



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA
CAMPUS D'ALCOI

MUIOL

ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED DE TRANSPORTE PÚBLICO INTERURBANO EN LAS COMARCAS DE L'ALCOIA Y EL COMTAT



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA



Máster Universitario en Ingeniería de Organización y Logística

Escuela Politécnica Superior de Alcoy
Universitat Politècnica de València

Director: **D. Alejandro Rodríguez Villalobos**





ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED DE TRANSPORTE PÚBLICO INTERURBANO EN LAS COMARCAS DE L'ALCOIA Y EL COMTAT

TRABAJO FIN DE MASTER

Máster Universitario en Ingeniería de Organización y Logística

Escuela Politécnica Superior de Alcoy
Universitat Politècnica de València

Alumno:	Marcos Carbonell Alemany
Director:	Alejandro Rodríguez Villalobos
Fecha de entrega:	Octubre 2016



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED DE TRANSPORTE PÚBLICO INTERURBANO EN LAS COMARCAS DE L'ALCOIA Y EL COMTAT



Máster Universitario en Ingeniería de Organización y Logística

Alumno: **Marcos Carbonell Alemany**
Director: **Alejandro Rodríguez Villalobos**
Fecha de entrega: **Octubre 2016**

Contenido

1	Introducción	7
1.1	Objetivos del estudio	9
2	Estado del Arte: antecedentes y el actual transporte público en L'Alcoià y El Comtat.....	10
2.1	Antecedentes, trabajos anteriores sobre el transporte de pasajeros.	10
2.2	Introducción al presente estudio	19
2.3	Datos de Aforos	22
2.4	Líneas de transporte de pasajeros existente.....	22
2.5	Análisis de las líneas de transporte público interurbano actuales.....	27
2.6	Datos de población (INE - 2014)	44
2.7	Evolución de la población de las comarcas	50
2.8	Datos de población con discapacidad o movilidad reducida.	53
2.9	Encuesta a potenciales usuarios.....	57
2.10	Realización de la encuesta.....	57
2.10.1	Planteamiento de hipótesis sobre las encuestas	59
2.10.2	Encuestas recibidas	60
3	Análisis de información.	63
3.1	Introducción.....	63
3.2	Análisis de datos.	63
3.3	Comprobación de las hipótesis.....	75
4	Generación de alternativas	77
4.1	Introducción a los Grafos.....	77
4.2	Solicitudes de movilidad	80
4.3	Estudio y proposición de Rutas para el transporte público interurbano	82
4.4	Propuesta de mejora de la red de líneas de las comarcas de L'Alcoià y El Comtat	123
4.5	Costes del Transporte público interurbano	140
5	Conclusiones y líneas futuras de investigación	141
6	Referencias bibliográficas	154
7	Anexos	157
7.1	Matrices de datos de las líneas de autobuses.....	157
7.2	Modelo de Encuestas.	157
7.3	Recepción de encuestas.	157
7.4	Líneas de autobús actuales.....	157
7.5	Datos INE.	157

1 Introducción

El presente estudio es fruto de la iniciativa de la Mancomunitat de L'Alcoià i El Comtat, la cual, ante la falta de comunicación entre las diferentes poblaciones que la forman, y extendiendo el problema al resto de poblaciones de las dos comarcas, especialmente en relación al transporte público existente, y la necesidad de potenciar y extender su ámbito de acción a todas las poblaciones de las dos comunidades que lo necesitan, ha solicitado la ayuda a la Universidad Politécnica de Valencia, y más concretamente al Departamento de Organización de Empresas, en su rama de Logística (distribución y transporte), del Campus de Alcoy, para estudiar la situación actual y proponer alternativas que puedan ser implantadas, para dar soporte a la población que pueda necesitar de un servicio de transporte público adecuado a los tiempos actuales y a las exigencias de los ciudadanos.

Al mismo tiempo, el presente estudio va a servir como Trabajo Final de Master para el alumno D. Marcos Carbonell Alemany, y es tutorizado por el Profesor Doctor D. Alejandro Rodríguez Villalobos, perteneciente al mencionado departamento y que imparte entre otras la asignatura de Logística en el Master Universitario de Organización y Logística.

Cabe destacar que los miembros de esta Mancomunidad no son todas las poblaciones que forman parte de las dos comarcas implicadas, pero el estudio a desarrollar si englobará inicialmente a todas las poblaciones. En su caso y dependiendo de los resultados, se estimará la eliminación de alguna de ellas en la/s solución/es siempre y cuando por su tamaño disponga de una red de comunicaciones adecuada en tamaño, frecuencias, etc. y que al estar incluida perjudique en un incremento de coste del servicio/s diseñado/s en las diferentes soluciones.

Del mismo modo, se tendrá que suplir la falta de interés por este estudio por parte de algunos colectivos o corporaciones municipales, con estudios anteriores, solicitudes directas de interesados y valoraciones de la situación actual, y de las estadísticas o informaciones que del uso que de las actuales rutas de transporte interurbano se está produciendo.

Antes de empezar el estudio se hace una reflexión sobre la peculiaridad de las comarcas objeto de este estudio, y sus necesidades de transporte. Teniendo en cuenta que la población objeto o clientes potenciales es de 137.901 habitantes (INE 2015), la superficie de las dos comarcas asciende a 917,5 km², y que engloban a 32 poblaciones, diversas pedanías y varias urbanizaciones. Y que en todas ellas (poblaciones, pedanías y urbanizaciones) hay personas que necesitan y demandan transporte para sus desplazamientos. Esto provoca que fuera necesaria una inmensa red de autobuses, micro-autobuses o taxis para hacer una cobertura total. Que tendría un coste excesivo para ser rentable, y demasiado elevado para ser soportado por la administración.

Por ello, este estudio pretende ser un instrumento para definir, y ayudar en la toma de decisión para la instauración de un servicio que, aún no completamente, consiga satisfacer las necesidades más acuciantes. Solucionando las dificultades de la población más desfavorecida en este sentido, y aproximando a las diferentes poblaciones como si de un área metropolitana se tratase.

Una de las grandes preocupaciones desde los Servicios Sociales que atienden en las Comarcas objeto de este estudio, y especialmente las que atienden a las poblaciones más pequeñas, y que se reivindica a todas las administraciones públicas es el problema del transporte colectivo interurbano, que afecta especialmente a los siguientes sectores de la población:

- tercera edad,
- mujer,
- discapacitados,
- jóvenes estudiantes,
- personas en exclusión social por motivos económicos, y
- personas que por enfermedad se encuentran temporalmente incapacitadas para conducir (con el agravante de tener que acudir a visitas médicas fuera de su población).

Así mismo las áreas que más necesitan de un transporte colectivo interurbanos son:

- Servicios Sanitarios
- Acceso a centros especializados de 3ª Edad: alzhéimer, centros de día, etc.
- Acceso a centros especializados Discapacitados tanto físicos, como psíquicos e intelectuales: TAPIS de Muro, CRIS de Alcoy, Gormaig (tiene un autobús, pero sólo llega a Muro), AIN, etc.
- Acceso a la administración pública, para tramitar cualquier solicitud, se suelen solicitar muchos documentos de los que normalmente no se dispone en casa y para obtenerlos, aún hoy en día, hay que ir personalmente al INSS, Tesorería, Hacienda, Servef.
- Para acceder a cursillos de formación o ciertos estudios fuera ya de los reglados, hay que desplazarse bien a Muro, Cocentaina o Alcoy, siendo normalmente los horarios de los autobuses interurbanos incompatibles con los cursos.
- Los últimos años se ha agravado más aún el tema, desde la visión de Servicios Sociales, pues hasta hace pocos años, todos los temas relacionados con las prestaciones del INSS, se tramitaba con la ayuda de las Trabajadoras Sociales desde los ayuntamientos, llevando fotocopias compulsadas por los respectivos Secretarios de los diferentes Ayuntamientos a las oficinas del INSS en Alcoy, pero la dirección provincial del INSS de

Alicante actualmente no admite las compulsas municipales, lo que provoca que sean los ciudadanos, especialmente personas de edad avanzada, los que se tienen que desplazar a Alcoy (la media de casos atendidos semanalmente superaba los 15).

Otra observación a tener en cuenta es que cuando se crea un recurso (centros de atención de alzhéimer, drogodependencia, Sanitario, educacional, etc.), las diferentes administraciones intervinientes, ya sea Consellería, Diputación, o Ayuntamientos, rara vez se preocupan del acceso a ellos desde las otras poblaciones, especialmente desde las más pequeñas.

1.1 Objetivos del estudio

El presente trabajo, lejos de lo que pueda parecer, no pretende mejorar las líneas de autobús existentes en el sentido de reducir los kilómetros a recorrer, o el tiempo necesario para hacer los recorridos.

Siendo conscientes que la red de carreteras de las comarcas de L'Alcoià y El Comtat no permiten hacer muchas variaciones en cuanto a recorrido, se debe entender que la disminución de kilómetros a recorrer no es algo que sea susceptible de mejorarse, no al menos de una forma significativa que justificase un estudio como este, y en todo el caso, la disminución de costes que se pudieran derivarse no serían suficientes para compensar el esfuerzo.

Aunque estas metas intermedias, disminución de kilómetros y tiempo, son deseables para conseguir mejoras en el servicio del transporte público, y lo hace más apetecible a los potenciales usuarios, el verdadero objetivo de este estudio es lograr una red de líneas coordinadas que garanticen que todos los habitantes de las dos comarcas puedan desplazarse a los centros neurálgicos de estas, en un horario adecuado, con un tiempo no excesivo, y a un precio razonable.

Por ello, el verdadero objetivo de este estudio es realizar una propuesta para reconvertir las líneas actualmente existentes, modificándolas y/o añadiendo otras, de forma que las líneas resultantes den más y mejor servicio a las personas que más lo necesitan, por su edad, discapacidad o lugar de residencia.

2 Estado del Arte: antecedentes y el actual transporte público en L'Alcoià y El Comtat

Este capítulo pretende establecer la situación actual en cuanto a la investigación sobre el transporte público han desarrollado anteriormente otros autores, y su puesta en la práctica en diversas ciudades. Algunos de estos estudios son comentados en el siguiente punto.

Pero no se ha encontrado ningún estudio que versara sobre el diseño de redes de transporte público entre un grupo de poblaciones, tal y como son el conjunto de poblaciones de las dos comarcas a las que nos referimos en este estudio.

Así mismo, se investiga la situación actual del transporte público interurbano en las dos comarcas objeto de este estudio, para conocer que poblaciones tienen servicio, en qué condiciones, horarios, tiempos de ruta, etc.

Un aspecto que no ha podido ser averiguado es el aforo de las diferentes líneas de autobús, ya que no se ha dispuesto de tiempo para realizarlo sobre las diferentes rutas a modo de observación del uso real de cada línea. Y por otra parte la empresa que actualmente tiene la concesión no ha facilitado las estadísticas de uso de cada uno de sus autobuses.

Esta información hubiera sido muy importante ya que al conocer el uso real de cada autobús, ruta o línea y en qué horas hay más demanda del servicio, la reestructuración de las líneas, la adición de nuevas o eliminación alguna sin uso hubiera sido más fácil y se hubiera realizado de forma más objetiva.

2.1 Antecedentes, trabajos anteriores sobre el transporte de pasajeros.

El transporte público, tanto urbano como interurbano, ha sido muy estudiado para su implementación y/o mejora, sobre todo en los últimos años. Siempre buscando la optimización entre los recursos que se tenían que invertir y las necesidades de movilidad de los diferentes colectivos de ciudadanos.

Así por ejemplo (Luis David Galicia, 2009) realizan un estudio sobre el BRT, Bus Rapid Tràsit, sistema que está llegando a ser muy popular en las grandes ciudades que están muy congestionadas, evaluándolo en el mencionado estudio en algunas ciudades de Estados Unidos.

En otro estudio realizado en Manchester (UK), los investigadores (Thompson, 2007) realizan comprobaciones sobre las dimensiones del rendimiento del transporte público urbano utilizadas por los visitantes extranjeros (principalmente turistas) para evaluar la calidad y su

contribución relativa a la satisfacción general de destino. Concluyendo que el rendimiento del sistema de transporte público sólo tiene una pequeña influencia en la satisfacción del destino.

El trabajo realizado por los investigadores (Saghapour, 2016) en el área metropolitana de Melbourne, Australia, desarrolla una nueva medida que tiene en cuenta la frecuencia del servicio de transporte público y la densidad de población como un indicador importante de distribución. El índice de accesibilidad del transporte público (PTAI) está formulado para cuantificar la accesibilidad dentro de áreas locales en área metropolitana de Melbourne.

En cambio, el tiempo meteorológico como factor de influencia en el uso del transporte público ha sido estudiado (Tao, 2016) en Brisbane, Australia. En este trabajo se amplía la investigación sobre el clima y el uso del transporte público, considerando la micro-dinámica de los efectos que las diferentes condiciones climáticas imponen a los patrones geográficos de pasajeros en los autobuses en Brisbane, Australia. A los datos de una tarjeta inteligente definida y mediciones detalladas de tiempo, aliados con un conjunto de técnicas de análisis estadísticos y visuales, se emplean para capturar el efecto del clima sobre las variaciones locales de pasajeros de autobuses.

El objetivo del estudio realizado por (Cats, 2015), es examinar cómo la distribución espacio-temporal de flujo de pasajeros del transporte público podría ser utilizado para revelar la dinámica de la estructura urbana. Una metodología para identificar y clasificar los centros en base a datos de movilidad se aplicó al transporte Metropolitano de Estocolmo en Suecia, utilizando los flujos de pasajeros de transporte público multimodales. Estocolmo es conocida por su planificación mono-céntrico a largo plazo con un núcleo central dominante y sistema de transporte público radial. Los nodos estratégicos a lo largo de su sistema de transporte público radial han sido un foco para el desarrollo de sub-centros.

Teniendo en cuenta que hay personas con deficiencias de movilidad y que son normalmente las que más necesitan de un buen servicio de transporte, y sobre todo adaptado a sus necesidades especiales, hay estudios como la investigación llevada a cabo por (Verseckienè, 2015) en la ciudad de Vilna (capital de Lituania), cuyo objetivo es aplicar un sistema de mediciones para la accesibilidad del transporte público para personas con trastornos del movimiento. Y con los resultados, hacer recomendaciones para la mejora del sistema de transporte público existente.

Se han visto diversos estudios que intentan esclarecer cómo afectan diversos factores al transporte público de pasajeros, pero antes de continuar, debemos partir de la base de lo que se entiende por transporte público colectivo, que es aquel que está a disposición de los ciudadanos y visitantes y se realiza con unas rutas, frecuencias y tarifas determinadas. Este transporte público utiliza distintas infraestructuras y vehículos dando lugar a los sistemas de transporte en autobús, trolebús, tranvía o metro entre otros.

La definición del sistema de transporte, requiere conocer un conjunto de características relacionadas con cada modo. Dicho conocimiento es el que permite al planificador y/o gestor de transporte, tener la capacidad de enfrentar y resolver problemas de transporte urbano.

Se consideran tres tipos de características: técnicas, económicas y operacionales. (*San Nicolás Comendador & Colomer Ferrandiz, 2014*)

Características técnicas. Están basadas en los atributos técnicos y físicos del modo de transporte y sirven para determinar el potencial que un modo puede cumplir si es operado adecuadamente. Incluye la velocidad, aceleración y deceleración, capacidad e impacto ambiental.

Características económicas. Se refiere a los requerimientos económicos tales como costes e ingresos, asociados con la construcción y el funcionamiento de un sistema de transporte. Permite determinar, a través de un análisis económico, si las inversiones en transporte deben hacerse. Estas características incluyen los costes de capital, de funcionamiento y los ingresos.

Características operacionales. La operación de un sistema de transporte depende de sus principales componentes, como son: el vehículo, la vía, el operador del vehículo y el sistema de control. Las principales características son el patrón espacial que indica la extensión en el espacio de la red sobre la cual opera el modo de transporte (flexible, extensa, etc.), los tiempos de viaje y tiempos en terminales involucrados en la operación del sistema, la comodidad, la seguridad, el mantenimiento, la administración y los aspectos sociales que debe incluir las características socioeconómicas de los usuarios y no usuarios que son afectados por el sistema.

Los transportes públicos de viajeros pueden clasificarse según distintos criterios:

Criterio de clasificación de los transportes públicos atendiendo a su prestación. (*LEY 6/2011, 2011*)

Los transportes públicos de viajeros se clasifican en:

- Servicio público de transporte, entendido como tal el ofertado a la ciudadanía, de acuerdo con un calendario y horario previamente establecidos.
- Servicios de transporte de viajeros prestados de manera reiterada a colectivos específicos.
- Transporte discrecional de viajeros.
- Servicio de taxi prestado en turismo

Las herramientas de apoyo a la toma de decisiones en muchos casos complementan el conocimiento y experiencia profesional con elementos cuantitativos. Las primeras herramientas propuestas se han utilizado en planificaciones a corto y mediano plazo, pero los

cambios de operativa pueden tener unos costes importantes de implementación (financieros, políticos y sociales), por ello se debe considerar también el largo plazo. (*Antonio Mauttone, Héctor Cancela, & Urquhart, 2003*)

La planificación de un sistema de transporte público urbano colectivo (TPUC) implica determinar un plan de recorridos, frecuencias, horarios, asignación de personal y flota, en lo posible óptimas. Este proceso se puede descomponer en etapas (*CEDER & WILSON, 1986*) de la siguiente manera:

- 1) Diseño de las rutas: cantidad de líneas y el trazado de sus recorridos.
- 2) Determinación de frecuencias: de pasadas para cada línea, eventualmente variable en el tiempo. Considera aspectos de cubrimiento de demanda no considerados en la etapa 1.
- 3) Determinación de horarios: tablas de horarios de cada línea y sincronización de despachos entre aquellas que comparten puntos de transferencia (transbordos).
- 4) Asignación de flota: en base a los vehículos disponibles para realizar los viajes.
- 5) Asignación de personal y recursos disponibles a los viajes programados por línea.

Las dos primeras etapas son generalmente ejecutadas por las entidades reguladoras, es decir, el estado, la municipalidad, etc. Las tres últimas etapas son generalmente ejecutadas por los operadores de los servicios, las empresas de transporte.

La optimización de un sistema de TPUC plantea objetivos del tipo: maximizar la calidad del servicio (minimizar tiempos de viaje y espera), maximizar el beneficio de las empresas transportistas. La solución global al problema depende de la solución de cada una de las etapas del proceso; es razonable pensar que las soluciones factibles de las tres últimas etapas del proceso están condicionadas por las soluciones obtenidas en las dos primeras (*CEDER & WILSON, 1986*).

Los problemas de la asignación de flota y personal han sido muy estudiados, con resultados publicados (*Wren, 1998*); se modelan como problemas clásicos de optimización combinatoria, programación lineal entera, y, en muchos casos, se resuelven en forma exacta.

El problema del diseño y optimización de rutas y frecuencias ha sido menos estudiado y es NP difícil (*Ceder & Israeli, 1998*).

(*Baaj & Mahmassani, 1991*) enumeran las siguientes dificultades:

- 1) Formulación del problema: en definir las variables de decisión (en particular la elección de línea por parte del que viaja) y la función objetivo.
- 2) No linealidad y no convexidad del problema.
- 3) Naturaleza combinatoria del problema, con variables discretas.

- 4) Múltiples objetivos: existe un trade-off principalmente entre los objetivos de los usuarios (pasajeros) del sistema, y los operadores (empresas de transporte), lo que hace que pueda no existir única solución óptima, sino varias soluciones no dominadas. Una solución es no dominada cuando no existe otra solución que mejore la función en algún objetivo sin empeorar el resto.
- 5) Disposición espacial de las rutas: formalización de una buena disposición de ellas.

Las primeras herramientas de diseño óptimo de rutas y frecuencias surgen en la década de los 70, basados en ideas intuitivas, sin una formulación del modelo y su función objetivo, en algunos casos sin exploración del espacio de soluciones. En la década de los 80 se formulan algunas funciones objetivo, y se incorporan nuevos parámetros tales como el cubrimiento de la demanda, factor de carga (proporción de pasajeros parados respecto a la cantidad de asientos) y transferencias de los buses (*Axhausen & Smith, 1984*). En la década de los 90 aparecen otros enfoques, como puede ser, la utilización de metaheurísticas y la exploración del espacio de soluciones. La facilidad de integrar módulos existentes y de incorporar interfaces gráficas, estimulan el desarrollo de nuevos métodos, los que se diferenciarán por su:

- a) adaptabilidad: respecto de los datos disponibles, principalmente aquellos relativos a la topología de la red de tránsito y a la demanda de viajes (matrices origen-destino);
- b) interactividad: con el usuario, de modo de permitir la incorporación de conocimiento humano (técnico humano) en el proceso de toma de decisiones;
- c) eficiencia: calidad en los resultados y tiempos de procesamiento razonables;
- d) flexibilidad: en cuanto al horizonte de planificación, los primeros métodos refirieron a planificaciones de corto y mediano plazo.

Pero buscando un método que ayude a optimizar la solución para el diseño de rutas, se observa el modelo presentado por (*Baaj & Mahmassani, 1991*), como exponen los investigadores (*López, M., & Repolho, 2015*) en un estudio, que es considerado uno de los modelos más completos ya que tiene en cuenta los principales aspectos del problema y gran variedad de parámetros y restricciones, que lo convierten en uno de los principales modelos en la literatura. Presentan un modelo para diseño de rutas de transporte donde se minimiza los tiempos totales de transferencia de los pasajeros y el tamaño de la flota (1), sujeto a diferentes restricciones en cuanto a la frecuencia de los autobuses, el factor de carga de pasajeros y el tamaño de la flota.

