
	Alta velocidad	>0,5M pax	500.000
	Convencional	>0,1M pax	250.000
		<0,1M pax	100.000
	Metro	--	390.000
	Tranvía	--	80.000
Estaciones autobús	Grande	n/d	
	Media (7 andenes)	50.000	
	Pequeña	n/d	

Tabla 107: Costes de referencia para el mantenimiento de las estaciones (Fuente: SAIT (2015))

La segunda tabla hace referencia al coste de mantenimiento de las 10 estaciones que formaran la nueva línea de ferrocarril, el coste se expresa en €/estación-año y se ha optado por estaciones con el tamaño más pequeño dado que las regiones donde se localiza el proyecto no concentraran una gran cantidad de gente en las estaciones.

A5.2.2 Mantenimiento de los vehículos

Para el mantenimiento de toda los vehículos la guía "Sistema d'Avaluació d'Inversions en Transport" (2015) propone la siguiente tabla:

MANTENIMIENTO VEHÍCULOS

Tipología de servicio	Mantenimiento i limpieza	
Alta velocidad	Larga distancia	1.840.000 €/rama
	Regional	910.000 €/rama
Convencional	Larga distancia	n/d
	Media dist.	260.000 €/tren
	Rodalies i FGC	230.000 €/tren
	Metro	190.000 €/tren
Tranvía	140.000 €/tren	
Autobús	0,13 €/km	
Mercadería	Ligeras	0,09 €/km
	Pesados	0,10 €/km

Tabla 108: Costes de referencia para el mantenimiento de los vehículos (Fuente: SAIT (2015))

La tabla basa el coste de mantenimiento y limpieza anual de los ferrocarriles fijando un coste en €/tren.

A5.3 Operativa

A5.3.1 Operación del personal

Para sustraer el coste de la operación del personal (salarios y dietas de los trabajadores) la guía "Sistema d'Avaluació d'Inversions en Transport" (2015) propone la siguiente tabla:

OPERACIÓN PERSONAL		
Modo	Operativa	Coste operación (€/h)
Autobús	Urbano	14
	Interurbano	14
Ferrocarril	Alta velocidad	
	Larga distancia	198
	Regionales	88
	Convencional	
	Larga distancia i Regionales	69
	Rodalies i FGC	87
	Metro	65
Mercaderías	Tranvía	19
	Ligeros	9
	Pesados	11

Tabla 109: Costes de referencia para la operatividad de los trabajadores (Fuente: SAIT (2015))

Para evaluar el impacto de la operación del personal, se nos da un coste en €/h de operación del servicio.

A5.3.2 Operación de los vehículos

Para sustraer el coste de la operación de los vehículos (combustible) la guía "Sistema d'Avaluació d'Inversions en Transport" (2015) propone la siguiente tabla:

OPERACIÓN VEHÍCULOS		
Autobús	Seguro (€/veh)	Costes variables (€/veh-km)
Urbano	4.900	0,76
Interurbano	4.900	0,52
Ferrocarril		Costes variables (€/rama-km)
Alta velocidad	Larga distancia	1,6
		1,3
	Regional	0,33
Convencional	Larga distancia	0,31
	Regional	0,66
	FGC	0,75
	Rodalies	1,44
	Metro	1,45
Tranvía		0,75
Mercaderías		1,04
Mercaderías	Seguro (€/veh)	Costes variables (€/veh-km)
Furgoneta	1.874	0,081
Camión 3t	1.786	0,102
Camión 10t	1.848	0,119
Camión 16t	1.849	0,203
Camión 25t	2.349	0,132

Tabla 110: Costes de referencia para la operatividad de los vehículos (Fuente: SAIT (2015))

Para evaluar el impacto los costes se ofrecen en €/rama-km, es decir el total de kilómetros recorridos por cada vehículo.

A5.4 Usuarios

A5.4.1 Impuestos

En este impacto hay valores que provenían de otros apartados, como el IVA de los peajes y el servicio tarifario, pero hay otros que para cuantificarlos la guía "Sistema d'Avaluació d'Inversions en Transport" (2015) propone la siguiente tabla:

IMPUESTOS		
Tipos de impuesto	Turismos	Motocicletas
Impuesto matriculaciones (€/veh)	44,15	7,24
Impuesto primas aseguradoras(€/veh)	7,27	4,23
Impuestos aparcamiento (€/veh)	44,56	0
ITV (€/veh)	17,76	9,16
IVTM (€/veh)	105,33	23,2
Impuestos carburantes (€/km)	0,03	0,02
Multes (€/km)	0,01	0,01

Tabla 111: Costes de referencia para los impuestos de los usuarios (Fuente: SAIT (2015))

Solo se consideraran los impuestos marcados en amarillo, dado que se considera que los usuarios no dejaran de comprarse coches por la presencia de la R1 Nord. Los costes se representan en €/km, por tanto se considerara que cada kilometro recorrido implicara al usuario un coste en impuestos.