De esta forma tenemos la función objetivo:

$$\text{Min} \left\{ C_1 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} t_{ij} + C_2 \sum_{k \in R} f_k t_k \right\} \quad (1)$$

La función objetivo anterior está ligada a las siguientes restricciones:

$$f_k \geq f_{\min} \quad \forall k \in R \quad (\text{frecuencia factible}) \quad (2)$$

$$LF_k = \frac{(Q_k)_{\max}}{f_k \text{ CAP}} \leq LF_{\max} \quad \forall k \in R \quad (\text{factor de carga}) \quad (3)$$

$$\sum_{k \in R} N_k = \sum_{k \in R} f_k t_k \leq W \quad (\text{tamaño de flota}) \quad (4)$$

$$N_k = f_k t_k \quad (5)$$

Dónde:

n : Cantidad de nodos de la red;

d_{ij} : Demanda (cantidad de viajes por unidad de tiempo) entre los nodos i y j ;

t_{ij} : Tiempo total de viaje entre i y j (en vehículo, espera y transferencia, si existe);

N_k : Cantidad de autobuses operando en la línea k ;

W : Tamaño de la flota disponible (cantidad de autobuses por hora);

f_k : Frecuencia de autobuses operando en la ruta k ;

f_{\min} : Mínima frecuencia de autobuses permitida para toda ruta;

t_k : Tiempo total de viaje de la ruta k (tiempo de clico);

LF_k : Factor de carga de la ruta k ;

$(Q_k)_{\max}$: Máximo flujo por arco en la ruta k ;

CAP: Capacidad de pasajeros sentados en los autobuses;

LFmax: Máximo factor de carga permitido;

R : Conjunto de rutas para una solución dada;

C_1 y C_2 : Factores de conversión y pesos relativos de los términos de la función objetivo.

Ahora se explica cómo actúan las diferentes restricciones sobre la función objetivo. La restricción (2) exige que la frecuencia f_k de los autobuses operando en la ruta k sea mayor o igual a la frecuencia mínima permitida para toda ruta k .

En la restricción (3) es definido el factor de carga para cada ruta k , donde el máximo flujo por arco $(Q_k)_{max}$ es dividido por el producto entre la frecuencia de los autobuses f_k y la capacidad de pasajeros sentados en los autobuses CAP .

La restricción (4) se refiere al tamaño de la flota de autobuses operando en la ruta, limitado por el tamaño de la flota disponible para cubrir las rutas k (W).

El modelo de asignación considera diferentes líneas para pasajeros que comparten el mismo par de nodos origen-destino, utilizando como criterio principal, la minimización de los transbordos y el tiempo de viaje en vehículo.

Pero siguiendo con la investigación de antecedentes, encontramos un modelo desarrollado a partir del presentado por (Baaj & Mahmassani, 1991), cuyos artífices son (Ceder & Israeli, 1997), y en el que proponen un modelo de optimización multiobjetivo con Z_1 y Z_2 , su intención es minimizar el tamaño de la flota y los costos que representan la cantidad de pasajeros por hora, tiempo de espera de los pasajeros entre cada nodo y el tiempo de viaje en el que el bus se encuentra vacío, donde se reflejará la utilización de estos.

$$\text{Min } Z_1 = a_1 \sum_{i,j \in N} PH_{ij} + a_2 \sum_{i,j \in N} WH_{ij} + a_3 \sum_{r \in R} EH_r \quad (6)$$

$$\text{Min } Z_2 = FS \quad (7)$$

Dónde:

PH_{ij} : Cantidad pasajeros/hora, entre los nodos i y j (mide el tiempo de viaje en vehículo, de los pasajeros);

WH_{ij} : Tiempo de espera de pasajeros entre los nodos i y j ;

EH_r : Tiempo de viaje vacío, que refleja la utilización de los autobuses;

FS : Tamaño de la flota;

R : Conjunto de rutas para una solución dada;

a_1, a_2, a_3 : Pesos que reflejan la importancia relativa de los términos de la función Z_1 .

Donde el primer objetivo Z_1 (6) está compuesto por la suma de diversos factores:

- la cantidad de pasajeros por hora, que implícitamente está relacionado a los costos,
- donde se mide el tiempo de viaje de los pasajeros en los autobuses entre los nodos i y j ;

- el tiempo de espera de los pasajeros entre cada par de nodos i y j .

Multiplicados por diferentes constantes a_1 , a_2 y a_3 respectivamente, que reflejan su importancia en la ecuación (6).

En cuanto al segundo objetivo Z_2 (7), consiste en minimizar el tamaño de la flota utilizada para satisfacer la demanda, y que también implícitamente también está asociada a los costos. La resolución de este modelo de optimización implica encontrar todas las soluciones no dominadas pertenecientes a frente de Pareto óptimo.

(Ngamchai & Lovell, 2000) también trabajaron en un modelo basado en el presentado por (Baaj & Mahmassani, 1991), en el que calculan las frecuencias de los autobuses en las rutas donde se quiere minimizar el costo de la flota, el costo de viaje de los vehículos por usuario y el costo de espera de los usuarios, requiriendo una conversión en pesos por hora (\$/h) de todos sus componentes.

También se debe hablar de (Gruttner, 2002), que han desarrollado un modelo que a diferencia de los anteriores, cambia en cuanto a la especificación de los componentes. Se propone un modelo de asignación alternativo, usando el método Logit, es decir, realizar una regresión para analizar el resultado de la variable, mediante el cálculo de utilidades de cada línea para cada par origen (i, j). En este modelo no se contemplan diferentes aspectos como la frecuencia de los autobuses o tamaño de la flota, también requiere la utilización de coeficientes de conversión y valores subjetivos de tiempo.

Como objetivo se maximizan dos componentes principales: la función beneficio del operador y la función del costo del usuario por línea, multiplicados por unos coeficientes que expresan la importancia de cada uno en la función y el conjunto de rutas validas de la red. Así se define la **función de beneficio del operador** como la diferencia entre el ingreso del operador y el costo del operador en cada línea. El ingreso del operador en una línea representa la cantidad total de viajes que atrae dicha línea, multiplicado por la tarifa de utilizarla, y sumando las posibles subvenciones que la autoridad pública establece para que haya un interés económico por parte de las empresas, en caso que sean mercantiles y no públicas. El costo del operador en dicha línea es expresado como la distancia recorrida en esa línea por el costo unitario de operación por kilómetro de esa línea.

En cuanto a la **función de costo del usuario** en cada línea, se establece por la multiplicación del valor subjetivo del tiempo, en número de viajes entre cada par de nodos origen-destino, y la suma de los tiempos de acceso a la línea, de viaje y de espera, donde el tiempo de acceso y de espera son multiplicados por unos coeficientes, que reflejan la importancia de estos factores en la ecuación, y que en cada caso deben establecerse en base a datos empíricos.

Estos modelos de los que hemos hablado para el problema de diseño de rutas de transporte público tienen una estructura similar, con las siguientes características: Tienen como variables de decisión a los trazados de los recorridos y las frecuencias de operación en su formulación. En la función objetivo se representan los intereses de los usuarios y los operadores. Para los usuarios generalmente se considera la minimización de los tiempos de viaje entre todo par de nodos de la red; estos tiempos generalmente incluyen tiempos de viaje en vehículo (a bordo del autobús), de espera en la parada, y de penalización por transbordos. Para la expresión de los objetivos de los operadores, generalmente se considera el tamaño de la flota requerida (que representa los costos de operación de los servicios). Menos común es la inclusión de la recaudación como parte de la función objetivo de los operadores; esto se debe a que la cuantificación de los ingresos no solo depende de la afluencia (que en casos de demanda inelástica se considera fija). Las restricciones más comunes, son las que acotan las frecuencias, el tamaño de la flota, las duraciones de los recorridos, y el factor de carga de los autobuses.

Para el caso que nos ocupa, no se ha elegido ningún modelo en concreto, debido a la imposibilidad de recopilar la información necesaria sobre los diferentes aspectos de que hablan los modelos, ya que se pretendía basarse en los datos reales y estadísticos de los usos actuales de las diferentes líneas en estudio, las condiciones de concesión de la licencia administrativa para operar dichas líneas (tanto económicamente como de operación) y otras cuestiones que durante el estudio han quedado sin clarificar. Por eso se ha realizado un estudio en base a las rutas que se ofrecen, a las solicitudes y opiniones que los ciudadanos han expresado en las encuestas que se han lanzado, y en las observaciones del autor de este estudio.

2.2 Introducción al presente estudio

El ámbito de trabajo de este estudio se centra en todas las poblaciones de La Mancomunidad de L'Alcoià i el Comtat, la cual está constituida por las siguientes poblaciones: Agres, Alcocer de Planes, Alcoi/Alcoy, Alfafara, l'Alquería d'Asnar, Balones, Banyeres de Mariola, Benasau, Beniarrés, Benillup, Benimarfull, Benimassot, Cocentaina, Gaianes, Millena y Muro de Alcoy. En cambio las poblaciones que conforman las dos comarcas implicadas son muchas más.

- L'Alcoià (conocido también como Hoya de Alcoy) está conformado por las siguientes poblaciones, Alcoy, Ibi, Castalla, Onil, Banyeres de Mariola, Tibi, Penàguila y Benifallim.

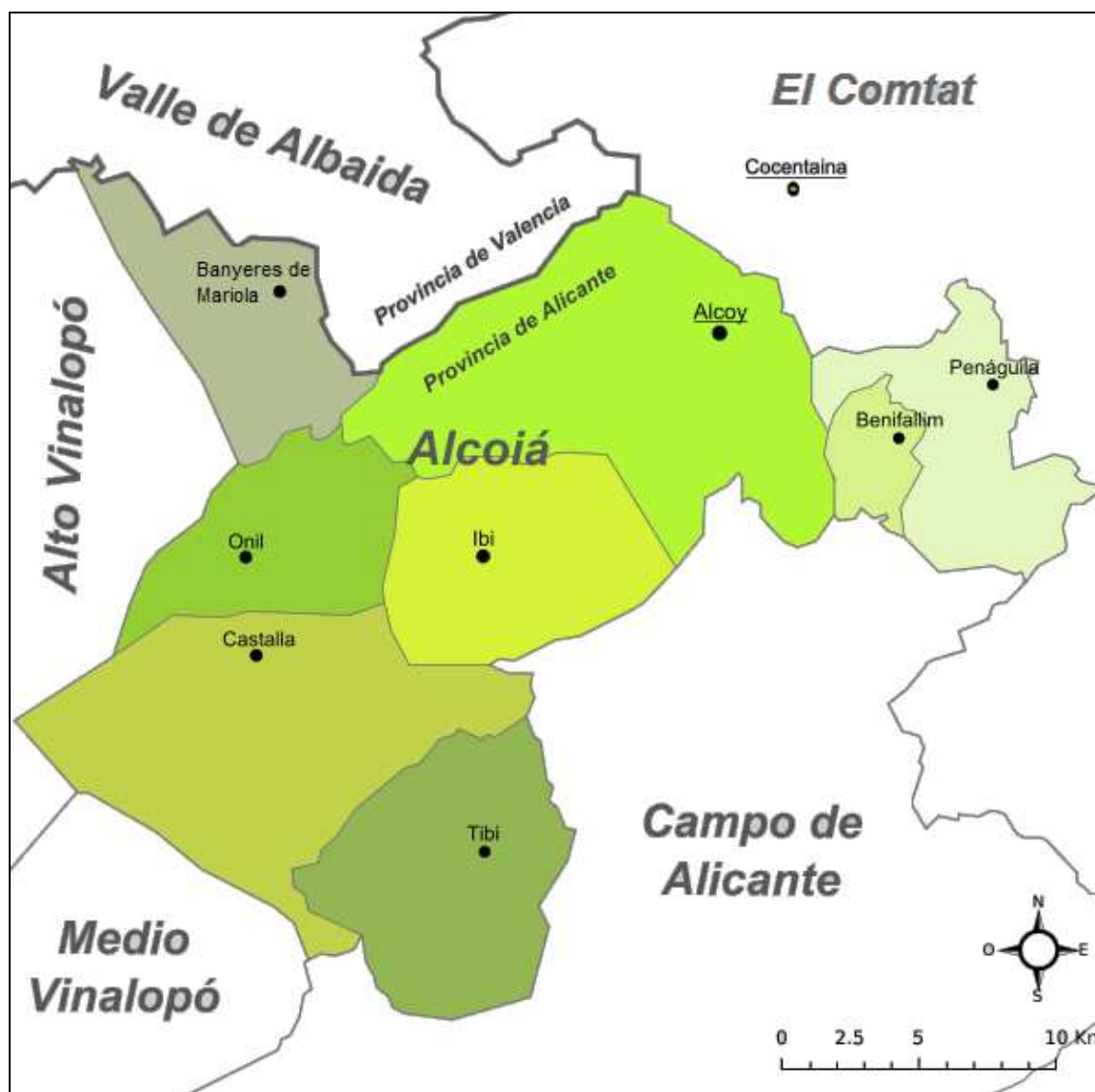


Fig. 1 – Poblaciones de la Comarca de L'Alcoià (Fuente: [Wikipedia-Mapa de L'Alcoià](#))

- El Comtat se subdivide en siete (7) sub-comarcas históricas i geográficas: La Foia de Cocentaina, La Vall de Seta, La Vall de Travadell, La Valleta d'Agres, La Vall de Perputxent, La Baronía de Planes, y Frainós. En las que se engloban veinticuatro (24) poblaciones.

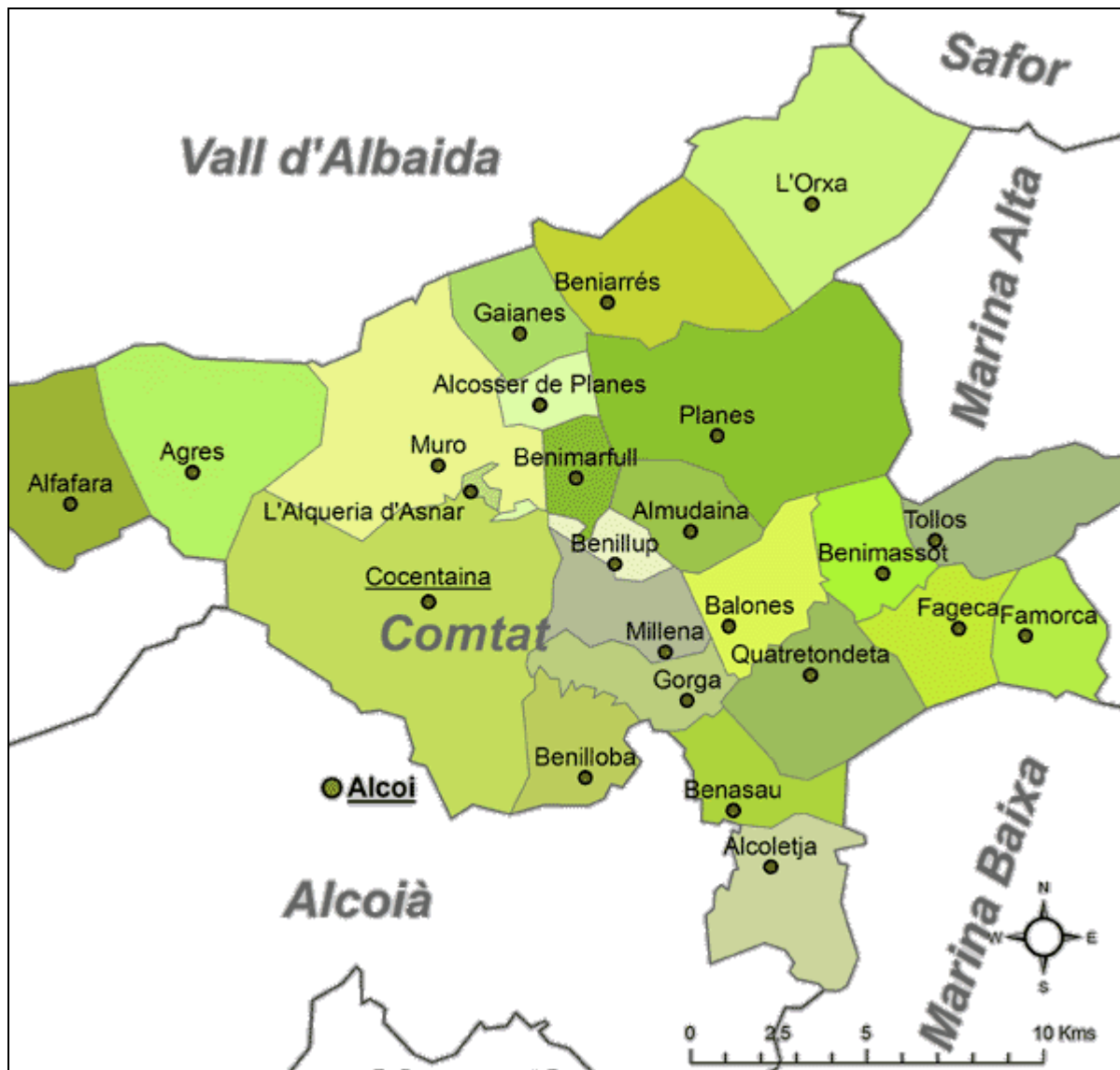


Fig. 2 – Poblaciones de la Comarca de El Comtat. (Fuente: [Wikipedia- Mapa de El Comtat](#))

Para tener en cuenta a toda la población, o con la intención que no quede ningún ciudadano fuera de este estudio, se han contemplado aquellas pedanías con mayor población o con un interés especial para englobarlas dentro de las rutas del transporte público, aunque no se ha podido disponer de la población real que en ellas habita, debido a que los censos los incluyen en las poblaciones “madre”.

Entre las pedanías contempladas, podemos citar a L'Alcudia (Cocentaina), Benàmer (Muro), Els Algars (Cocentaina), Setla de Nunyes (Muro), o Catamarruch (Planes), entre otros.

En la siguiente tabla se muestran todas las poblaciones pertenecientes a las dos comarcas, y aquellas que forman parte de la Mancomunitat, a la fecha de la realización de este estudio.

POBLACIONES	L'ALCOIA	EL COMTAT	Mancomunitat
Alcoy/Alcoi	X		X
Ibi	X		
Castalla	X		
Onil	X		
Banyeres de Mariola	X		X
Tibi	X		
Penáguila	X		
Benifallim	X		
Agres		X	X
Alcoleja		X	
Alcosser de Planes		X	
Alfafara		X	X
Almudaina		X	
L'Alquería d'Asnar		X	X
Balones		X	
Benasau		X	
Beniarrés		X	
Benilloba		X	
Benillup		X	
Benimarfull		X	X
Benimassot		X	
Cocentaina		X	X
Facheca/Fageca		X	
Famorca		X	
Gaianes		X	X
Gorga		X	
Millena		X	X
Muro d'Alcoi		X	X
Lorcha/L'Orxa		X	2016
Planes		X	
Quatretondeta		X	
Tollos		X	

Fig. 3 – Tabla de poblaciones por comarcas y pertenecientes a la Mancomunitat.

(fuente: elaboración propia)

2.3 Datos de Aforos

Como se ha comentado anteriormente, los datos del aforo para las diferentes líneas de autobús actualmente establecidas en las comarcas de L'Alcoià y de El Comtat, son importantes para tener una base de información sobre el uso actual de dichas rutas de autobús.

Esta información puede conseguirse de dos formas diferentes:

1. Realizando un encuesta a pie de autobús, tomando notaciones de los viajeros que usan el autobús, en que parada suben y a qué hora, en que parada bajan y a qué hora, su edad, si tienen algún tipo de discapacidad, si tienen permiso de conducir y disponen de vehículo privado o turismo, etc. Tal como exponen y realizan en su estudio (San Nicolás Comendador & Colomer Ferrandiz, 2014). Y todo eso para todas y cada una de las líneas en servicio, durante un periodo de varias semanas en diferentes épocas del año. Algo que no se ha podido realizar con el poco tiempo disponible y sin los recursos necesarios y apropiados.
2. Obteniendo la información por parte de la empresa que en la actualidad tiene la concesión de explotación de estas líneas y que realiza los viajes, de los viajeros que realmente están usando este servicio, es decir, que facilitase las estadísticas de uso en base a la venta de billetes, por el periodo máximo que tuvieran información. Con esta información real del uso de cada autobús se podría haber evaluado si cada línea está prestando un servicio adecuado, y daría información acerca de si su horario es adecuado, el vehículo utilizado es suficiente o excesivo, etc. Desgraciadamente a pesar de haber intentado comunicarse con la empresa no ha habido respuesta y por lo tanto no se ha dispuesto de esta información.

Al no disponer de la información del aforo, por cualquiera de los dos caminos, se tiene que realizar la propuesta de modificaciones sobre la red de líneas de transporte con una carga de incertidumbre que deja una puerta abierta para posteriores adiciones al presente estudio.

2.4 Líneas de transporte de pasajeros existente

En la actualidad existen varias líneas de autobuses que unen diferentes poblaciones de las dos comarcas, o algunas de ellas con otras poblaciones que no pertenecen al ámbito geográfico de este estudio, pero que se han considerado en sus tramos que transcurren por alguna o las dos comarcas, porque también son aprovechadas por los ciudadanos objeto de nuestra preocupación para poder trasladarse a poblaciones vecinas.

Se relacionan aquí todas las rutas en funcionamiento actualmente, que servirán de base para completarlas y promover un servicio de transporte entre todas las poblaciones objeto de

este estudio.

Para la realización de los siguientes mapas se ha utilizado la información de las diferentes compañías que en la actualidad prestan algún servicio de transporte de pasajeros en el ámbito geográfico de las dos comarcas, sin incluir al tren que une Alcoy con Játiva, y se ha desglosado esta información en función de los días de la semana, así se ha preparado un mapa para los días laborables, con las frecuencias diarias, otro para sábados y un tercero para domingos y festivos.

Las líneas que se han introducido en los grafos son las siguientes, y que pueden verse detalladamente en los Anexos. Además se ha codificado estas líneas de forma que sean fácilmente identificables cuando se realicen las propuestas, que siempre serán derivadas de estas.

LÍNEA DE AUTOBUS EXISTENTE	NOMENGLATURA PARA ESTE ESTUDIO
• Alcoy – Cocentaina – Muro	Bus Comarcal
• Alcoy – Famorca – Quatretondeta	Línea A-2
• Alcoy – Ares del Bosque	Línea A-3
• Alcoy – Planes	Línea A-4
• Alcoy – Banyeres de Mariola	Línea A-5
• Alcoy – Muro – Bocairent	Línea A-6
• Alcoy – Pego – Denia	Línea AD
• Alcoy – Villena	Línea B
• Alicante – Alcoy	Línea T
○ Alcoy-Castalla-Alicante	Línea T-1
○ Alcoy-Tibi-Alicante	Línea T-21
○ Alcoy-Castalla-Tibi-Alicante	Línea T-22
○ Alcoy-San Vicente-Alicante	Línea T-3
○ Ibi-Castalla-San Vicente	Línea T-4
• Valencia – Alcoy	Línea V

Los tres mapas siguientes se han realizado con el software Grafos, para la resolución de problemas de Teoría de grafos (camino de valor mínimo y/o máximo, algoritmo de Dijkstra, viajante de comercio, algoritmo de Ford, algoritmo de Bellman-Ford, Algoritmo de Floyd-Warshall, algoritmo de Kruskal, algoritmo de Prim, problema de Transbordo, etc.), y en los que se ha seguido el mismo criterio para identificar las diferentes poblaciones, con un círculo, cuyo tamaño es relativo a la población que habita en cada uno de ellos. Se ha excluido de este

criterio a las poblaciones que no pertenecen a la Mancomunitat, a las que no se ha asignado ningún habitante, y además se las ha identificado con un color diferente.

También mencionar que esas poblaciones generalmente no son las únicas paradas de cada línea, pero se ha omitido las intermedias por no considerarse importantes para el presente estudio.

También se ha identificado con un color diferente las localizaciones de pedanías o urbanizaciones, y no se ha puesto los habitantes que realmente viven allí, puesto que no se tienen datos. Los datos de poblaciones han sido recabados directamente de la página web del INE (Instituto Nacional de Estadística)

De igual forma, se ha remarcado con un grosor proporcional, en la flecha que une a cada dos poblaciones, según las frecuencias de transporte diario entre ellas.

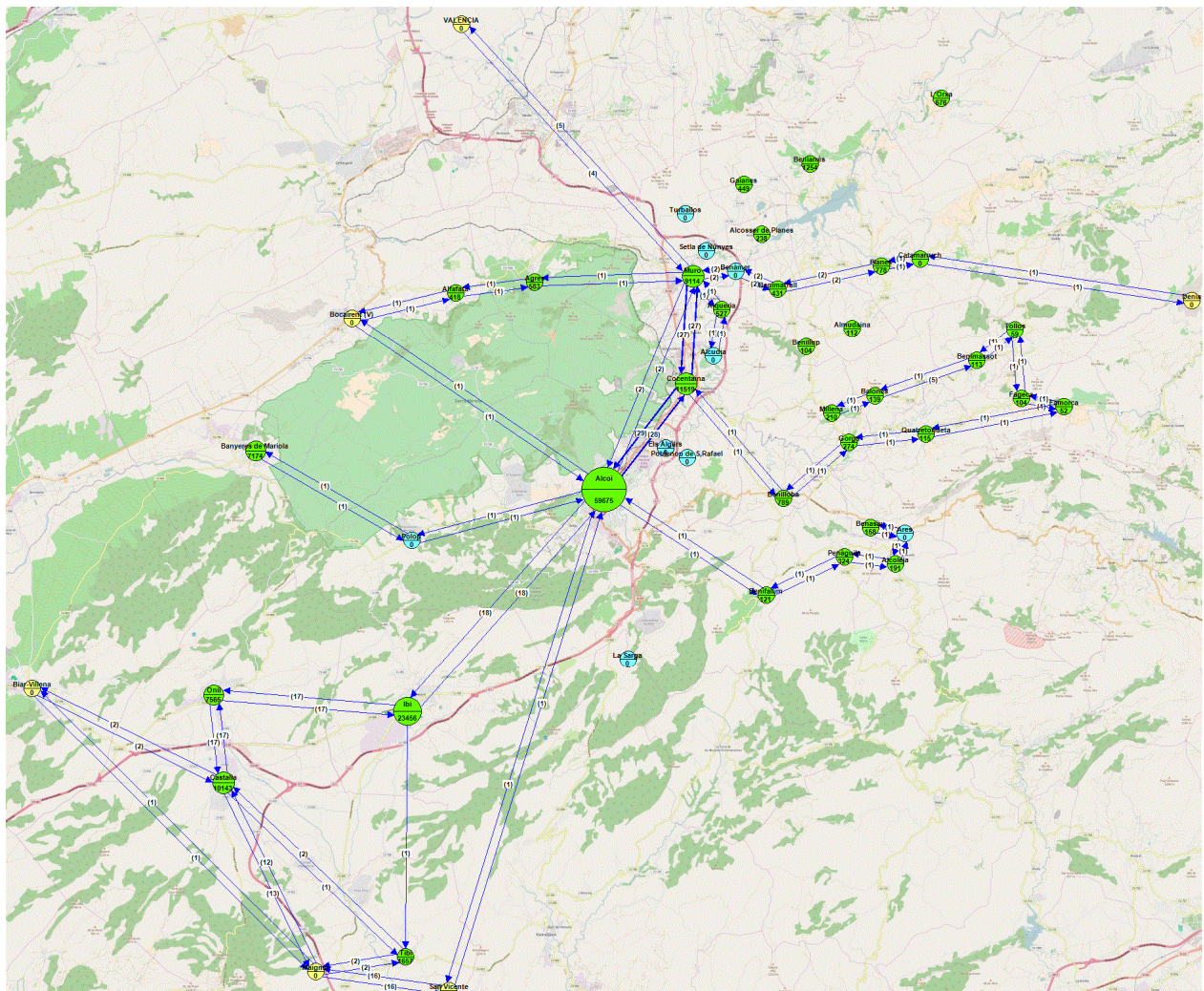


Fig. 4 – Líneas de autobuses de transporte público en días **laborales** a 29/06/2016 (fuente: elaboración propia a partir de datos de las diferentes empresas que prestan servicios de transporte de pasajeros en la zona)

Como se ve en la Figura 4, se han marcado algunos trayectos directamente entre la

población origen y a destino, ya que no hay paradas intermedias, aunque lógicamente dicho trayecto no se puede realizar sin pasar por algunas poblaciones intermedias. Pero en algunos casos y gracias a las autovías no es preciso entrar dentro de todas las poblaciones.

Además se ha utilizado el programa informático para cálculo de grafos desarrollado en la Universidad Politécnica de Valencia, por el profesor y Doctor Ingeniero, Don Alejandro Rodríguez Villalobos. Con el que se ha podido representar claramente la relación existente entre las diferentes poblaciones con respecto a la cantidad de frecuencias de viajes que se puede utilizar a lo largo de una semana.

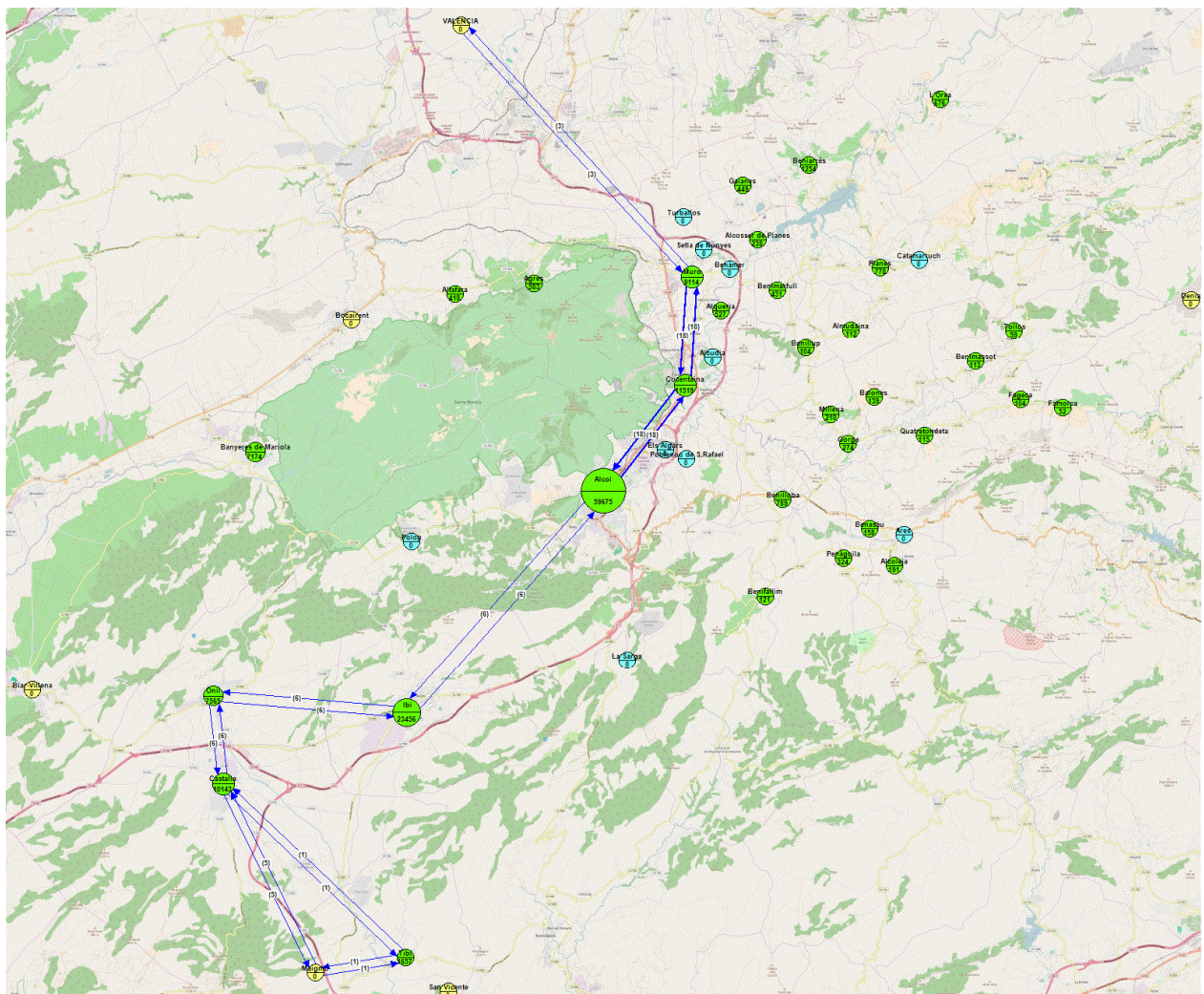


Fig. 5 – Líneas de autobuses de transporte público en **sábados** a 29/06/2016 (fuente: elaboración propia a partir de datos de las diferentes empresas que prestan servicios de transporte de pasajeros en la zona)

Como se comprueba en los diferentes mapas, en los días laborables la cantidad de viajes que están disponibles es sensiblemente mayor a los disponibles para sábados y para domingos y festivos. Dato que se observa en las líneas que unen a las diferentes poblaciones, en los que se ha incorporado el número que nos indica la cantidad de estos viajes que están programados diariamente.

Además se han representado a las diferentes poblaciones como círculos cuyo tamaño es proporcional a la población que estaba censada en el INE durante el año 2014, cifra que se indica en la parte baja del círculo, mientras que en la parte alta se puede identificar a la población.

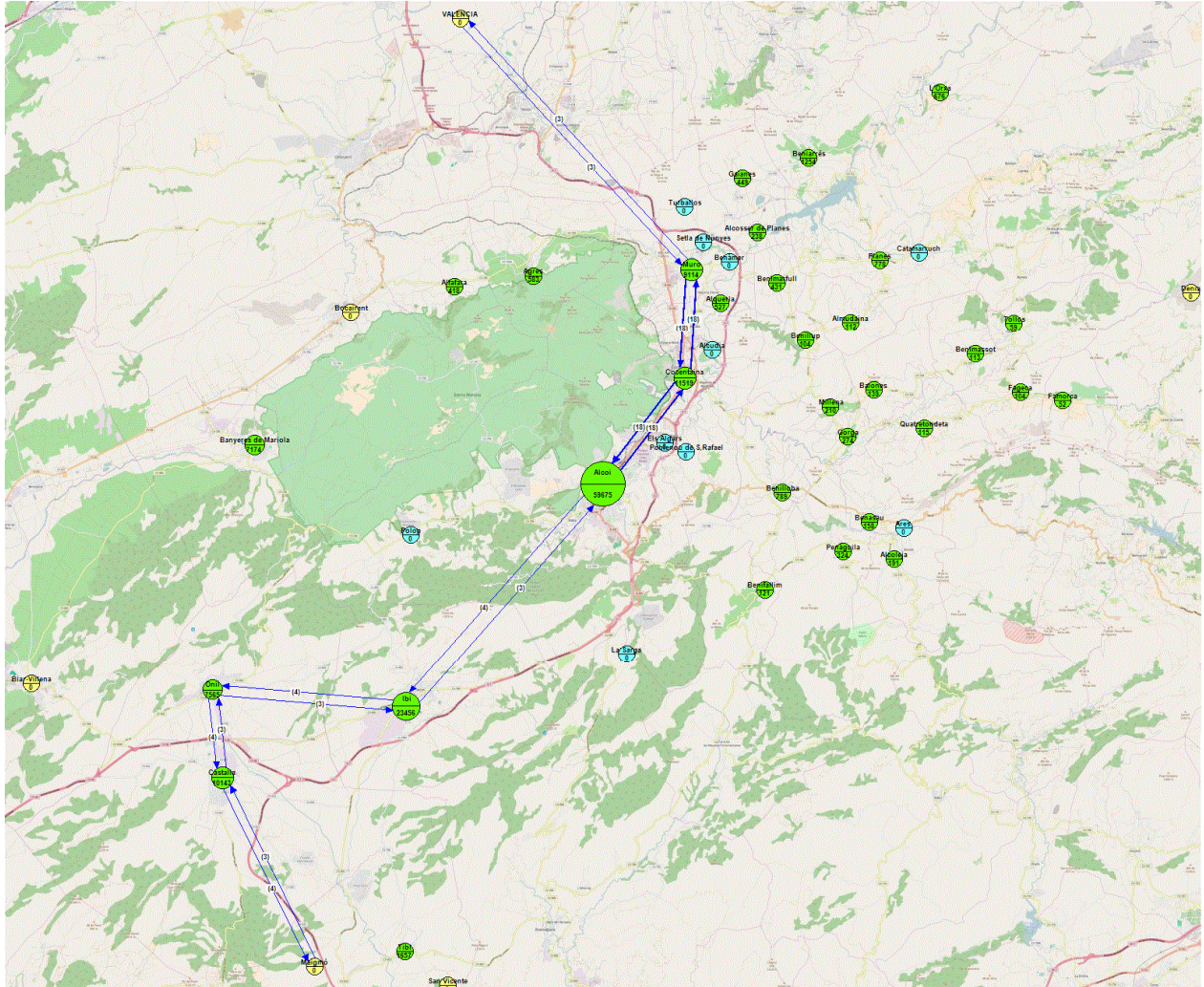


Fig. 6 – Líneas de autobuses de transporte público en domingos y festivos, a 29/06/2016 (fuente: elaboración propia a partir de datos de las diferentes empresas que prestan servicios de transporte de pasajeros en la zona)

Como se observa en los diferentes mapas, hay algunas poblaciones que no disponen de ningún servicio de transporte público, como son Gaianes, Beniarrés, Lorcha/L'Orxa, Alcocer de Planes, Almudaina o Benillup, sin menospresiar a algunas pedanías y urbanizaciones que tampoco disponen de ningún servicio.

Ante esto cabe destacar que durante algún tiempo han dado servicio tres líneas que comunicaban algunas de estas poblaciones antes mencionadas, y que dejaron de prestar sus servicios en pasadas fechas.

- Línea Alcoy-Gandía: que unía las poblaciones de Alcoy, Cocentaina, Alcedia (pedanía),

Alquería de Aznar, Muro de Alcoy, Setla de Nuñez, Gaianes, Beniarrés y tomaba dirección a Gandía.

- Línea Alcoy-L'Orxa: que unía las poblaciones de Alcoy, Cocentaina, Alcodia (pedanía), Alquería de Aznar, Muro de Alcoy, Setla de Nuñez, Gaianes, Beniarrés y Lorcha/L'Orxa.
- Línea Banyeres de Mariola-Villena.

2.5 Análisis de las líneas de transporte público interurbano actuales

Como se ha mencionado anteriormente, en la actualidad existen diferentes líneas de autobús para pasajeros que unen algunas de las poblaciones de las dos comarcas, y que se intentan analizar a continuación:

1. Bus Comarcal → Alcoy – Cocentaina – Muro

La línea de autobús que une estas poblaciones tiene una frecuencia de 22/23 autobuses por día laborable, y de 15 autobuses día en Sábados, Domingos y festivos. Y el trayecto queda plasmado en el siguiente mapa.

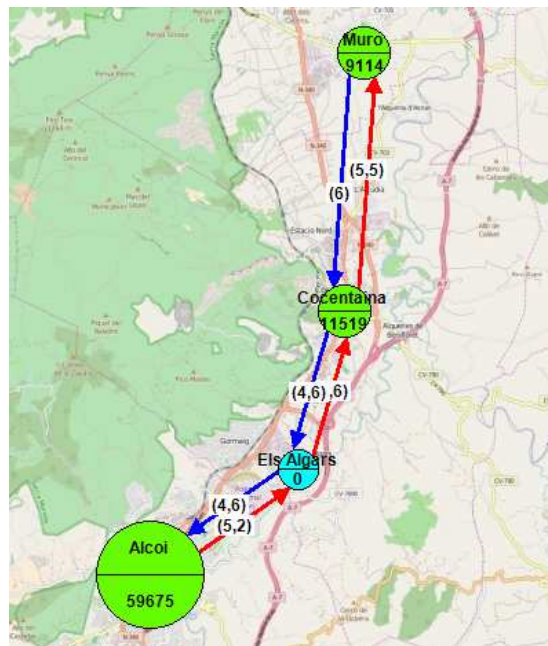


Fig. 7 – Línea de autobús Alcoy-Cocentaina-Muro, kilómetros entre poblaciones (fuente: elaboración propia a partir de datos de las diferentes empresas que prestan servicios de transporte de pasajeros en la zona)

Los horarios de los autobuses que realizan esta ruta están recogidos en los siguientes cuadros, habilitada para la temporada de Invierno, para días laborables, y para Sábados, Domingos y festivos.

DE LUNES A VIERNES

ALCOI	05:30 - 07:00 - 07:30 - 08:00 - 08:30 - 09:00 - 09:30 - 10:00 - 10:30 - 11:00 - 12:00 - 13:00 - 13:30 - 14:00 - 14:30 - 15:00 - 16:30 - 17:30 - 18:30 - 19:30 - 20:30 - 21:30
COCENTAINA	05:45 - 07:15 - 07:45 - 08:15 - 08:45 - 09:15 - 09:45 - 10:15 - 10:45 - 11:15 - 12:15 - 13:15 - 13:45 - 14:15 - 14:45 - 15:15 - 16:45 - 17:45 - 18:45 - 19:45 - 20:45 - 21:45
MURO	06:00 - 07:30 - 08:00 - 08:30 - 09:00 - 09:30 - 10:00 - 10:30 - 11:00 - 11:30 - 12:30 - 13:30 - 14:00 - 14:30 - 15:00 - 15:30 - 17:00 - 18:00 - 19:00 - 20:00 - 21:00 - 22:00

SÁBADOS, DOMINGOS Y FESTIVOS

ALCOI	07:00 - 08:00 - 09:00 - 10:00 - 11:00 - 12:00 - 13:00 - 14:00 - 15:00 - 16:00 - 17:00 - 18:00 - 19:00 - 20:00 - 21:00
COCENTAINA	07:15 - 08:15 - 09:15 - 10:15 - 11:15 - 12:15 - 13:15 - 14:15 - 15:15 - 16:15 - 17:15 - 18:15 - 19:15 - 20:15 - 21:15
MURO	07:30 - 08:30 - 09:30 - 10:30 - 11:30 - 12:30 - 13:30 - 14:30 - 15:30 - 16:30 - 17:30 - 18:30 - 19:30 - 20:30 - 21:30

Fig. 8 – Horarios de la línea de autobús Alcoy-Cocentaina-Muro temporada de invierno (fuente: <http://www.subus.es/wp/wp-content/uploads/2015/04/ALCOY-MURO-5-CARAS.pdf>)

Tiempo medio de duración de un trayecto completo es de 30 min.

Estos horarios varían en temporada de verano, y pueden verse en los anexos.

Esta línea es muy completa en cuanto a horarios, frecuencia y paradas, por lo que es muy usada por el público.