A5.4.2 Operación del vehículo

Para sustraer el coste de la operación de los vehículos privados, la guía "Sistema d'Avaluació d'Inversions en Transport" (2015) propone la siguiente tabla:

COSTES OPERATIVOS VEHÍCULOS		
	Turismos	Motocicletas
Carburantes (€/km)	0,074	0,041
Lubrificantes (€/km)	0,004	0,002
Neumáticos (€/km)	0,011	0,019
Mantenimiento (€/km)	0,047	0,021
Amortización (€/km)	0,135	0,084
Total	0,271	0,167

Tabla 112: Costes de referencia para los costes de operatividad del vehículo de los usuarios (Fuente: SAIT (2015))

Estos costes funcionan de la misma manera que los impuestos, los costes se presentan en €/km.

A5.5 Externalidades

A5.5.1 Polución

Para el cálculo de la polución se ha recurrido a diversas tablas para obtener los valores de los tres tipos de vehículos, para los turismos la guía "Sistema d'Avaluació d'Inversions en Transport" (2015) propone la siguiente tabla:

POLUCIÓN

Carretera	Urbano	Suburbano	Rural	Autopista
Turismos	0,0189	0,0113	0,0073	0,0083
Mercaderías ligeras	0,0507	0,0224	0,0124	0,0128
Mercaderías pesadas	0,1122	0,0684	0,0517	0,0507

Tabla 113: Costes de referencia para la compensación económica de la polución (Fuente: SAIT (2015))

Los valores se muestran en €/veh-km. Para las motocicletas y los autobuses se usará el DG MOVE (2014) que propone las dos tablas siguientes:

Vehicle	Engine	EURO-Class	Urban (€/ct/vehkm)	Suburban (€/ct/vehkm)	Rural (€/ct/vehkm)	Motorway (€/ct/vehkm)	
Car diesel	<1.4l	Euro 2	3.6	1.5	0.8	0.8	
		Euro 3	2.5	1.2	0.8	0.9	
		Euro 4	1.7	0.9	0.6	0.6	
		Euro 5	0.9	0.6	0.4	0.4	
		Euro 6	0.7	0.3	0.2	0.2	
		Euro 0	9.9	3.1	0.9	0.9	
	1.4-2.0l	Euro 1	3.6	1.5	0.8	0.9	
		Euro 2	3.2	1.4	0.7	0.8	
		Euro 3	2.6	1.3	0.8	0.9	
		Euro 4	1.8	0.9	0.6	0.6	
		Euro 5	0.9	0.6	0.4	0.4	
		Euro 6	0.7	0.3	0.2	0.2	
	>2.0l	Euro 0	10.3	3.4	1.2	1.3	
		Euro 1	3.7	1.5	0.8	0.9	
		Euro 2	3.3	1.4	0.8	0.8	
		Euro 3	2.6	1.3	0.8	0.9	
		Euro 4	1.8	0.9	0.6	0.6	
		Euro 5	0.9	0.6	0.4	0.4	
	Car petrol	<1.4l	Euro 0	3.5	3.2	2.2	2.7
			Euro 1	1.0	0.7	0.3	0.4
			Euro 2	0.7	0.4	0.2	0.2
Euro 3			0.4	0.2	0.1	0.1	
Euro 4			0.4	0.2	0.1	0.1	
Euro 5			0.4	0.2	0.1	0.1	
1.4-2.0l		Euro 6	0.4	0.2	0.1	0.1	
		Euro 0	3.6	3.3	2.8	3.4	
		Euro 1	1.1	0.8	0.3	0.4	
		Euro 2	0.7	0.4	0.2	0.2	
		Euro 3	0.4	0.2	0.1	0.1	
		Euro 4	0.4	0.2	0.1	0.1	
>2.0l		Euro 5	0.4	0.1	0.1	0.1	
		Euro 6	0.4	0.1	0.1	0.1	
		Euro 0	3.8	3.5	2.8	3.5	
		Euro 1	1.0	0.7	0.3	0.4	
		Euro 2	0.6	0.4	0.2	0.2	
		Euro 3	0.4	0.2	0.1	0.1	
		Euro 4	0.4	0.2	0.1	0.1	
		Euro 5	0.4	0.1	0.1	0.1	
		Euro 6	0.4	0.1	0.1	0.1	