2. Línea A-2 → Alcoy – Famorca – Quatretondeta.

El recorrido realizado por el autobús de esta línea tiene una frecuencia diaria en días laborables, y sigue la ruta:

A2	Ida	Millena	Balones	Benimasot	Tollos	Famorca	Fageca	Quatretondeta	Gorga	Benilloba	Cocentaina	Alcoy	Tiempo total
		9:30	9:35	9:40	9:45	9:50	9:55	10:05	10:10	10:55	11:10	11:20	min
	min	5	5	5	5	5	10	5	45	15	10	110	
A2	Vuelta	Alcoy	Cocentaina	Benilloba	Gorga	Quatretondeta	Famorca	Fageca	Tollos	Benimasot	Balones	Millena	Tiempo total
		16:45	16:55	17:30	17:40	17:45	17:50	18:00	18:05	18:10	18:15	18:20	min
	min	10	35	10	5	10	10	5	5	5	5	100	

Fig. 9 – Horarios de la línea de autobús Alcoy-Famorca-Quatretondeta (fuente: elaboración propia a partir de datos de la empresa, <http://www.subus.es/rutas/alcoi-famorca-quatretondeta>)

El horario de esta línea no es muy adecuado para poder acceder al trabajo, a los centros educativos, tramites con la administración u otras, ya que su llegada a Alcoy es muy avanzada la mañana.

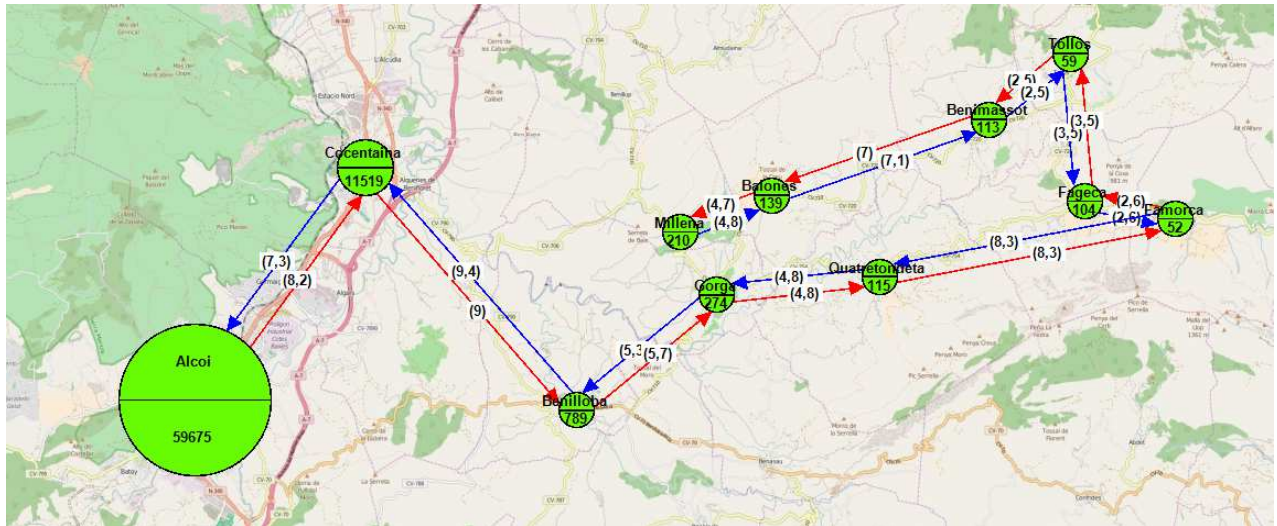


Fig. 10 – Línea de autobús Alcoy-Famorca-Quatretondeta, kilómetros entre poblaciones (fuente: elaboración propia a partir de datos de la empresa <http://www.subus.es/rutas/alcoy-famorca-quatretondeta/>)

Los Sábados, Domingos y festivos no hay servicio. Además, el horario no parece ser adecuado para que los usuarios acudan al trabajo, servicios médicos, servicios administrativos, u otros en horario laboral.

3. Línea A-3 → Alcoy – Ares del Bosque

La ruta actual que realiza este recorrido transcurre por las poblaciones que se muestran en el siguiente cuadro, con un frecuencia diaria de un autobús en días laborables, los sábados, domingos y festivos no hay servicio.

A3	Ida	Benasau	Ares del Bosque	Alcoleja	Penáguila	Benifallim	Alcoy	Tiempo total
		10:20	10:23	10:30	10:35	10:40	11:20	
	min	3	7	5	5	40		60
	Vuelta	Alcoy	Benifallim	Penáguila	Alcoleja	Ares del Bosque	Benasau	
		16:45	17:10	17:15	17:20	17:24	17:25	
	min	25	5	5	4	1		40

Fig. 11 – Horarios de la línea de autobús Alcoy-Ares del Bosque.

(fuente: elaboración propia a partir de datos de la empresa, <http://www.subus.es/rutas/alcoy-ares/>)

Se observa, al igual que la línea A2, que la hora de inicio de la ruta es a las 10:20 horas, un horario inapropiado para aquellas personas que necesitan desplazarse al médico, trámites con la administración, u otros. Además los Sábados, Domingos y festivos no hay servicio.



Fig. 12 – Línea de autobús Alcoy-Ares, kilómetros entre poblaciones.

(fuente: elaboración propia a partir de datos de la empresa <http://www.subus.es/rutas/alcoy-ares>)

4. Línea A-4 → Alcoy – Muro – Planes

El recorrido realizado por el autobús de esta línea tiene una frecuencia de un autobús diario en días laborables, y sigue la ruta:

A4	Ida	Planes	Benimarfull	Benàmer	Muro	Alcoy	Tiempo total
		8:19	8:27	8:30	8:45	10:00		min
	min	8	3	15	75	101	
Vuelta	Alcoy	Muro	Benàmer	Benimarfull	Planes		
	13:50	15:10	15:15	15:20	15:30		
	min	80	5	5	10	100	

Fig. 13 – Horarios de la línea de autobús Alcoy-Muro-Planes.

(fuente: elaboración propia a partir de datos de la empresa, <http://www.subus.es/rutas/alcoy-muro-planes>)

Los Sábados, Domingos y festivos no hay servicio. Además se observa que el autobús tiene un retardo al realizar el tramo Alcoy-Muro y viceversa, ya que un trayecto que se puede realizar en 15 minutos, en la actualidad necesita 75 u 80 min, según sentido, quedando estacionado en algún lugar durante una hora, o la empresa lo aprovecha para hacer otra ruta, y completar esta pasada una hora. Pero no se dispone de información al respecto.

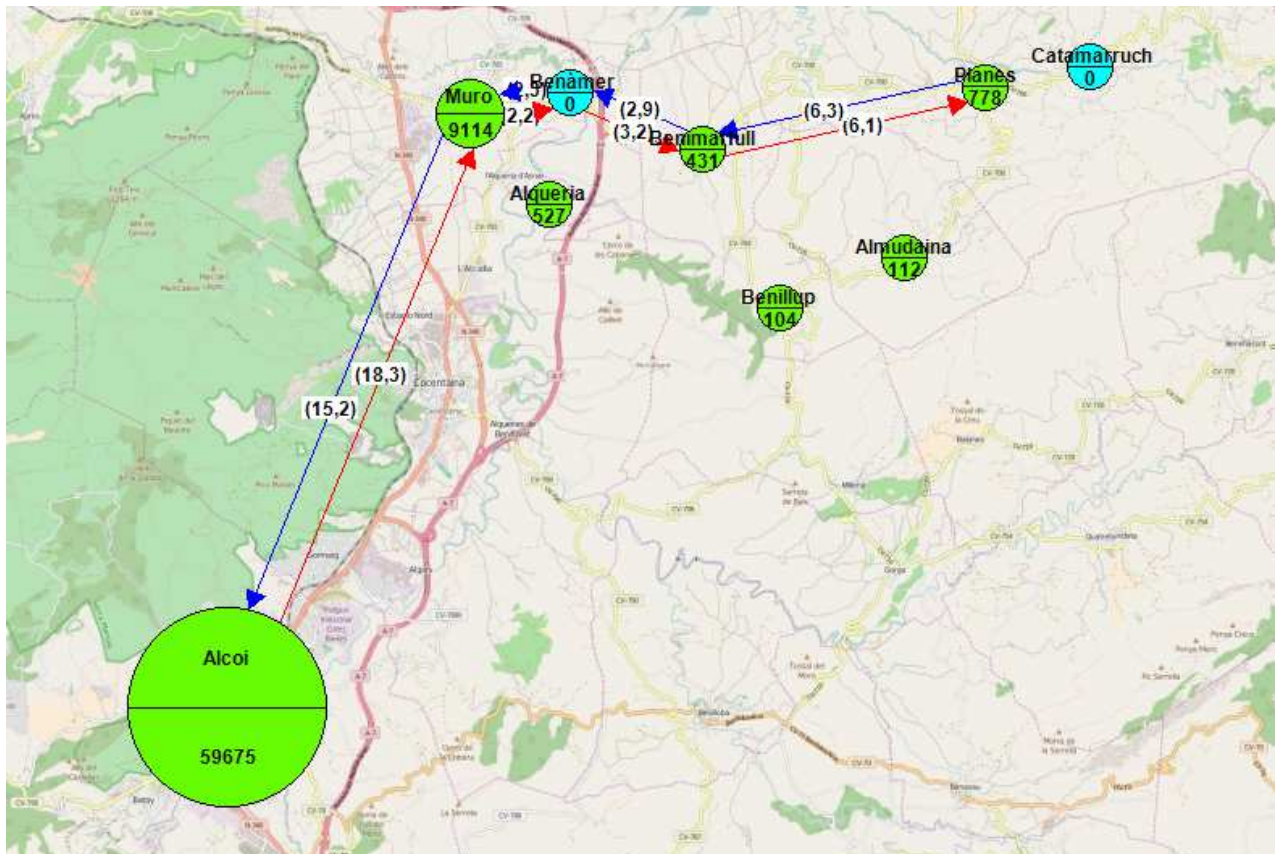


Fig. 14 – Línea de autobús Alcoy-Planes, kilómetros entre poblaciones.

(fuente: elaboración propia a partir de datos de la empresa <http://www.subus.es/rutas/alcoy-muro-planes>)

5. Línea A-5 → Alcoy – Banyeres de Mariola

Las poblaciones de Alcoy y Banyeres de Mariola, están unidas por una línea con una frecuencia diaria unitaria, en días laborables.

En el siguiente cuadro se muestran los horarios que la empresa concesionaria tiene operativos.


A5	Ida	Banyeres	Polop	Alcoy	Tiempo total
		9:30	9:45	10:00	min
	min	15	15		30
					
	Vuelta	Alcoy	Polop	Banyeres	
		13:50	14:05	14:20	
min	15	15		30	

Fig. 15 – Horarios de la línea de autobús Alcoy-Banyeres

(fuente: elaboración propia a partir de datos de la empresa, <http://www.subus.es/rutas/alcoi-baneres>)

Teniendo en cuenta la gran cantidad de encuestas recibidas desde la población de Banyeres con peticiones de transporte, principalmente con Alcoy, por muchos motivos diferentes y con horarios diferentes a los que se están prestando. Y viendo el horario en que se presta, llegando a Alcoy a las 10 de la mañana, se entiende que la mayoría de las personas lo consideran inadecuado e insuficiente.



Fig. 16 – Línea de autobús Alcoy-Banyeres, kilómetros entre poblaciones

(fuente: elaboración propia a partir de datos de la empresa <http://www.subus.es/rutas/alcoi-baneres>)

6. Línea A-6 → Alcoy – Muro – Bocairent

La línea que ahora revisamos tiene su destino en Alcoy, y el recorrido y horarios son los que muestra el siguiente cuadro.


A6	Ida	Alcudia	Alquería de Aznar	Muro	Agres	Alfafara	Bocairent	Alcoy	Tiempo total
		8:34	8:34	8:45	9:00	9:07	9:17	10:00	
	min	0	11	15	7	10	43	86	
									
Vuelta	Alcoy	Bocairent	Alfafara	Agres	Muro	Alquería de Aznar	Alcudia		
	13:50	14:45	14:55	15:00	15:10	15:20	15:20		
	min	65	10	5	10	10	0	100	

Fig. 17 – Horarios de la línea de autobús Alcoy-Muro-Bocairent.

(fuente: elaboración propia a partir de datos de la empresa, <http://www.subus.es/rutas/alcoy-muro-bocairent>)

Se ha marcado la duración del trayecto Bocairent–Alcoy, porque es un tiempo sensiblemente mayor al que realmente se necesita. Se entiende que la empresa lo hará por algún motivo, que se desconoce, aunque se podría reducir.

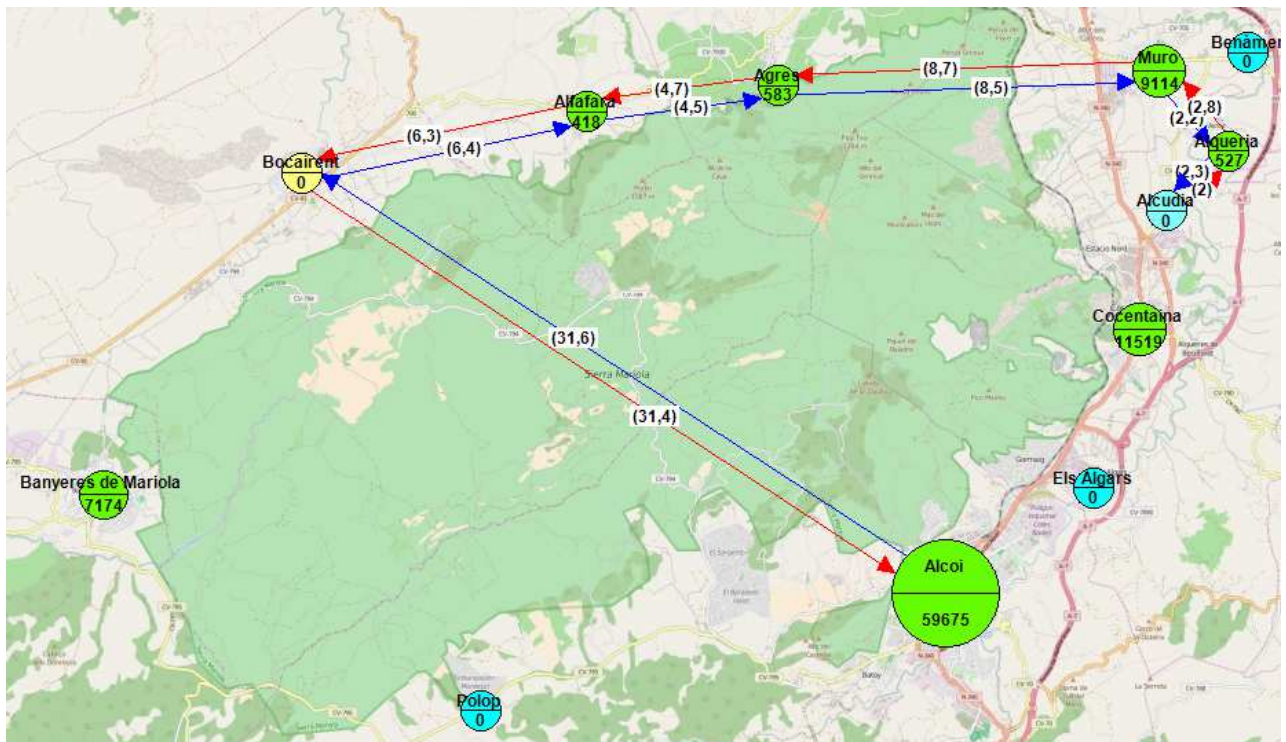


Fig. 18 – Línea de autobús Alcoy-Muro-Bocairent, kilómetros entre poblaciones

(fuente: elaboración propia a partir de datos de la empresa <http://www.subus.es/rutas/alcoy-muro-bocairent>)

Según datos de observación los trayectos tienen la siguiente duración:

- Alcoy → Bocairent = 37 min
- Bocairent → Alcoy = 35 min

Esta línea tiene un horario un poco más apropiado puesto que tiene su inicio más temprano, aunque este horario no es adecuado para estudiantes o trabajadores que deben empezar sus obligaciones a las 8 o 9 de la mañana.

7. Línea AD → Alcoy – Pego – Denia

Esta línea une varias comarcas con una frecuencia de un autobús diario, solo en días laborables. En el siguiente cuadro se muestra el recorrido y el horario previsto por la compañía que tiene la concesión del trayecto.

En el cuadro se han marcado con color de fondo diferente las poblaciones que no pertenecer a las comarcas de L'Alcoià o de El Comtat.

AD	Ida															Tiempo total	
	Denia	Pego	Adsubia	Benirrama	Benialí	Benisiva	La Carroja	Patró	Benisili	Margarida	Catamarruch	Planes	Benimarfull	Benàmer	Muro		Alcoy
	7:00	7:30	7:37	7:47	7:50	7:52	7:56	8:00	8:05	8:10	8:15	8:19	8:27	8:30	8:45	10:00	min
		30	7	10	3	2	4	4	5	5	5	4	8	3	15	90	195
Vuelta		Alcoy	Muro	Benàmer	Benimarfull	Planes	Catamarruch	Margarida	Benisili	Patró	La Carroja	Benisiva	Benialí	Benirrama	Adsubia	Pego	Denia
		13:50	15:10	15:15	15:20	15:30	15:35	15:40	15:45	15:50	15:53	15:55	15:57	16:00	16:05	16:15	16:45
		80	5	5	10	5	5	5	5	5	3	2	2	3	5	10	30
																	175

Fig. 19 – Horarios de la línea de autobús Alcoy-Pego-Denia (fuente: elaboración propia a partir de datos de la empresa, <http://www.subus.es/rutas/alcoi-pego-denia>)

Se observa, al igual que la línea Alcoy-Muro-Planes, que hay un intervalo de 90 u 80 minutos, según sentido de la ruta, entre las poblaciones de Alcoy y Muro que es excesivo para un trayecto que se puede realizar en tan solo 15 minutos. Pero se desconoce el motivo de este retraso.

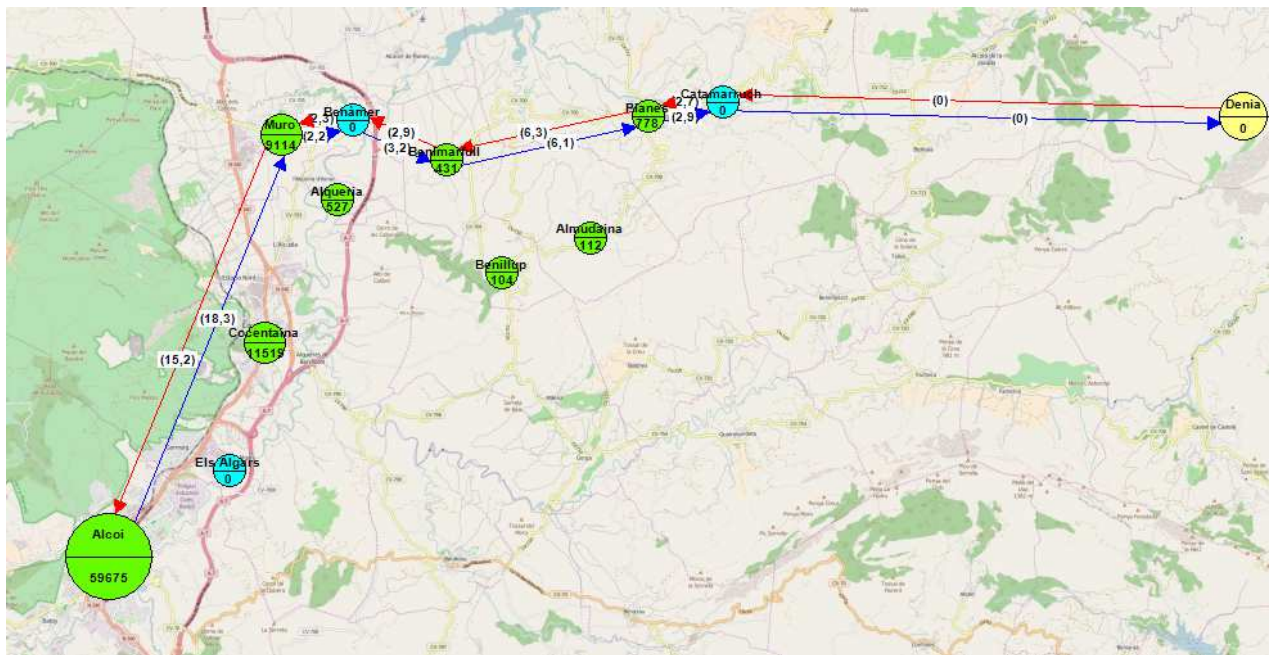


Fig. 20 – Línea de autobús Alcoy-Denia, kilómetros entre poblaciones

(fuente: elaboración propia a partir de datos de la empresa <http://www.subus.es/rutas/alcoi-pego-denia>)

8. Línea B → Alcoy – Villena

La línea de autobús que une estas poblaciones tiene el siguiente recorrido, con una frecuencia de dos autobuses de ida y vuelta cada día.

Aunque cada autobús está definido como líneas independientes. Es decir, hay una línea nombrada como tal, Alcoy-Villena (<http://www.subus.es/rutas/alcoi-villena>), y otra que se incluye en la línea Alcoy-Alicante, aunque termina en Villena. De esta forma se engloban en el presente estudio como variantes de la Línea B.

8.1. Línea B1 → Alcoy-Villena

Como se puede ver en el siguiente cuadro de horarios, esta línea es continua, es decir, el regreso hacia Alcoy se realiza inmediatamente, cuando llega el autobús a Villena, sin tiempo de espera emprende el regreso a Alcoy.

B1	Ida	Alcoy	Ibi	Onil	Castalla	Biar	Villena	Tiempo total
		13:30	14:00	14:15	14:30	14:45	15:00		min
	min	30	15	15	15	15	90	
Vuelta	Villena	Biar	Castalla	Onil	Ibi	Alcoy		
	15:00	15:15	15:30	15:45	16:00	16:30		
	min	15	15	15	15	30	90	

Fig. 21 – Horarios de la línea de autobús Alcoy-Villena (fuente: elaboración propia a partir de datos de la empresa, <http://www.subus.es/rutas/alcoi-villena>)

Los sábados, Domingos y festivos no hay servicio. Además, el horario no parece ser adecuado para que los usuarios acudan al trabajo, servicios médicos, servicios administrativos, u otros en horario laboral.

8.2. Línea B2 → Alcoy-Alicante (Villena)

Esta línea esta englobada dentro de la ofertada por la empresa como Alcoy-Alicante, y se ha marcado en dicho cuadro de horarios, que se expone a continuación.

Alcoi - Ibi - Onil - Castalla - Alicante												
	DE LUNES A VIERNES						SÁBADOS			DOMINGOS Y FESTIVOS		
ALCOI	06:15 - 06:45	---	08:30 - 11:00 - 13:00	14:30 - 14:30	17:00 - 19:15 - 21:15		07:30 - 10:00 - 13:15 - 15:00 - 18:00 - 21:00			09:00 - 15:00 - 17:15 - 21:00		
IBI	06:45	---	08:00 - 09:00 - 11:30 - 13:30	15:00 - 15:00	17:30 - 19:45 - 21:45		08:00 - 10:30 - 13:45 - 15:30 - 18:30 - 21:30			09:30 - 15:30 - 17:45 - 21:30		
ONIL	07:00	---	08:15	---	11:45 - 13:45	15:15 - 15:15	17:45 - 20:00 - 22:00			08:15 - 10:45 - 14:00 - 15:45 - 18:45 - 21:45		09:45 - 15:45 - 18:00 - 21:45
CASTALLA	07:15	---	08:30	---	12:00 - 14:00	15:30 - 15:30	18:00 - 20:15 - 22:15			08:30 - 11:00 - 14:15 - 16:00 - 19:00 - 22:00		10:00 - 16:00 - 18:15 - 22:00
BIAR	---	---	---	---	---	15:45	---	---	---	---	---	---
VILLENA	---	---	---	---	---	16:00	---	---	---	---	---	---
TIBI	---	---	09:20	---	---	---	---	---	---	---	---	---
MAIGMÓ	07:25	---	08:40 - 09:30 - 12:10 - 14:10	---	15:40 - 18:10 - 20:25 - 22:25		08:40 - 11:20 - 14:25 - 16:10 - 19:10 - 22:10			10:10 - 16:10 - 18:25 - 22:10		
SAN VICENTE	07:40 - 07:40	08:55 - 09:45 - 12:25 - 14:25	---	15:55 - 18:25 - 20:40 - 22:40			08:55 - 11:35 - 14:40 - 16:25 - 19:25 - 22:25			10:25 - 16:25 - 18:40 - 22:25		
ALICANTE	08:00 - 08:00	---	10:05 - 12:45 - 14:45	---	16:15 - 18:45 - 21:00 - 23:00		09:15 - 11:55 - 15:00 - 16:45 - 19:45 - 22:45			10:45 - 16:45 - 19:00 - 22:45		

Fig. 22 – Horarios de invierno de la línea de autobús Alcoy-Alicante (Villena) (fuente: <http://www.subus.es/rutas/alcoi-alicante-por-ibi-onil-castalla-tibi>)


B2	Ida	Villena	Biar	Castalla	Onil	Ibi	Alcoy	Tiempo total
		6:10	6:25	6:40	6:55	7:10	7:40	min
	min		15	15	15	15	30	90
								
	Vuelta	Alcoy	Ibi	Onil	Castalla	Biar	Villena	
		14:30	15:00	15:15	15:30	15:45	16:00	
min		30	15	15	15	15	90	

Fig. 23 – Horarios de la línea de autobús Alcoy-Alicante (Villena) (fuente: elaboración propia a partir de datos de la empresa, <http://www.subus.es/rutas/alcoi-alicante-por-ibi-onil-castalla-tibi>)

Al igual que con la anterior línea, esta tampoco tiene servicio los sábados, ni los Domingos ni festivos.

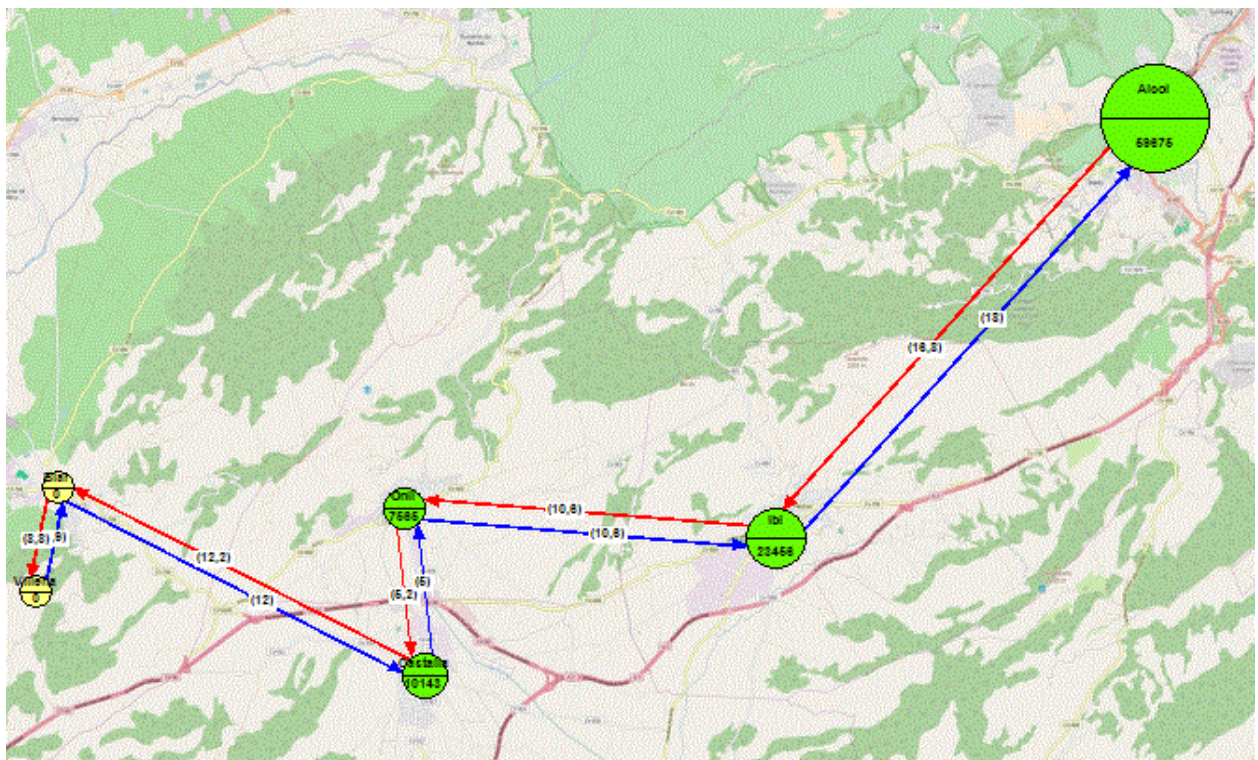


Fig. 24 – Línea de autobús Alcoy-Villena, kilómetros entre poblaciones (fuente: elaboración propia a partir de datos de la empresa, <http://www.subus.es/rutas/alcoi-villena>)

Las dos líneas expuestas en este punto y que unen las poblaciones de Alcoy y Villena, tienen el mismo recorrido, pero se han tratado por separado, ya que la compañía que presta el servicio las tiene identificadas como diferentes.

En el siguiente cuadro se exponen las dos líneas que realizan el mismo recorrido, variando únicamente el horario.


B2 Ida	Villena	Biar	Castalla	Onil	Ibi	Alcoy	Tiempo total 90 min
	6:10	6:25	6:40	6:55	7:10	7:40	
B1 Ida	Alcoy	Ibi	Onil	Castalla	Biar	Villena	90 min
	13:30	14:00	14:15	14:30	14:45	15:00	
							
B2 Vuelta	Alcoy	Ibi	Onil	Castalla	Biar	Villena	90 min
	14:30	15:00	15:15	15:30	15:45	16:00	
B1 Vuelta	Villena	Biar	Castalla	Onil	Ibi	Alcoy	90 min
	15:00	15:15	15:30	15:45	16:00	16:30	

Fig. 25 – Horarios de la línea de autobús Alcoy-Villena (fuente: elaboración propia a partir de datos de la empresa, <http://www.subus.es/rutas/alcoi-villena> y, <http://www.subus.es/rutas/alcoi-alicante-por-ibi-onil-castalla-tibi>)

9. Línea T → Alicante – Alcoy

La línea que une Alcoy con Alicante tiene diferentes recorridos dependiendo de la hora de salida, tanto en el viaje de Ida como en el de Vuelta. Y también se modifican dependiendo si es temporada de verano o de invierno. Como se puede observar en los cuadros del Anexo.

Al tener diferentes rutas, se va a exponer solo aquellas que unen las poblaciones de la comarca de L'Alcoià con Alicante, de forma que se pueda conseguir alguna mejora en el servicio que se presta a estas poblaciones. Además en algunos casos la Ida y la Vuelta no tienen el mismo recorrido.

Así obtenemos las siguientes sub-líneas:

9.1. Línea T1 → Alcoy-Castalla-Alicante

Esta línea tiene una frecuencia de 7 autobuses diarios en jornadas laborales, tanto en ida como en vuelta, 5 autobuses diarios en sábado y, 4 y 3 autobuses en domingos y festivos, ida y regreso respectivamente.

T1	Ida	Alcoy	Ibi	Onil	Castalla	Maigmo	San Vicente	Alicante	Tiempo total
	Laboral	6:15	6:45	7:00	7:15	7:25	7:40	8:00	min
Laboral	11:00	11:30	11:45	12:00	12:10	12:25	12:45		
Laboral	13:00	13:30	13:45	14:00	14:10	14:25	14:45		
Laboral	14:30	15:00	15:15	15:30	15:40	15:55	16:15		
Laboral	17:00	17:30	17:45	18:00	18:10	18:25	18:45		
Laboral	19:15	19:45	20:00	20:15	20:25	20:40	21:00		
Laboral	21:15	21:45	22:00	22:15	22:25	22:40	23:00		
Sábado	7:30	8:00	8:15	8:30	8:40	8:55	9:15		
Sábado	13:15	13:45	14:00	14:15	14:25	14:40	15:00		
Sábado	15:00	15:30	15:45	16:00	16:10	16:25	16:45		
Sábado	18:00	18:30	18:45	19:00	19:10	19:25	19:45		
Sábado	21:00	21:30	21:45	22:00	22:10	22:25	22:45		
Dom y F.	9:00	9:30	9:45	10:00	10:10	10:25	10:45		
Dom y F.	15:00	15:30	15:45	16:00	16:10	16:25	16:45		
Dom y F.	17:15	17:45	18:00	18:15	18:25	18:40	19:00		
Dom y F.	21:00	21:00	21:45	22:00	22:10	22:25	22:45		
	min	30	15	15	10	15	20	105	



T1	Vuelta	Alicante	San Vicente	Maigmo	Castalla	Onil	Ibi	Alcoy	Tiempo total
	Laboral	6:15	6:35	6:50	7:00	7:15	7:30	8:00	min
Laboral	8:15	8:35	8:50	9:00	9:15	9:30	10:00		
Laboral	11:00	11:20	11:35	11:45	12:00	12:15	12:45		
Laboral	13:00	13:20	13:35	13:45	14:00	14:15	14:45		
Laboral	15:00	15:20	15:35	15:45	16:00	16:15	16:45		
Laboral	19:15	19:35	19:50	20:00	20:15	20:30	21:00		
Laboral	21:15	21:35	21:50	22:00	22:15	22:30	23:00		
Sábado	7:30	7:50	8:05	8:15	8:30	8:45	9:15		
Sábado	10:00	10:20	10:35	10:45	11:00	11:15	11:45		
Sábado	13:15	13:35	13:50	14:00	14:15	14:30	15:00		
Sábado	15:00	15:20	15:35	15:45	16:00	16:15	15:45		
Sábado	21:00	21:20	21:35	21:45	22:00	22:15	22:45		
Dom y F.	7:00	7:20	7:30	7:45	8:00	8:15	8:45		
Dom y F.	13:15	13:35	13:50	14:00	14:15	14:30	15:00		
Dom y F.	19:00	19:20	19:30	19:45	20:00	20:15	20:45		
		20	15	10	15	15	30	105	

Fig. 26 – Ruta y horarios de la línea de autobús Alcoy-Castalla-Alicante (fuente: elaboración propia a partir de datos de la empresa, <http://www.subus.es/rutas/alcoi-alicante-por-ibi-onil-castalla-tibi>)

9.2. Línea T21 → Alcoy-Tibi-Alicante

Esta línea tiene una frecuencia de 1 autobús diario, solo en ida.

T21	Ida	Alcoy	Ibi	Tibi	Maigmó	S.Vicente	Alicante	Tiempo total
	Laboral	8:30	9:00	9:20	9:30	9:45	10:05	min
			30	20	10	15	20	95




Fig. 27 – Ruta de la línea de autobús Alcoy-Tibi-Alicante (fuente: elaboración propia a partir de datos de la empresa, <http://www.subus.es/rutas/alcoi-alicante-por-ibi-onil-castalla-tibi>)

9.3. Línea T22 → Alcoy-Castalla-Tibi-Alicante

Esta línea tiene una frecuencia de un autobús diario en día laboral, y los sábados también hay un autobús, tanto de ida y como de regreso.

T22	Ida	Alcoy	Ibi	Onil	Castalla	Tibi	Maigmó	San Vicente	Alicante	Tiempo total
	Sábado	10:00	10:30	10:45	11:00	11:10	11:20	11:35	11:55	min
			30	15	15	10	10	15	20	115
	Vuelta	Alicante	San Vicente	Maigmó	Tibi	Castalla	Onil	Ibi	Alcoy	
	Laboral	16:45	17:05	17:20	17:30	17:45	18:00	18:15	18:45	
	Sábado	18:00	18:20	18:35	18:45	18:55	19:10	19:25	19:55	
			20	15	10	10	15	15	30	115



Fig. 28 – Ruta de la línea de autobús Alcoy-Tibi-Alicante (fuente: elaboración propia a partir de datos de la empresa, <http://www.subus.es/rutas/alcoi-alicante-por-ibi-onil-castalla-tibi>)

9.4. Línea T3 → Alcoy-San Vicente-Alicante

Esta línea tiene una frecuencia de un autobús diario, en ida y vuelta, solo en laborables.

T3	Ida	Alcoy	San Vicente	Alicante	Tiempo total
	Laboral	6:45	7:40	8:00	min
			65	20	85
	Vuelta	Alicante	San Vicente	Alcoy	
	Laboral	15:00	15:20	16:15	
			20	55	75




Fig. 29 – Ruta de la línea de autobús Alcoy-Tibi-Alicante (fuente: elaboración propia a partir de datos de la empresa, <http://www.subus.es/rutas/alcoi-alicante-por-ibi-onil-castalla-tibi>)

Se ha marcado la duración del trayecto Alcoy – San Vicente, y viceversa, porque es un tiempo sensiblemente mayor al que realmente se necesita. Se entiende que la empresa lo hará por algún motivo, aunque se considera que podría reducirse.

Según datos de observación los trayectos tienen la siguiente duración:

- Alcoy → San Vicente = 41 min
- San Vicente → Alcoy = 42 min

9.5. Línea T4 → Ibi-Castalla-San Vicente

Esta línea tiene una frecuencia de un autobús diario, solo en ida y día laborable.

T4	Ida	Ibi	Onil	Castalla	Maigmó	San Vicente	Tiempo total
	Laboral	8:00	8:15	8:30	8:40	8:55	min
		15	15	10	15	55	




Fig. 30 – Ruta de la línea de autobús Alcoy-Tibi-Alicante (fuente: elaboración propia a partir de datos de la empresa, <http://www.subus.es/rutas/alcoi-alicante-por-ibi-onil-castalla-tibi>)

10. Línea V → Valencia – Alcoy

Esta línea tiene diferentes horarios y frecuencias según sea temporada de verano o de invierno, como se puede ver en los anexos.

Así en Invierno dispone de 5 autobuses diarios en días laborables, tanto en Ida como Regreso. Los Sábados, Domingos y festivos dispone de 3 autobuses diarios, en Ida y Vuelta.

En temporada de verano disminuyen las frecuencias, pasando a solo 3 autobuses e durante los días laborables y sábados. Y solo dos autobuses los Domingos y festivos.

Pero algo a tener en cuenta, y que se ha mencionado ya en esta memoria como una opción para futuras modificaciones, es el servicio de petición de algunas paradas que esta empresa ya dispone, y que los usuarios deben solicitar telefónicamente con anterioridad. De esta forma solo cuando algún usuario quiere parar o ser recogido en alguna de las paradas opcionales debe avisar con anterioridad y la empresa establece la ruta especial para esa ocasión. En caso contrario, las paradas se limitan a las principales y se mejora el servicio a los usuarios. Como se puede ver en pie del siguiente cuadro.

Línea T22

Ida	Ibi	Alcoy	Cocentaina	Muro	Albaida	Xàtiva*	Llosa de Ranes*	Alberic*	Massalves*	Alcudia de Carlet*	Valencia	Tiempo total
Laboral		5:45	5:55	6:05	6:20	6:50					7:45	min
			10	10	15	30					55	120
Laboral		8:15	8:25	8:35	8:50		9:25	9:30	9:45	10:00	11:00	min
			10	10	15		35	5	15	15	60	165
Laboral	9:30	10:00	10:10	10:20	10:35						11:45	min
		30	10	10	15						70	135
Laboral		13:00	13:10	13:20	13:35						14:45	
Laboral		17:00	17:10	17:20	17:35						18:45	
Sábado		7:00	7:10	7:20	7:35						8:35	
Sábado		10:00	10:10	10:20	10:35						11:35	
Sábado		17:00	17:10	17:20	17:35						18:35	
Dom y F.		9:00	9:10	9:20	9:35						10:35	
Dom y F.		18:00	18:10	18:20	18:35						19:35	
Dom y F.		20:00	20:10	20:20	20:35						21:35	min
			10	10	15						60	95



Vuelta	Valencia	Alcudia de Carlet*	Massalves*	Alberic*	Llosa de Ranes*	Xàtiva*	Albaida	Muro	Cocentaina	Alcoy	Ibi	Tiempo total
Laboral	6:20								7:35	7:50		min
									75	15		90
Laboral	10:00	10:30	10:40	10:45	11:00	11:05	11:20	11:40	11:45	12:00		min
		30	10	5	15	5	15	20	5	15		120
Laboral	13:00						14:15	14:35	14:40	14:45		
Laboral	16:00						17:15	17:35	17:40	17:55	18:40	
Laboral	19:30					20:25	21:05	21:25	21:30	21:45		min
						55	10	15	5	15		100
Sábado	10:00						11:15	11:35	11:40	11:55		
Sábado	13:00						14:15	14:35	14:40	14:55		
Sábado	19:00						20:15	20:35	20:40	20:55		min
							75	20	5	15		115
Dom y F.	12:00						13:15	13:35	13:40	13:55		
							75	20	5	15		115
Dom y F.	17:00						18:05	18:35	18:40	18:55		min
							65	20	5	15		105
Dom y F.	20:30	21:00	21:10	21:15	21:30	21:35	21:45	22:05	22:10	22:25		
		30	10	5	15	5	10	20	5	15		115

Fig. 31 – Ruta de la línea de autobús Ibi-Alcoy-Valencia (fuente: elaboración propia a partir de datos de la empresa, <http://www.subus.es/rutas/alcoi-alicante-por-ibi-onil-castalla-tibi>)

* Paradas que deben solicitarse por anticipado por teléfono.

2.6 Datos de población (INE - 2014)

Un dato importante en el que debemos basar el estudio, es en la población objetivo que necesita y/o estaría dispuesta a usar algún medio de transporte público para realizar sus desplazamientos.

De esta forma se ha consultado la base de datos del Instituto Nacional de Estadística del año 2014 y 2015, para conocer con bastante exactitud la cantidad de ciudadanos que están residiendo en las dos comarcas, obteniendo el dato de 138.522 (2004) y 137.901 (2015) habitantes, y de esa forma poder establecer una prioridad en función de la edad, ya que existen dos franjas de edades en las que las personas que están incluidas en ellas, tienen necesidad de realizar desplazamientos autónomos, pero en cambio no suelen disponer o no pueden utilizar el vehículo privado. Estas franjas de edad están comprendidas entre los 10 y los 20 años, y las personas mayores de 65 años.