Tabla 114: Costes de referencia para la compensación económica de la polución de los coches (Fuente: DG MOVE (2014))

Los datos remarcados muestran el valor usado para encontrar la polución causada por las motocicletas, como se puede observar los costes se expresan en €/ct/veh-km.

Los costes de los autobuses:

Vehicle	Category	EURO-Class	Urban	Suburban	Rural	Motorway
			€/vkm	€/vkm	€/vkm	€/vkm
Urban Buses	Midi <=15 t	EURO 0	30.2	15.5	10.4	9.5
		EURO I	15.9	9.8	7.0	6.0
		EURO II	13.2	9.4	7.1	6.1
		EURO III	11.4	7.9	5.4	4.3
		EURO IV	6.7	5.1	3.7	3.0
		EURO V	5.8	4.2	2.4	1.9
	Standard 15 - 18 t	EURO 0	35.6	21.7	15.3	12.9
		EURO I	21.1	13.1	9.2	7.8
		EURO II	17.4	12.5	9.3	7.9
		EURO III	14.7	10.4	7.2	5.8
		EURO IV	8.6	6.7	4.9	3.9
		EURO V	6.9	5.0	2.8	2.2
Articulated >18 t	EURO 0	46.4	28.5	19.8	16.3	
	EURO I	27.3	17.2	12.0	9.8	
	EURO II	22.1	16.0	11.8	9.8	
	EURO III	18.5	13.3	9.3	7.5	
	EURO IV	10.8	8.7	6.6	4.6	
	EURO V	7.0	4.9	3.0	2.3	
Coaches	Standard <=18 t	EURO 0	28.8	17.4	11.9	10.4
		EURO I	22.7	13.4	8.9	7.7
		EURO II	18.1	13.1	9.4	8.1
		EURO III	17.0	11.5	7.6	6.4
		EURO IV	9.0	7.0	5.1	4.5
		EURO V	10.0	7.9	4.4	2.7
	Articulated >18 t	EURO 0	34.9	21.5	14.7	12.5
		EURO I	26.9	16.3	10.9	9.2
		EURO II	21.4	15.7	11.2	9.5
		EURO III	19.2	13.2	8.8	7.2
		EURO IV	10.3	8.1	5.9	5.0
		EURO V	10.6	8.4	4.8	2.7
		EURO VI	2.4	1.3	0.6	0.4

Tabla 115: Costes de referencia para la compensación económica de la polución de los autocares (Fuente: DG MOVE (2014))

También se expresan en €/ct/veh-km. El impacto de la polución generada por el ferrocarril también la encontraremos en el DG MOVE (2014):

Type of train		Urban			Suburban			Rural		
		Unit cost		Load factor	Unit cost		Load factor	Unit cost		Load factor
		€/t pkm €/t/km	€/t train-km	pax or tonne	€/t pkm €/t/km	€/t train-km	pax or tonne	€/t pkm €/t/km	€/t train-km	pax or tonne
Passenger diesel	Locomotive	2.8	348.7	125	1.4	174.2	125	0.9	149.7	159
	Railcar (multiple unit)	2.5	294.3	120	1.1	135.7	120	0.9	106.8	120
Freight diesel	Locomotive							0.6	312.5	500
Passenger electric	Locomotive	0.8	162.1	195	0.2	42.2	195	0.09	16.9	195
	Railcar (multiple unit)	1.4	162.1	120	0.4	42.2	120	0.14	16.9	120
	High-speed							0.18	28.1	154
Freight electric	Locomotive							0.08	42.2	500

Tabla 116: Costes de referencia para la compensación económica de la polución del ferrocarril (Fuente: DG MOVE (2014))

A5.5.2 Cambio Climático

Para este caso obtendremos los valores del DG MOVE (2014).