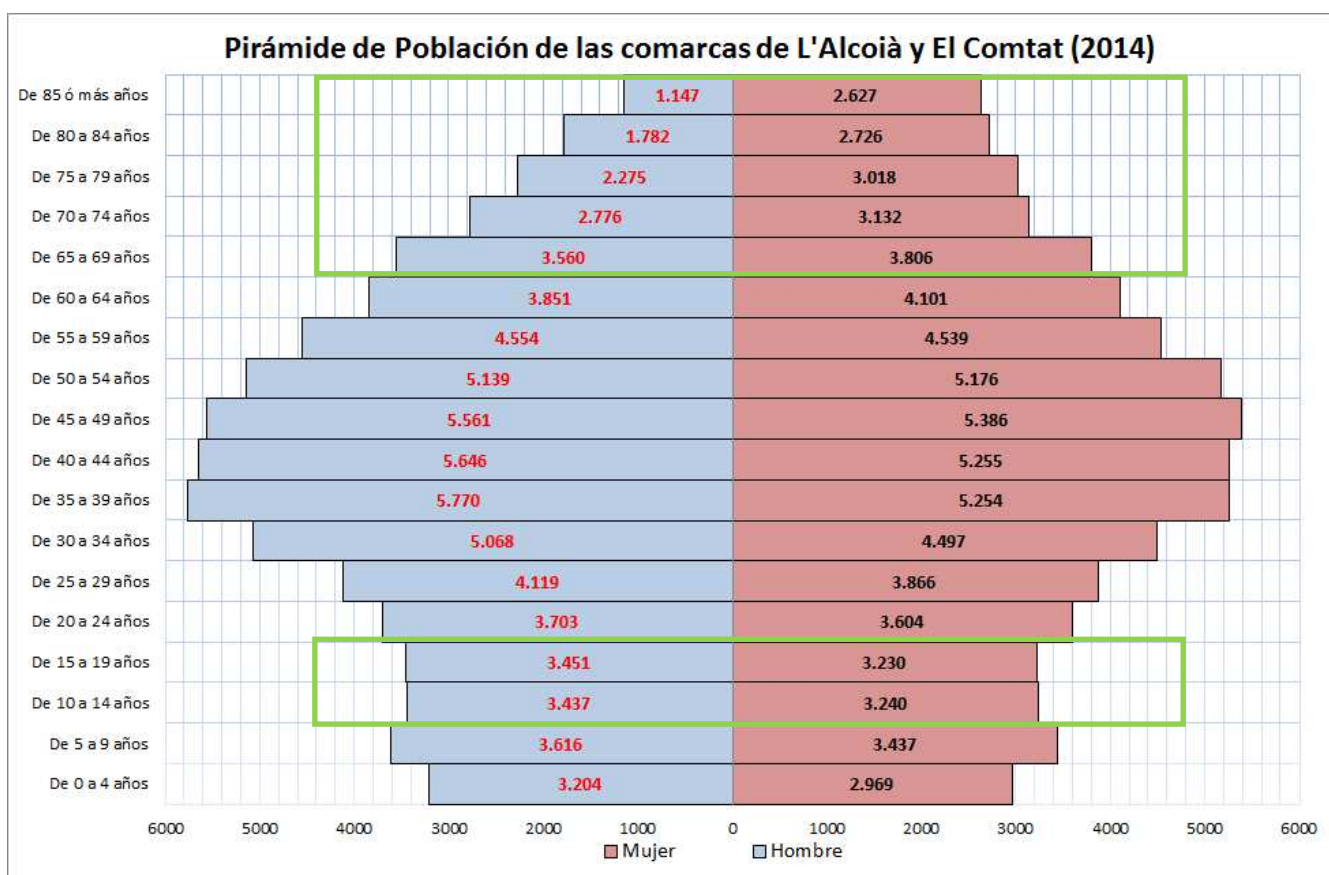


Fig. 33 – Pirámide de Población de las comarcas de L'Alcoià y El Comtat, en el año 2014.
(fuente: elaboración propia a partir de datos del INE 2014)

El motivo de elegir estas franjas de edad es principalmente porque son edades en que necesitan realizar desplazamientos especiales y casi diarios. Por ejemplo los estudiantes de poblaciones sin centro de estudios, en el caso de alumnos de E.S.O. y Bachillerato, que deben

desplazarse desde su población de origen a otras más grandes donde si existen estos centros y a los que son derivados por las autoridades educativas. Y por otro lado, pero con un caso similar se encuentran las personas mayores que en muchas ocasiones ya no disponen de vehículo o permiso de circulación pero debe acudir a las poblaciones más grandes donde se concentran tanto los servicios médicos como las dependencias de diferentes Administraciones.

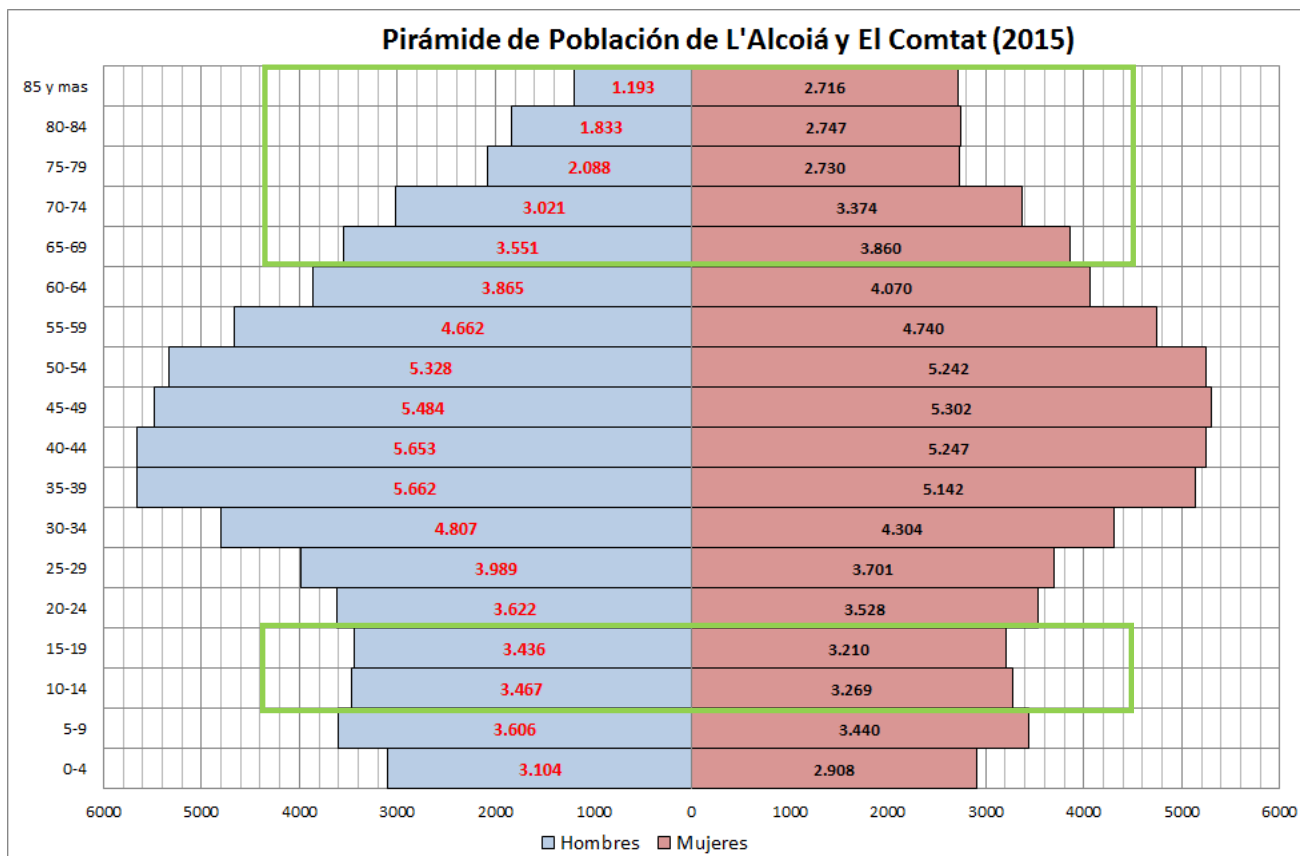


Fig. 34 – Pirámide de Población de las comarcas de L'Alcoià y El Comtat, en el año 2015.
(fuente: elaboración propia a partir de datos del INE 2015)

Aunque se separen estas dos franjas, no se excluye al resto de la población, ya que aun poseyendo vehículo privado, hay muchas personas que utilizarían el transporte público, si existiese una red de transporte grande y lo suficientemente bien estructurada como para dar todos o casi todos los servicios y de esta forma fomentar el uso del transporte público y descongestionar las vías.

Para tener una perspectiva mejor de las necesidades, se han separado los datos anteriores en tres graficas similares, pero cada una contemplando parte de esos datos, para obtener una información más detallada, que se puede ligar a las necesidades reales de desplazamiento, ya que como se ha visto en los mapas anteriores, hay poblaciones que tienen muchas posibilidades de comunicación, pero hay otras que tienen una carencia total de ellas.

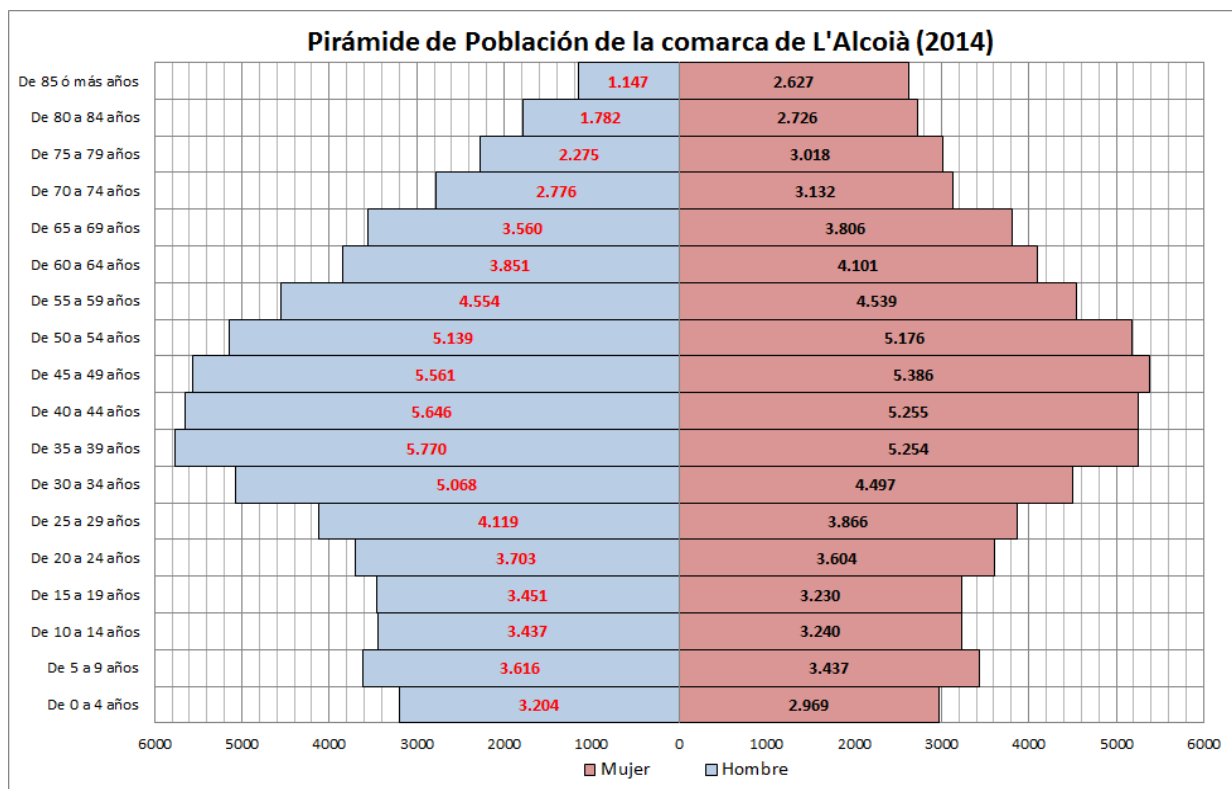


Fig. 35 – Pirámide de Población de la comarca de L'Alcoià, en el año 2014.
(fuente: elaboración propia a partir de datos del INE 2014)

En esta grafica se aprecia la pirámide poblacional de la comarca de L'Alcoià, que comprende las poblaciones de Alcoy, Banyeres de Mariola, Benifallim, Castalla, Ibi, Onil, Penàguila y Tibi.

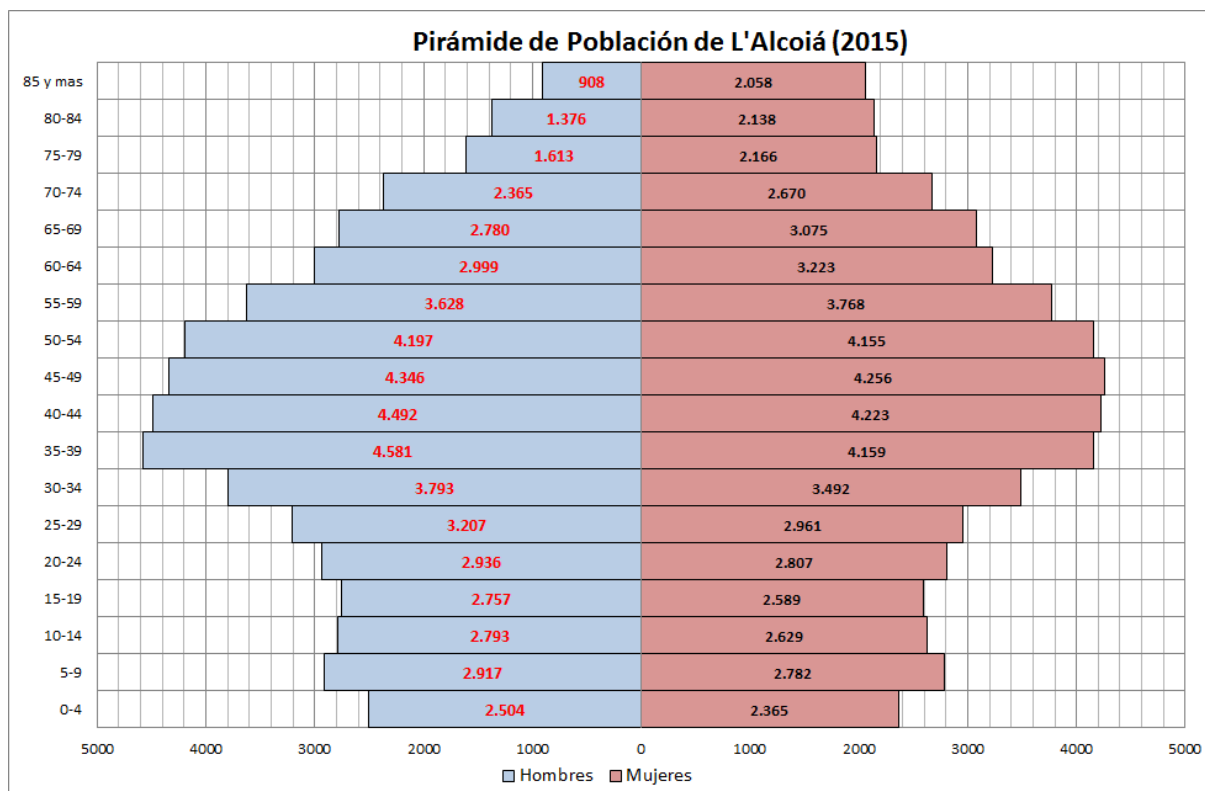


Fig. 36 – Pirámide de Población de la comarca de L'Alcoià, en el año 2015.
(fuente: elaboración propia a partir de datos del INE 2015)

En las siguientes figuras se muestran las pirámides poblacionales de la comarca de El Comtat, que es la comarca que cuenta con un mayor número de poblaciones pequeñas y que en su mayoría están mal comunicadas, o incluso incomunicadas, por cualquier tipo de servicio de transporte público.

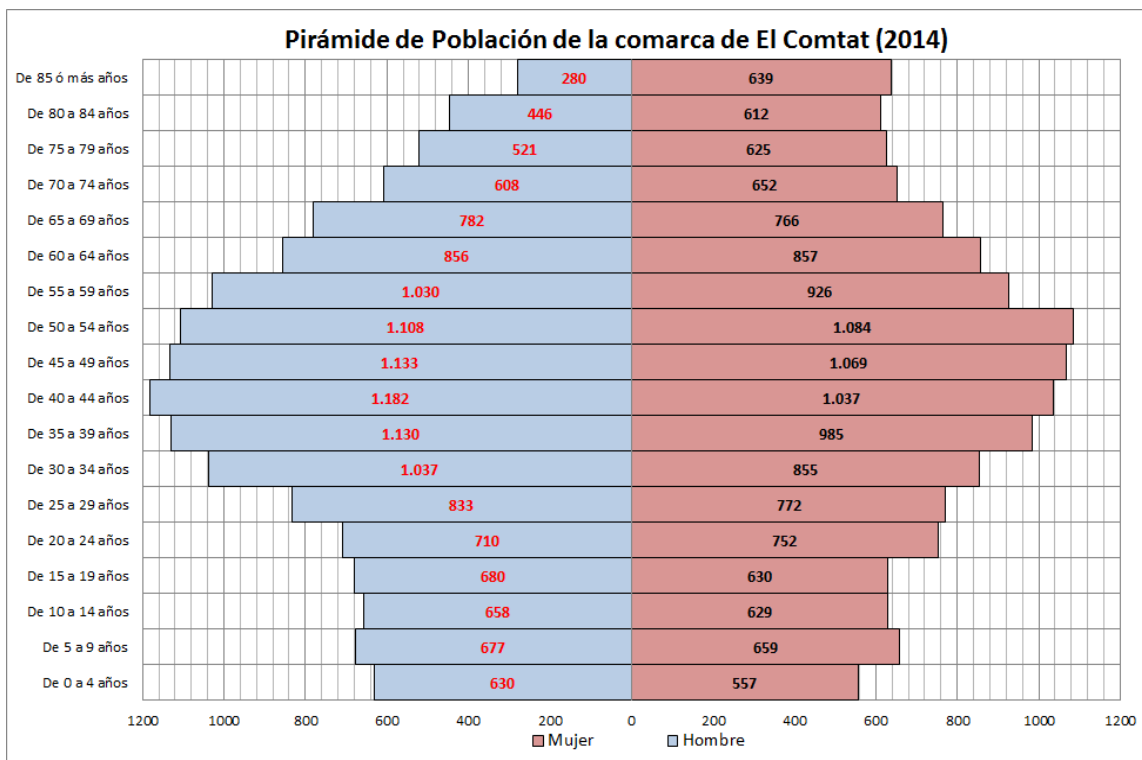


Fig. 37 – Pirámide de Población de la comarca de El Comtat, en el año 2014.
(fuente: elaboración propia a partir de datos del INE)

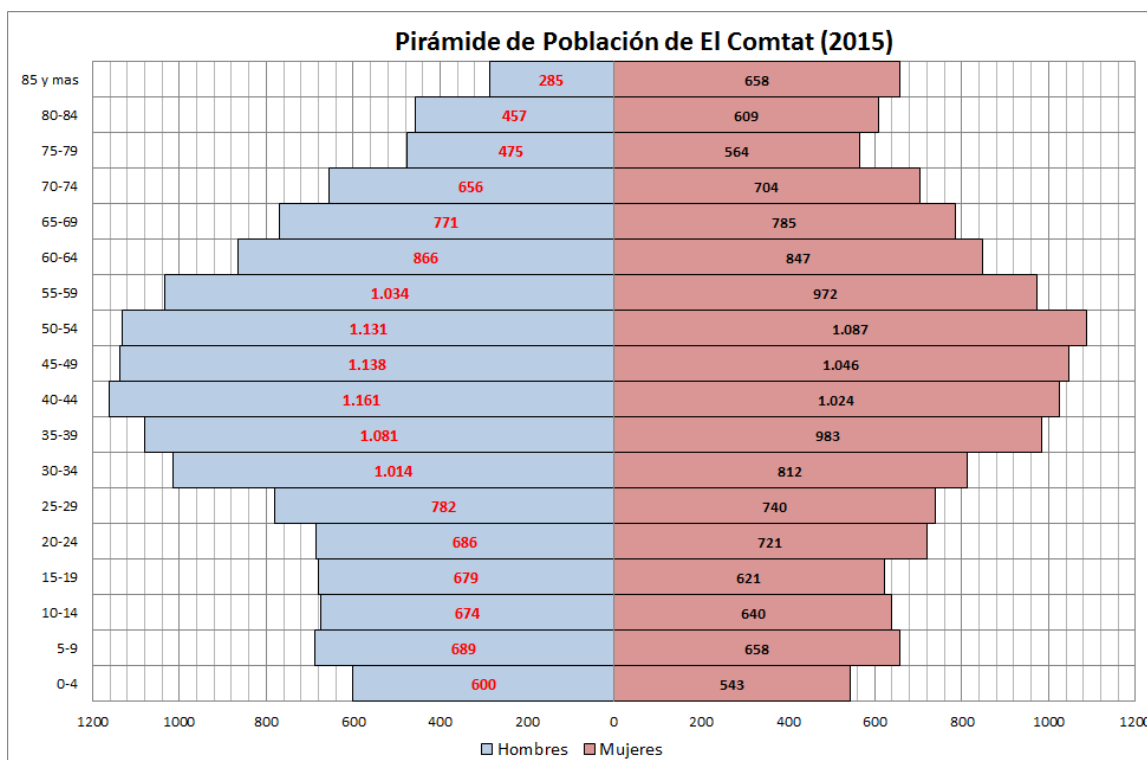


Fig. 38 – Pirámide de Población de la comarca de El Comtat, en el año 2015.
(fuente: elaboración propia a partir de datos del INE)

Además de las anteriores, se ha incluido una tercera figura, en la que se muestra la pirámide poblacional de las poblaciones (de las dos comarcas) que tienen un menor tamaño y que además, según se puede observar en los mapas anteriores, son las más desfavorecidas por los servicios de transporte público.