Para los turismos y las motocicletas usaremos la tabla siguiente:

Vehicle	Size	EURO-Class	Urban (€/tkm)	Rural (€/tkm)	Motorways (€/tkm)	Average (€/tkm)
Passenger Car - Petrol	<1.4L	EURO-0	2.8	1.7	1.8	2.0
		EURO-1	2.6	1.5	1.7	1.8
		EURO-2	2.5	1.4	1.5	1.7
		EURO-3	2.4	1.4	1.5	1.7
		EURO-4	2.4	1.4	1.5	1.7
		EURO-5	2.4	1.4	1.5	1.7
	1.4-2L	EURO-0	3.4	2.0	2.1	2.3
		EURO-1	3.1	1.8	1.9	2.1
		EURO-2	3.0	1.7	1.7	2.0
		EURO-3	2.9	1.7	1.7	2.0
		EURO-4	2.9	1.7	1.7	2.0
		EURO-5	2.9	1.7	1.7	2.0
	>2L	EURO-1	3.9	2.3	2.3	2.8
		EURO-2	3.9	2.3	2.3	2.7
		EURO-3	3.5	1.9	1.8	2.4
EURO-4		3.5	1.9	1.8	2.4	
EURO-5		3.5	1.9	1.8	2.4	
Passenger Car - Diesel	<1.4L	EURO-2	1.7	1.1	1.2	1.3
		EURO-3	1.6	1.1	1.2	1.3
		EURO-4	1.6	1.1	1.2	1.3
		EURO-5	1.6	1.1	1.2	1.3
		EURO-5	1.6	1.1	1.2	1.3
	1.4-2L	EURO-0	2.4	1.7	1.9	1.9
		EURO-1	2.2	1.5	1.8	1.7
		EURO-2	2.2	1.5	1.6	1.7
		EURO-3	2.1	1.4	1.5	1.6
		EURO-4	2.1	1.4	1.5	1.6
		EURO-5	2.1	1.4	1.5	1.6
	>2L	EURO-0	3.3	2.3	2.7	2.6
		EURO-1	3.0	2.1	2.4	2.4
		EURO-2	3.0	2.0	2.3	2.3
		EURO-3	2.9	1.9	2.1	2.2
EURO-4		2.9	1.9	2.1	2.2	
EURO-5		2.9	1.9	2.1	2.2	
EURO-5		2.9	1.9	2.1	2.2	
EURO-5		2.9	1.9	2.1	2.2	
EURO-5		2.9	1.9	2.1	2.2	
Light commercial vehicles	Petrol	EURO-0	4.0	2.5	2.8	2.7
		EURO-1	3.6	2.3	2.5	2.5
		EURO-2	3.7	2.2	2.4	2.5
		EURO-3	3.7	2.2	2.4	2.5
		EURO-4	3.4	2.1	2.3	2.3
	Diesel	EURO-0	2.9	2.0	2.5	2.4
		EURO-1	2.8	1.8	2.6	2.2
		EURO-2	2.8	1.8	2.6	2.2
		EURO-3	2.8	1.8	2.5	2.1
		EURO-4	2.8	1.7	2.4	2.1
EURO-5	2.8	1.7	2.4	2.1		

Tabla 117: Costes de referencia para la compensación económica del cambio climático producido por los coches (Fuente: DG MOVE (2014))

Los datos remarcados muestran el valor usado para encontrar el coste en cambio climático causada por las motocicletas y los turismos, como se puede observar los costes se expresan en €/veh-km.

Para los costes de los autobuses:

Vehicle	Type	EURO-Class	Urban (€ct/vkm)	Rural (€ct/vkm)	Motorways (€ct/vkm)	Average (€ct/vkm)	
Buses		EURO-I	7.7	5.8	5.3	6.3	
		EURO-II	7.8	5.8	5.1	6.1	
		EURO-III	7.8	5.8	5.1	6.1	
		EURO-IV	7.4	5.1	4.6	5.8	
		EURO-V	7.4	5.1	4.6	5.8	
HGVs	<7.5t	EURO-0	3.8	3.2	3.4	3.4	
		EURO-I	3.1	2.7	3.0	2.9	
		EURO-II	2.9	2.5	2.8	2.7	
		EURO-III	2.9	2.8	2.8	2.7	
		EURO-IV	2.7	2.3	2.5	2.5	
	7.5-16t	EURO-0	6.5	5.4	5.1	5.6	
		EURO-I	5.7	4.7	4.5	5.0	
		EURO-II	5.5	4.4	4.2	4.7	
		EURO-III	5.7	4.3	4.2	4.8	
		EURO-IV	5.3	3.9	3.7	4.4	
	16-32t	EURO-0	10.6	8.3	7.3	8.5	
		EURO-I	9.7	7.7	6.8	8.0	
		EURO-II	9.4	7.4	6.4	7.8	
		EURO-III	9.7	7.2	6.2	7.6	
		EURO-IV	8.9	6.5	5.5	7.0	
	>32t	EURO-0	13.2	10.4	9.0	10.4	
		EURO-I	12.1	9.6	8.2	9.5	
		EURO-II	11.9	9.3	7.9	9.3	
		EURO-III	12.1	9.0	7.5	9.1	
		EURO-IV	11.2	8.1	6.7	8.3	
			EURO-V	11.2	8.0	6.7	8.3

Tabla 118: Costes de referencia para la compensación económica del cambio climático producido por los autobuses (Fuente: DG MOVE (2014))

También se expresan en €ct/veh-km.

El impacto en cambio climático generado por el ferrocarril también la encontraremos en el DG MOVE (2014):

Type of train		Urban			Non-urban		
		Unit cost		Load factor	Unit cost		Load factor
		€ct/ pkm €ct/ tkm	€ct/ train-km	pax or tonne	€ct/ pkm €ct/ tkm	€ct/ train-km	pax or tonne
Passenger	Locomotive	0.45	56.30	125	0.39	62.08	159
	Railcar (multiple unit)	0.33	39.88	120	0.35	42.03	120
Freight	Locomotive	0.26	126.31	500	0.26	126.31	500

Tabla 119: Costes de referencia para la compensación económica del cambio climático producido por el ferrocarril (Fuente: DG MOVE (2014))

En este caso se expresa en €ct/tren-km.

En este apartado también se añadirán los impactos en cambio climático que genera la creación y mantenimiento de la infraestructura y los vehículos, datos que se extraerán de la guía "Sistema d'Avaluació d'Inversions en Transport" (2015):

	Precombustión			
	Vehículos (Tn eq. CO2 / veh)			
	(Tn eq CO2 /tn)			
	Producción	Fabricación	Mantenimiento	Desguace
Turismo privado	0,548	0,321	0,072	0,035
Motocicleta	0,513	0,099	0,036	0,011
Taxi	0,573	0,321	0,072	0,035
Autobús urbano	0,573	0,692	0,419	0,036
Autobús interurbana	0,573	0,692	0,419	0,036
Mercaderías ligeras	0,573	0,384	0,305	0,012
Mercaderías pesadas	0,573	1,033	0,826	0,052
Ferrocarril	0,61	310	42	0
Infraestructuras (Tn eq CO2 / Km)				
	Carretera		Ferrocarril	
Construcción	10		38	
Mantenimiento	8		32	

Tabla 120: Costes de referencia para la compensación económica del cambio climático producido por la construcción y operatividad de los vehículos y la infraestructura (Fuente: SAIT (2015))

Estos valores se encuentran en toneladas de CO₂ por kilómetro de infraestructura o cantidad de vehículos, la guía también nos da el valor de 37€/TnCO₂.

A5.5.3 Ruido

Para el cálculo del impacto que provoca el ruido sobre la sociedad la guía "Sistema d'Avaluació d'Inversions en Transport" (2015) propone la siguiente tabla:

Ruido

Modo	Momento del día	Tipos de tránsito	Urbano	Suburbano	Rural
Turismo privado	Día	Denso	0,0088	0,0005	0,0001
		Ligero	0,0214	0,0014	0,0002
	Noche	Denso	0,0161	0,0009	0,0001
		Ligero	0,0389	0,0025	0,0004
Motocicleta	Día	Denso	0,0177	0,0011	0,0001
		Ligero	0,0427	0,0027	0,0004
	Noche	Denso	0,0321	0,0019	0,0002
		Ligero	0,0779	0,0051	0,0006
Autobús	Día	Denso	0,044	0,0024	0,0004
		Ligero	0,107	0,0068	0,0008
	Noche	Denso	0,0803	0,0045	0,0007
		Ligero	0,1947	0,0127	0,0015
Mercaderías Ligeras	Día	Denso	0,044	0,0024	0,0004
		Ligero	0,107	0,0068	0,0008
	Noche	Denso	0,0803	0,0045	0,0007
		Ligero	0,1947	0,0127	0,0015
Mercaderías pesadas	Día	Denso	0,081	0,0045	0,0007
		Ligero	0,1966	0,0127	0,0015
	Noche	Denso	0,1478	0,0083	0,0013
		Ligero	0,3582	0,0231	0,0026
Tren pasajeros	Día	Denso	0,2734	0,0121	0,015
		Ligero	0,5402	0,0238	0,0297
	Noche	Denso	0,9016	0,0398	0,0496
		Ligero	0,9016	0,0398	0,0496
Tren mercaderías	Día	Denso	0,4848	0,0239	0,0299
		Ligero	1,1696	0,0463	0,0578
	Noche	Denso	1,9776	0,0783	0,0977
		Ligero	1,9776	0,0783	0,0977