Las poblaciones que se han incluido en este grupo son: Agres, Alcocer de Planes, Alcoleja, Alfafara, Almudaina, l'Alqueria d'Asnar, Balones, Benasau, Beniarrés, Benifallim, Benilloba, Benillup, Benimarfull, Benimassot, Fageca, Famorca, Gaianes, Gorga, Lorcha/L'Orxa, Millena, Penàguila, Planes, Quatretondeta, Tibi y Tollos.

Todas ellas comprendidas entre los 1.657 habitantes de Tibi y los 52 de Famorca, y además con grandes deficiencias en el servicio de transporte público.

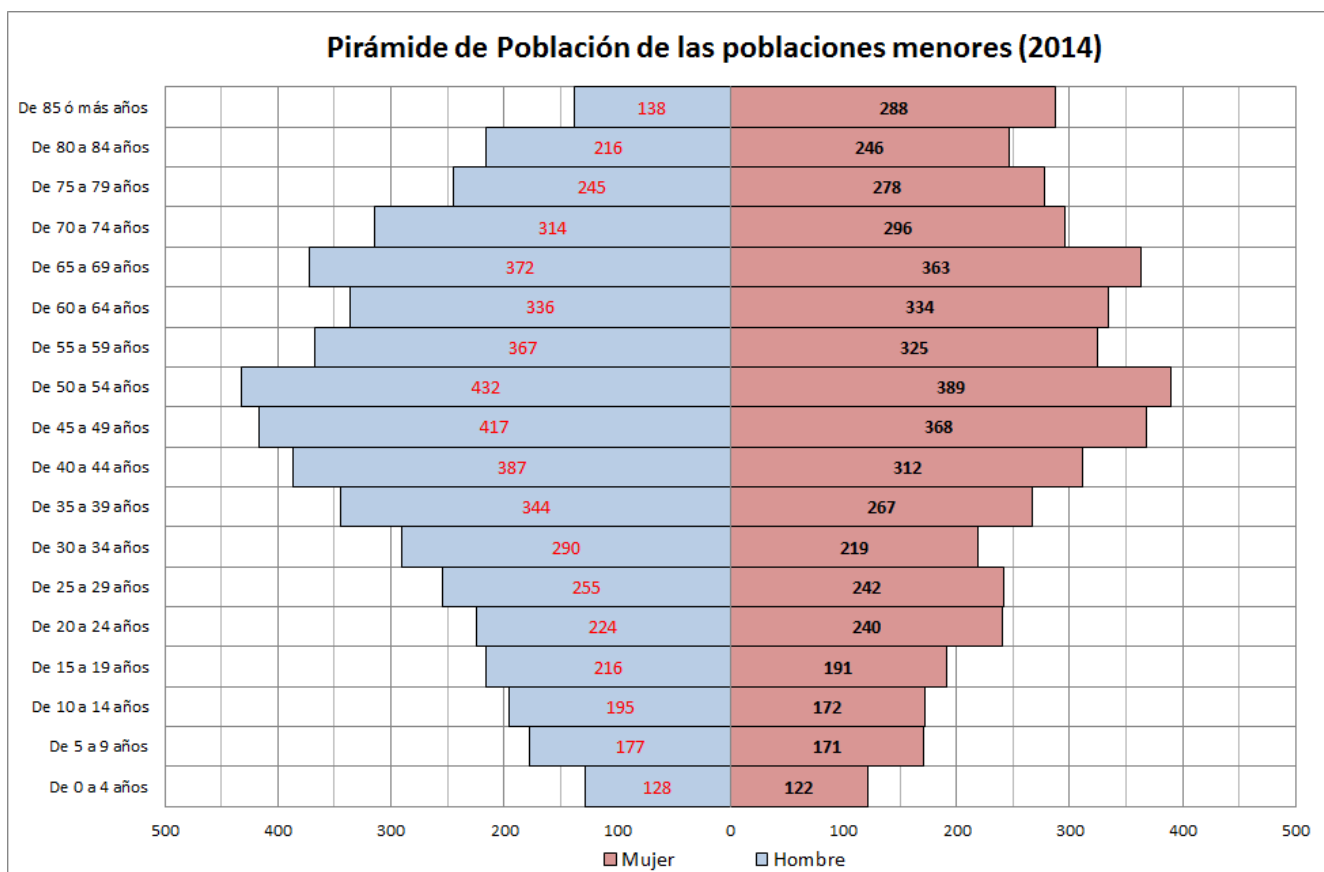


Fig. 39 – Pirámide de Población de las poblaciones menores de 2000 habitantes, en el año 2014.
(fuente: elaboración propia a partir de datos del INE 2014)

Como podemos ver en todas las figuras hay ciertas similitudes a pesar de haber ido restringiendo los datos de origen para elaborarlas.

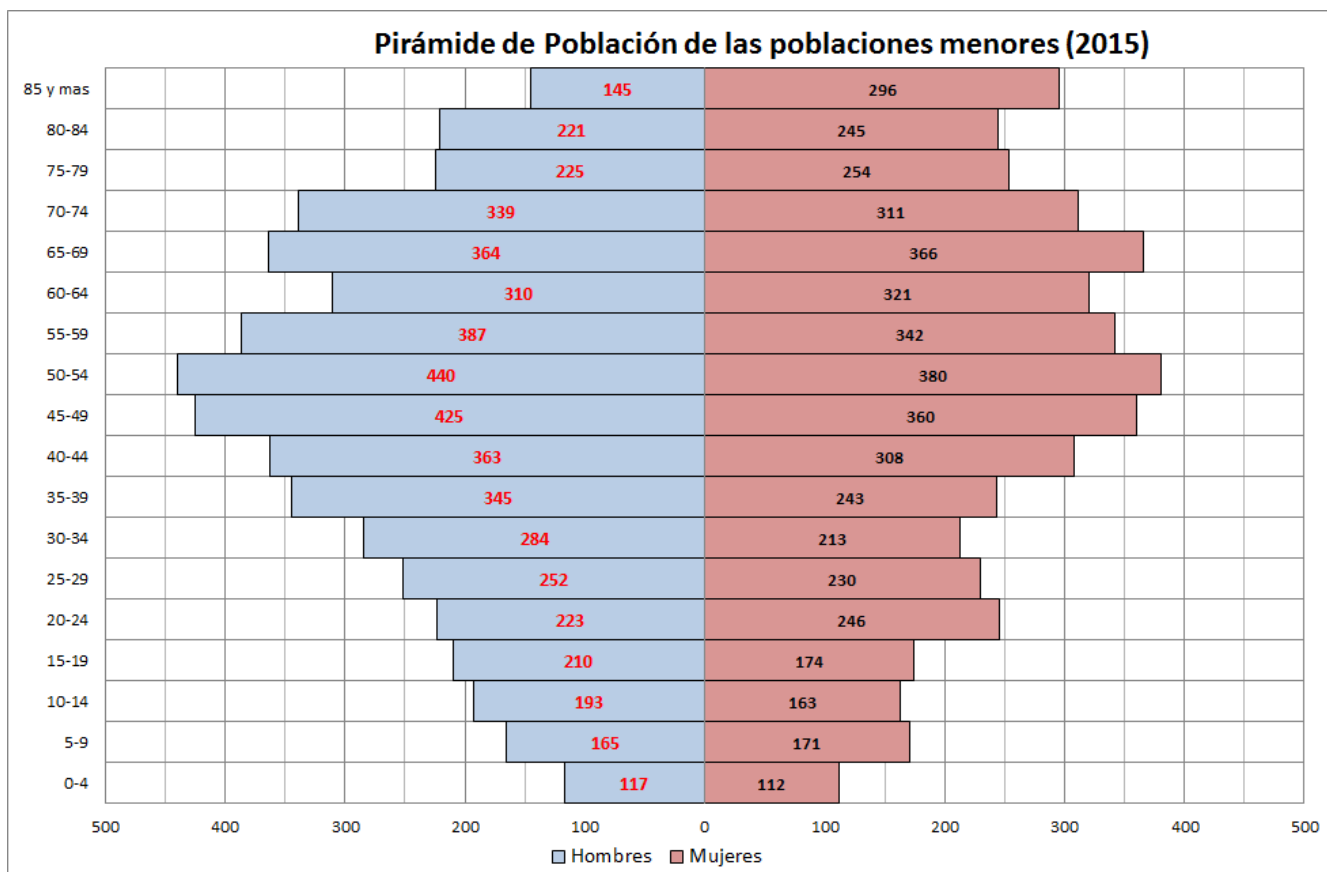


Fig. 40 – Pirámide de Población de las poblaciones menores de 2000 habitantes, en el año 2015.
(fuente: elaboración propia a partir de datos del INE 2015)

Una primera información que podemos ver es la ruptura de la tradicional pirámide, y creándose una figura con una gran mayoría de población de mediana edad, al igual que en el resto de España y podríamos decir que en todo el llamado primer mundo, lo que va a significar que en las próximas décadas todos los servicios públicos van a ser difícilmente sostenibles con los impuestos. Lo cual nos lleva a aventurar que estudios como el presente, que intenten optimizar los escasos recursos de los que se dispondrá, para ofrecer una gran variedad de servicios al menor coste posible van a ser muy importantes.

Aunque si nos centramos en las poblaciones más pequeñas vemos que este proceso de envejecimiento es mucho más pronunciado. Transformándose el gráfico casi en un embudo, donde se engrosan las partes correspondientes a las personas de más edad, y disminuye según va decreciendo la edad de la población.

Otra información que podemos extraer es el significativo aumento de población femenina de edad avanzada, corroborando el dato sobradamente sabido que las mujeres tienen una esperanza de vida superior a los hombres.

2.7 Evolución de la población de las comarcas

En los siguientes gráficos se ha plasmado la evolución de la población en las dos comarcas, observadas desde diferentes puntos de vista.

Así en la primera gráfica se observa la evolución de la población total de las dos comarcas, y se destaca que es una zona en la que tradicionalmente no hay un aumento de la población, incluso en ciertos periodos como el estudiado, hay un ligero descenso de la población total, en un 2,5% de los habitantes en 2015, respecto a 2010. Algo que principalmente es debido a la situación económica que se está produciendo en la última década, con un aumento del desempleo y el cierre de empresas, que han provocado y está provocando aún que algunas personas decidan trasladarse a otras zonas con mejores perspectivas económicas.

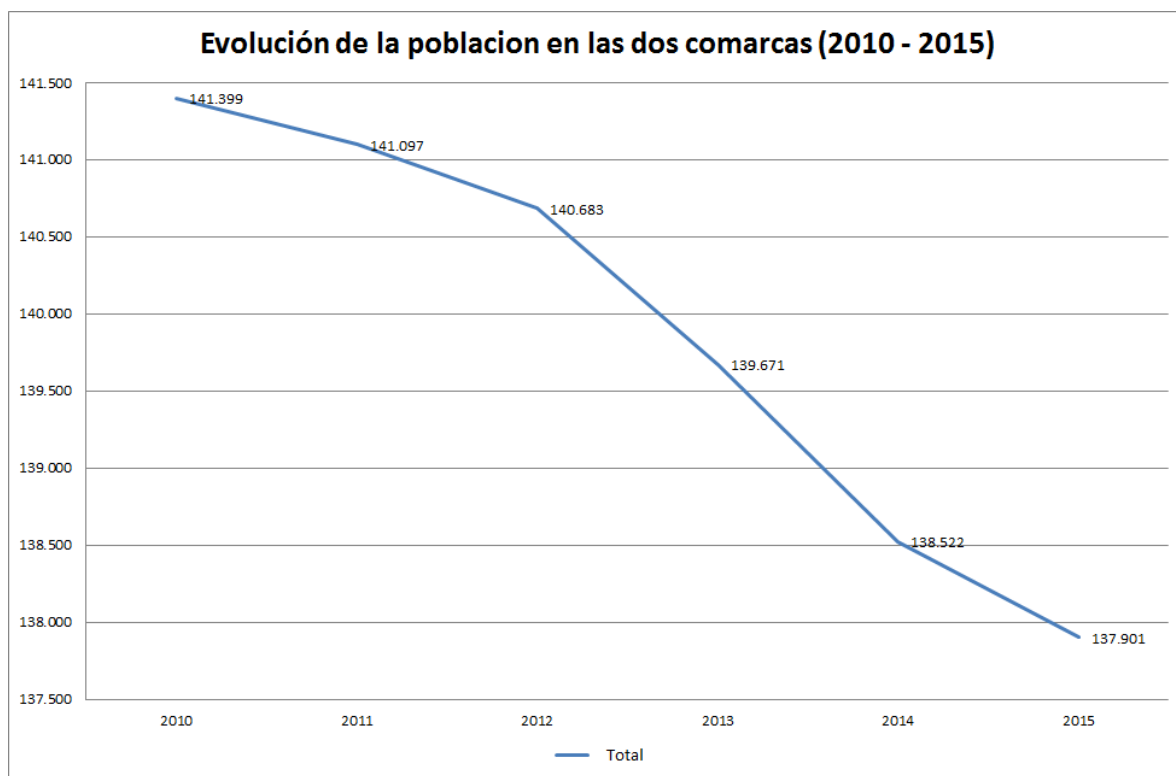


Fig. 41 – Evolución de la población de las dos comarcas entre 2010 y 2015.
(fuente: elaboración propia a partir de datos del INE)

En la siguiente figura se observa esta misma tendencia pero separada por sexos, plasmando en primer lugar la pequeña superioridad de mujeres sobre hombres, y en segundo lugar ese mismo descenso de población que está afectando a ambos sexos casi por igual: un 2,6% de disminución de mujeres en el 2015, respecto al 2010, y un 2,4% de disminución de hombres en el 2015, respecto al 2010.

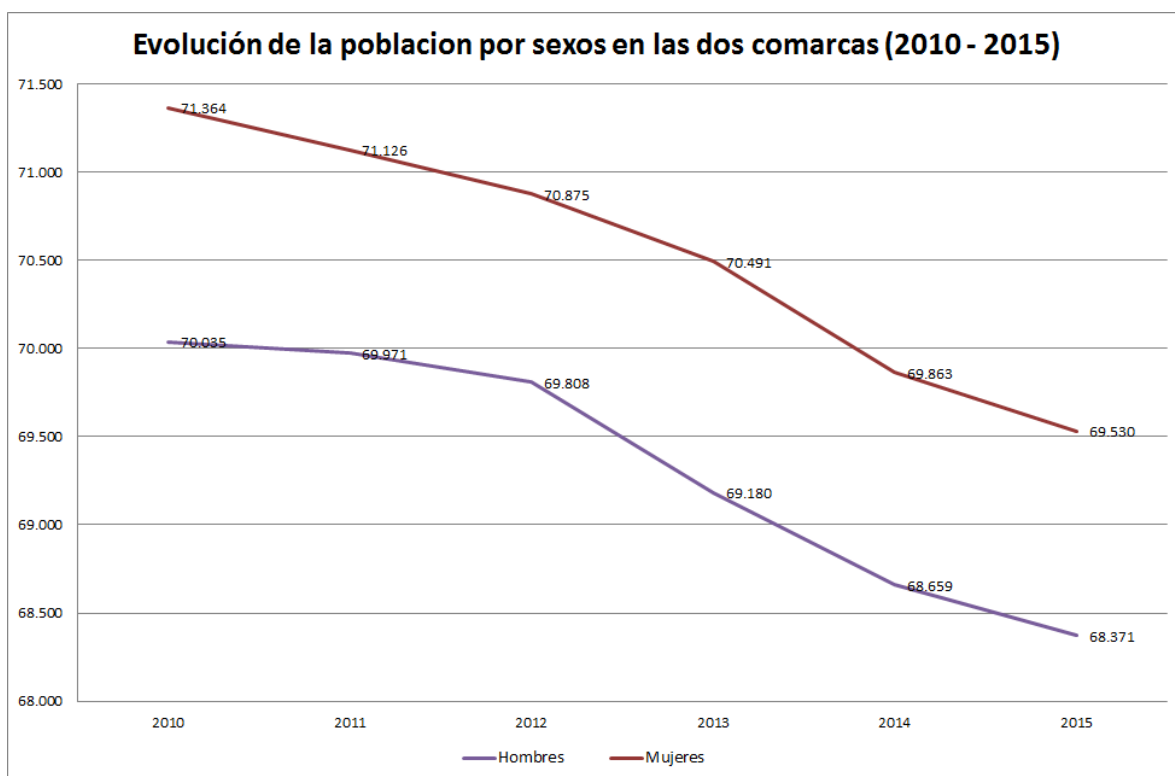


Fig. 42 – Evolución de la población de las dos comarcas entre 2010 y 2015, por sexos.
(fuente: elaboración propia a partir de datos del INE)

Se ha querido diferenciar entre las poblaciones más grandes, con más de 2.000 habitantes, de las más pequeñas, siguiendo la misma línea de investigación que en el punto anterior. Y se observa un pequeño repunte de la población de estas últimas poblaciones en el año 2011, pero luego el descenso es algo más pronunciado, produciéndose un 4,2% de habitantes en 2015, respecto a 2010.

Mientras que en el grupo de las poblaciones mayores, la disminución ha sido continuada, pero en porcentaje de la población que ha ido desapareciendo ha sido menor, un 2,4% de habitantes en 2015, respecto a 2010.

Esto nos indica que en estas últimas poblaciones, en las que los sectores productivos se centran más en la industria y los servicios, la disminución de personas ha sido paulatina pero no tan pronunciada.

Aun así, se pone de manifiesto que los últimos años, la crisis económica ha provocado que muchas personas hayan decidido buscar mejores condiciones de vida en otras zonas de la provincia, o incluso en otras provincias. Siendo más pronunciado en las poblaciones más pequeñas, que cuentan con menos infraestructuras y servicios. Algo que debe hacer reflexionar para mejorar este aspecto para evitar que estos pueblos se queden deshabitados en un plazo de tiempo no muy grande.

La población que provoca con mayor intensidad este repunte en 2011, es Lorcha/L'Orxa, ya que sufrió un aumento de la población de 39 personas en 2011 respecto a 2010.

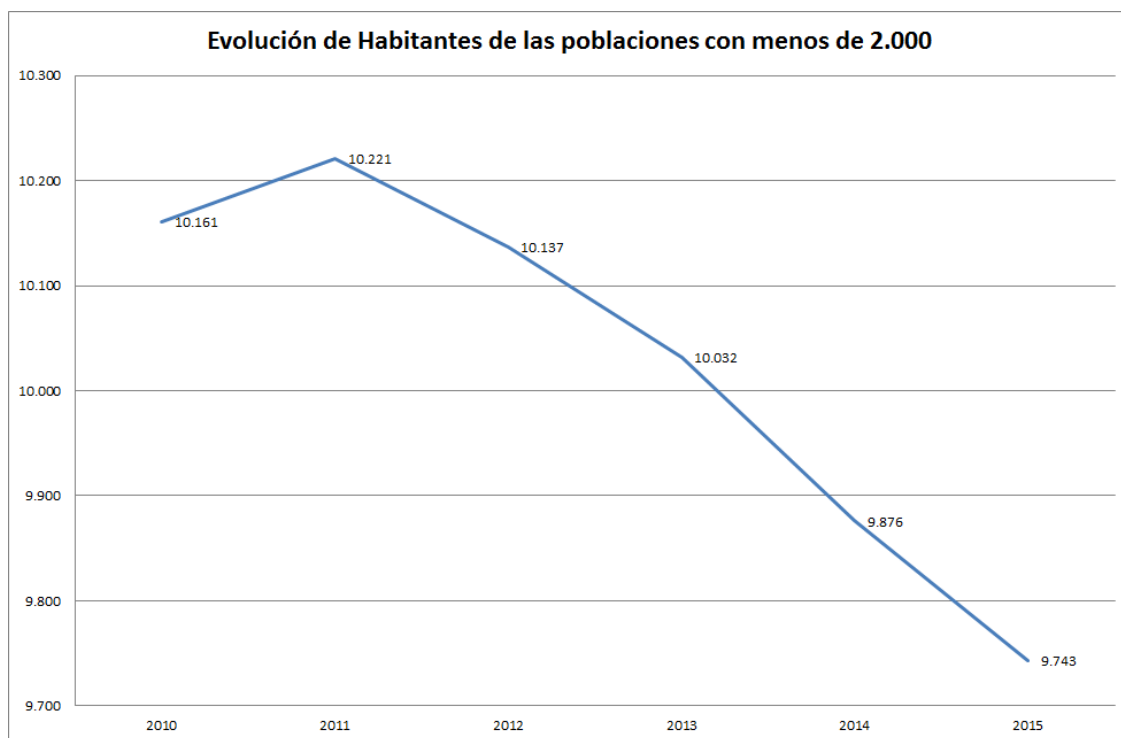


Fig. 43 – Evolución de la población de las poblaciones con menos de 2.000 habitantes entre 2010 y 2015.
(fuente: elaboración propia a partir de datos del INE)

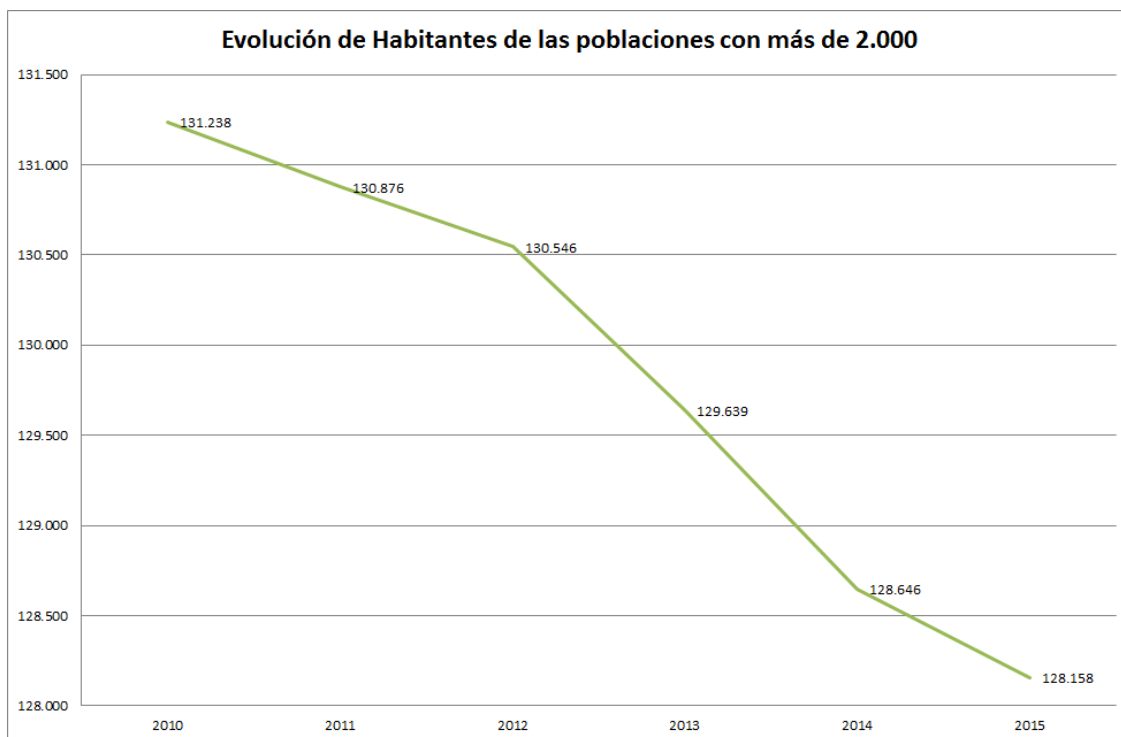


Fig. 44 – Evolución de la población de las poblaciones con más de 2.000 habitantes entre 2010 y 2015.
(fuente: elaboración propia a partir de datos del INE)

2.8 Datos de población con discapacidad o movilidad reducida.

En este apartado se pretende exponer las cifras, por poblaciones, tipo de discapacidad, destinos de sus desplazamientos, etc. Algo similar a los datos generales, pero de forma específica para aquellas personas que necesitan por diferentes motivos, acudir a centros sanitarios, de ayuda social u otros, pero por su condición, ya sea permanente o temporal, no pueden conducir, y necesitan que otras personas les acompañen y transporten a otras poblaciones, para que puedan ser atendidas.