Tabla 121: Costes de referencia para la compensación económica por el ruido (Fuente: SAIT (2015))

Todos los valores están mostrados en €/veh-km.

A5.5.4 Accidentalidad

Para el cálculo del impacto que provoca la accidentalidad sobre la sociedad o la administración la guía "Sistema d'Avaluació d'Inversions en Transport" (2015) propone la siguiente tabla:

Tipus vehicle	Tipus de via		
	Autopista	Interurbana	Urbana
Cotxe	0,20	0,10	0,10
Veh. transport	1,80	0,90	0,30
Motocicleta	1,00	0,80	1,60

Tabla 122: Costes de referencia para la accidentalidad (Fuente: SAIT (2015))

Todos los valores están mostrados en €/ct/veh-km.

Referencias:

European Investment Bank; and European Commission, "Railway Project Appraisal Guidelines," p. 164, 2005.

A. Korzhenevych et al., "Update of the Handbook on External Costs of Transport," Final Rep., no. 1, p. 139, 2014.

M. Terrestre, "Sistema d'Avaluació d'Inversions en Transport (SAIT)," 2015.

Col·legi d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Catalunya, "Guia per a l'avaluació de projectes de transport", 2010

Departament de Territori i Sostenibilitat (Generalitat de Catalunya), "Transport per ferrocarril," vol. 2014, pp. 2000–2014, 2014.

Departament de Territori i Sostenibilitat (Generalitat de Catalunya), "Transport per ferrocarril," vol. 2013, pp. 2000–2014, 2013.

Departament de Territori i Sostenibilitat (Generalitat de Catalunya), "Observatori Català de la Mobilitat," p. 8029, 2004.

Universitat Autònoma, "2026.CAT Estratègia per al Desenvolupament Sostenible de Catalunya Mobilitat" 2009.

Departament de Territori i Sostenibilitat (Generalitat de Catalunya), "Les xifres del transport públic a Transport Xifres Dades bàsiques per mode de transport i operador Indicadors de demanda," 2014.

Departament de Territori i Sostenibilitat (Generalitat de Catalunya), "Les xifres del transport públic a Transport Xifres Dades bàsiques per mode de transport i operador Indicadors de demanda," 2013.

Instituto d'Estadística de Catalunya, "Territori y Població , Anuari Estadístic 2015", 2016.

Administración General del Estado, Ministerio de Fomento, "Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte 2005-2020", 2005.

Departament de Política Territorial i Obres Públiques (Generalitat de Catalunya) , "Pla Director de la mobilitat de les comarques gironines", 2010.

Departament de Política Territorial i Obres Públiques (Generalitat de Catalunya) , "Pla d'infraestructures del transport de Catalunya", 206.

Departament de Política Territorial i Obres Públiques (Generalitat de Catalunya) , "Pla d'infraestructures del transport de Catalunya", 2006.

Departament de Política Territorial i Obres Públiques (Generalitat de Catalunya) , "Pla de transport de viatgers de Catalunya", 2009.

Renfe Operadora, "Informe anual 2013", 2013.

E. European Commission, "EU Transport in Figures.Statistical Pocketbook 2014", 2014.

Robert, J. (2011) AUTOVIA A-2 I AUTOPISTA AP-7 A LES COMARQUES DE GIRONA. Disponible: http://territori.scot.cat/cat/notices/autovia_a_2_i_autopista_ap_7_a_les_comarques_de_girona_2005_722.php (Última consulta el 24 de enero 2017).

Bases de datos consultados:

"Institut d'Estadística de Catalunya " IDESCAT (Generalitat de Catalunya) (Última consulta el 22 de diciembre de 2016)

"Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya" ICGC (Generalitat de Catalunya) (Última consulta el 13 de noviembre de 2016)