Desgraciadamente es poca la información que se ha recibido, en la mayoría de los casos los Ayuntamientos no disponen de un censo actualizado de personas con movilidad reducida o grado de discapacidad, que se antoja indispensable para saber las necesidades especiales de atención, de cualquier tipo, que tienen este tipo de personas, y de ese modo hacer un presupuesto adecuado a dichas necesidades. No solo de desplazamiento, que es el motivo de este estudio, si no de atención sanitaria, para ayuda social, para formación especial, etc.

También es cierto que por la premura y necesidad de terminar el estudio, no se ha podido reiterar la consulta a todos los centros que de un modo u otro, prestan servicios o pueden tener información sobre este tema.

A pesar de ello, algunos Ayuntamientos o servicios sociales han facilitado la información de que disponen. Aunque han comunicado que no están registradas todas las personas que se encuentran dentro de este grupo con necesidades de atención especial.

El Ayuntamiento de Banyeres de Mariola ha facilitado una tabla de datos de las personas que tienen censadas, aunque con la advertencia que puede haber alguna persona a la que no se ha tramitado ningún tipo de documentación desde el propio Ayuntamiento y por ello no la tienen registrada.

BANYERES DE MARIOLA									
EDAD	TIPUS DE DISCAPACITAT								
	AMB MOBILITAT REDUÏDA	FÍSICA		INTELECTUAL		SENSORIAL		MALATS MENTALS	
	(+ 65 % 7 punts)	33%	65%	33%	65%	33%	65%	33%	65%
MENORS DE 18	3						2		2
DE 18 A 30		3	1						
DE 30 A 50	9	3	3	5	16	5	5		4
DE 50 A 65	7	4	5						
DE 65 A 75	7	5	4						
MAJORS DE 75	14								
TOTAL	40	15	13	5	16	5	7	0	6

Fig. 45 – Censo aproximado de personas con movilidad reducida en la población de Banyeres de Mariola
(fuente. Ayuntamiento de Banyeres de Mariola)

El Ayuntamiento de Castalla no tiene ningún censo formalmente establecido, y solo han podido facilitar una relación de centros donde algunas personas de la localidad se desplazan, pero sin tener claro su grado de discapacidad o disminución de movilidad.

CASTALLA		
Población de desplazamiento	Motivo	Nº personas
IBI	Centro ocupacional San Pascual	7
	Alzheimer	14
ONIL	Centro de día	9
Alcoi	Centro de desintoxicación	3

Fig. 46 – Registro aproximado de personas con necesidades de desplazamiento por algún tipo de asistencia social en la población de Castalla (fuente. Servicios Sociales Castalla)

Mancomunidad de Servicios Sociales Mariola.

La Mancomunidad de Servicios Sociales Mariola, engloba a varias poblaciones (Muro, Agres, Alfafara, L'Alqueria d'Asnar y Gaianes), y está dividida en dos Unidades de Trabajo Social:

- Una que atiende la población de Muro.
- La segunda que atiende el resto de municipios que actualmente están en esta mancomunidad: Agres, Alfafara, L'Alqueria d'Asnar y Gaianes.

Unidad de Trabajo Social de Agres, Alfafara, L'Alqueria d'Asnar y Gaianes.

Desde esta Unidad no han podido facilitar los datos de la cantidad de personas discapacitadas que existen en cada municipio, por carecer de ese tipo de información (de lo que se lamentan, pues es básico y fundamental a la hora de poder planificar la intervención de los servicios sociales).

A través del ayuntamiento se han tramitado unos pocos Reconocimientos de Discapacidad, pero no todos los casos han comunicado el resultado de la gestión, por lo que no tienen la certeza de que se les pueda considerar discapacitados o con movilidad reducida. Por otro lado, los ciudadanos por realizar la solicitud directamente y con la ayuda de los trabajadores del Centro de Salud, que también le ayudan en la tramitación a ciertos casos, pero no existe una comunicación a los ayuntamientos, y por ello solo se dispone de la información de las personas que se atienden directamente desde la Unidad de Trabajo Social. Así que la información de que se dispone se estima que no llega ni a un tercio de los casos reales.

Por otro lado, cabe destacar que la atención en temas de servicios sociales va cambiando de titular de responsabilidad, así desde julio del año 1990 hasta enero de 2009, se atendía desde

esta Unidad a las cinco poblaciones que constituían entonces la Mancomunidad, además también se atendía a las poblaciones de Lorcha/L'Orxa, Beniarrés, Alcocer de Planes, Almudaina, Benillup y Benimarfull.

Esta misma Mancomunidad tiene un recurso para Enfermos Mentales y otros problemas de conducta e integración: El TAPIS EL BATA, en los años 90, se hicieron varios estudios y propuestas tanto a la Consellería de Industria como a la Consellería de Bienestar Social, para que financiaran el transporte o intervinieran en el horario de los autobuses de la zona, a fin de que los usuarios del TAPIS que no vivían en Muro pudieran acceder a él, pero en unos casos por el alto coste económico y en otros por la poca coordinación entre administraciones, no se ha solucionado nunca este tema.

Unidad de Trabajo Social de Muro.

Desde esta unidad se ha facilitado una tabla con el registro de 28 personas, con sus edades grado de discapacidad, los puntos de movilidad reducida y la necesidad de otra persona para sus desplazamientos.

MURO				
Persona	EDAD (años)	GRAU DE DISCAPACITAT	Mobilitat reducida (punts)	Necessitat tercera persona (punts)
1	4	0,33		
2	14	0,35		
3	18	0,35		
4	18	0,65		
5	18	0,91	7	30
6	22	0,78	30	
7	25	0,65	7	
8	26	0,65		
9	37	0,75	15	
10	38	0,79	7	26
11	40	0,9	7	37
12	41	0,75	7	15
13	45	0,65		
14	46	0,7		
15	47	0,33		
16	48	0,65		
17	54	0,4	4	
18	57	0,43	7	
19	62	0,86		
20	63	0,33		
21	65	0,65		
22	66	0,65		
23	71	0,65		
24	72	0,42	3	
25	75	0,65		
26	79	0,74		
27	81	0,41	3	
28		0,33		

Fig. 47 – Censo aproximado de personas con movilidad reducida o discapacidad en la población de Muro
(Fuente. Servicios Social del centro de salud de Muro)

Desde el Ayuntamiento de Ibi se informó que no disponían de ningún registro, y se indicó que dicha información podría recabarse en la Dirección Territorial de la Consellería d'Igualtat i Polítiques Inclusives de Alicante, Centro Base de Alicante. De donde no se ha podido recabar información.

De igual forma, desde el Ayuntamiento de Cocentaina se indicó que debíamos dirigirnos Centro Base Fernando Madroñal en Alicante.

Desde el Ayuntamiento de Onil, se ha informado que actualmente, y con los datos que tienen recabado, con diversidad física, se puede hablar de unas 20 personas, pero también depende de si se cuenta con personas mayores dependientes, ya que el número aumentaría.

Lamentablemente se ha comprobado que no hay un censo de personas con necesidades especiales, ni en los ayuntamientos ni a nivel provincial. Algo que ya se ha comentado es muy importante, no solo para lo pretendido en este estudio, sino, simplemente para poder ejecutar unas políticas sociales adecuadas, ya que si se desconoce el número de personas necesitadas desde una administración, por ejemplo un Ayuntamiento, difícilmente se puede hacer un presupuesto adecuado, con acciones específicas para este colectivo. Y como consecuencia pocas políticas sociales llegan a buen término, siendo los ciudadanos a título individual los que tienen que luchar para conseguir algún derecho al que por ley está garantizado.

2.9 Encuesta a potenciales usuarios

Se ha elaborado una encuesta para testear y estimar la cantidad de usuarios potenciales, en los diferentes trayectos, horarios y frecuencias de viaje, entre las diferentes poblaciones de las dos comarcas, que se repartirá en los diferentes municipios de las dos comarcas para que los diferentes Ayuntamientos y asociaciones vecinales, de la 3ª edad, de madres, etc. favorezcan su difusión y de esta forma poder conseguir los suficientes datos para que sean representativos de la población total.

Ante esta premisa cabe destacar que hay poblaciones grandes que ya están bastante bien comunicadas y en las cuales el interés por la incorporación de más líneas o redes de transporte es menor, por ello se va a intentar favorecer la difusión en aquellas poblaciones en las que la necesidad es más patente y del mismo modo se contemplara esta salvedad para saber la representatividad de la muestra obtenida.

2.10 Realización de la encuesta.

Se ha preparado una encuesta en los dos idiomas cooficiales de la Comunidad Valenciana y con una serie de preguntas que, sin entrar en temas personales, intentan establecer las condiciones de las personas que la rellenen y sus necesidades de desplazamiento.

De esta forma se acotarán por edades, trayectos, horarios, etc. y se podrán establecer las prioridades para el diseño de las redes de transporte y su formato.

Se puede ver la encuesta en los dos idiomas en los anexos de este trabajo, pero aquí se exponen las cuestiones que los participantes deben responder, para facilitar la máxima información que nos ayude a determinar las necesidades reales de desplazamiento.

INFORMACIÓN A EXTRAER EN LA ENCUESTA:

1.- población donde reside.

2.- edad del encuestado.

3.- sexo del encuestado.

4.- el interesado padece de alguna discapacidad que le afecta en su capacidad de desplazamiento

5.- profesión del interesado

a. Estudiante	b. Trabajador/a por cuenta ajena	c. Autónomo
d. Jubilado/a	e. Desempleado/a	f. Otro

6.- posesión del permiso de conducir en vigor.

7.- disponibilidad de vehículo privado.

8.- utilizaría el servicio de transporte público, si existiese alguno que se adaptará a sus horarios o necesidades.

9.- localidades a las que tiene necesidad de desplazarse (de las dos comarcas).

10.-motivo principal de sus traslados (puede marcar más de una).

a. Asistencia al medico	b. Tramites con la administración	c. Estudios
d. Trabajo	e. Otros (indique cuál):	

11.- frecuencia de los desplazamientos.

a. Todos los días	b. Varias veces por semana	c. Una vez por semana
d. Esporádicamente (solo cuando voy al médico u otros..)	e. Otro (indique cuando)	

12.- horas en que suele necesitar trasporte:

HORA IDA	HORA REGRESO
Antes de las 7:00	Antes de las 7:00
de 7 a 9 horas	de 7 a 9 horas
de 9 a 12 horas	de 9 a 12 horas
de 12 a 14 horas	de 12 a 14 horas
de 14 a 17 horas	de 14 a 17 horas
de 17 a 20 horas	de 17 a 20 horas
de 20 a 22 horas	de 20 a 22 horas
después de las 22 h.	después de las 22 h.

Fig. 48 – Ejemplo de encuesta utilizado (fuente: elaboración propia)

Se han preparado estas preguntas para poder acotar las edades de las personas participantes, en qué situación se encuentran, donde residen y que necesidades de desplazamiento reales tienen. Todo ello para establecer los criterios base que deberá reunir un potencial y posible sistema de transporte público que una las diferentes localidades de las comarcas afectadas por este estudio.

2.10.1 Planteamiento de hipótesis sobre las encuestas

A priori, y aunque no sea el fin de este estudio plantearse unas hipótesis para comprobar su cumplimiento con los datos recogidos de las encuestas, podemos formular varias suposiciones o hipótesis sobre el tipo de personas que respondiendo a la encuesta, necesitan de la ayuda de un servicio de transporte, y que pueden formularse como sigue:

Hipótesis 1. *Existirá una mayor demanda, en proporción a los habitantes de cada localidad, en aquellas localidades que no dispongan actualmente de un servicio de transporte público.*

Hipótesis 2. *Aun disponiendo de algún tipo de servicio, existirá una mayor demanda, en proporción a los habitantes de cada localidad, en aquellas en que el servicio que se está ofertando no se ajusta a los horarios o su tardanza desaconseja su uso, porque no se ajusta a los horarios de los servicios a los que se quiere acceder (educación, sanidad, administración pública, ...).*

Hipótesis 3. *Existirá una mayor demanda de los colectivos de personas más desfavorecidos, es decir, jóvenes, personas con algún tipo de discapacidad, y personas mayores.*

Hipótesis 4. *Existirá una mayor demanda, en proporción a los habitantes de cada localidad, en aquellas localidades de menor tamaño, y por consiguiente con menos servicios propios del Ayuntamiento correspondiente, y que dependen de alguna entidad supramunicipal para ser prestados.*

La encuesta es remitida a los diferentes Servicios Sociales de los Ayuntamientos, a través de su Alcalde o Concejal de Servicios Sociales, y también a través de la WEB de la Mancomunidad, así como distribuida a través de redes sociales, para que alcanzará mayor difusión.

2.10.2 Encuestas recibidas

A pesar de la difusión realizada, y que el tiempo para la recogida de datos se amplió de los inicialmente establecidos tres meses, hasta los 10 meses, las encuestas recibidas solo alcanzan un total de 314 encuestas (232 vía internet y 82 en papel), de las cuales, tras la revisión de todas las encuestas recibidas, solo se han podido utilizar 260 encuestas. Cantidad que no llega a un mínimo para considerarla significativa, teniendo en cuenta la población total de las dos comarcas, que a finales del año 2014, era de 138.522 personas, según el censo del INE de 2014.

Lamentablemente ha habido problemas y errores entre los cuales se puede destacar los problemas de comunicación en internet que han provocado que algunas encuestas rellenadas a través de la web no se remitieran correctamente, por lo que llegaba a nuestro servidor un mensaje de una encuesta cumplimentada, pero no llegaban los datos recogidos en el formulario. Otras veces ocurría lo contrario, es decir, una persona rellenaba un formulario online, pero al remitirlo la web lo enviaba varias veces acumulándose la misma encuesta cumplimentada hasta cinco veces (en estos casos ha sido fácil detectarla porque el servidor la recibir de forma consecutiva con la misma fecha y hora de realización, algo estadísticamente muy difícil, por no decir imposible, de conseguir si fueran diferentes participantes).

A los problemas técnicos antes mencionados, debemos añadir los problemas de comprensión o de cumplimentación que algunas personas han hecho al rellenar la encuesta, por ejemplo, especificar como población de destino la misma que es de residencia. Aspecto que puede ser cierto para esas personas, no es la intención de este estudio. Y más teniendo en cuenta que todos los casos han ocurrido en poblaciones con una población menos a los 1.000 habitantes, y que recorrer toda la población se realiza con facilidad en pocos minutos. Esto ha llevado a la conclusión que ha sido un error en el momento de elegir la población destino, o que verdaderamente sea una persona muy dependiente y realmente necesite de ayuda para desplazamientos muy pequeños, dentro de la misma población. Pero de cualquier modo, estas encuestas o parte la parte de ellas que han contemplado el mismo destino que su población de origen, han sido eliminadas.

Por el contrario, también ha habido sorpresas agradables, como la protagonizada por los habitantes de las poblaciones de Banyeres de Mariola y Lorcha/L'Orxa, que han aportado una gran cantidad de las encuestas recibidas.

Ello ha sido debido a que estas poblaciones disponían de un servicio que las unía con Alcoy por un lado, y por otro un servicio que llegaba hasta Gandía, y que en fechas recientes ha desaparecido. Esto ha provocado que sus habitantes se sientan más sensibles a estudios o iniciativas como la presente.

También ha habido personas que han dedicado algo de su tiempo a participar en esta iniciativa, respondiendo a la encuesta, a pesar de no tener intención de utilizar un posible

servicio que cubriría los trayectos que ellos mismos dicen que realizan y/o necesitan realizar. El total de encuestas recibidas que indican no querer utilizar un posible servicio de transporte es de 19, contabilizando todas las encuestas recibidas, y considerando solo aquellas que han quedado después de eliminar las que tenían algún tipo de error que las hacía inservibles para este estudio, han quedado un total de 14 encuestas que aseguran no utilizarían un posible transporte público en caso de existir.

El proceso de depurar las encuestas recibidas ha seguido el proceso que se explica a continuación, para ir eliminando los diferentes tipos de errores, y dejar solo aquellas encuestas que realmente proporcionan información fiable y necesaria, a efectos de este trabajo.

1. En primer lugar, se pusieron todas las encuestas en un idioma. Debido a que se facilitaron encuestas en Valenciano y Español, tanto en formato .pdf, como un formulario en internet, las respuestas llegaban en diferente formato, y debe tenerse en cuenta que el servidor que recibía las encuestas transformaba los acentos y otros signos especiales.

Submission ID	Form	Time	email	1.- Selecc	2.- Edad	3.- Sexo	4.- Profesi	5.- À
205	Transport P	23/02/2016 11:00	Agres	De 36 a 50 anys	Home	Per compte d'altre	S	
206	Transport P	23/02/2016 11:27	Agres	De 36 a 50 anys	Dona	Per compte d'altre	No	
207	Transport P	23/02/2016 11:27	Agres	De 36 a 50 anys	Dona	Per compte d'altre	No	
208	Transport P	23/02/2016 11:27	Agres	De 36 a 50 anys	Dona	Per compte d'altre	No	
209	Transport P	23/02/2016 11:27	Agres	De 36 a 50 anys	Dona	Per compte d'altre	No	
210	Transport P	23/02/2016 11:27	Agres	De 36 a 50 anys	Dona	Per compte d'altre	No	
211	Transport P	23/02/2016 11:50	Agres	De 26 a 35 anys	Home	Per compte d'altre	S	
212	Transport P	23/02/2016 12:10	Agres	De 26 a 35 anys	Home	Per compte d'altre	S	
213	Transport P	23/02/2016 12:47	Agres	De 36 a 50 anys	Dona	Per compte d'altre	S	
214	Transport P	23/02/2016 12:51	Muro	De 36 a 50 anys	Home	Per compte d'altre	S	
215	Transport P	23/02/2016 17:52	Alcoi	De 36 a 50 anys	Dona	Per compte d'altre	S	
216	Transport P	23/02/2016 21:15	Agres	Menys de 18 anys	Dona	Estudiant	No	

Fig. 49 – Ejemplo de datos recibidos al servidor (fuente: elaboración propia)

2. En segundo lugar se eliminaron las encuestas que el servidor las había dejado vacías. En la tabla de encuestas iniciales, se detectan porque el servidor informático les asignaba un número, pero el resto de datos no llegaba a entrar en el servidor.

Submission ID	Form	Time	email	1.- Seleccione una pob	2.- Edad	3.- Sexo	4.- Profesi	5.- À
148	Transport P	14/09/2015 7:19	Banyeres de Mariola	Menys de 18 anys	Dona	Estudiant	No	
149	Transport P	14/09/2015 8:54	Alqueria d'Asnar	De 26 a 35 anys	Home	Aut	S	
150	Transport P	14/09/2015 9:03	Alqueria d'Asnar	De 51 a 65 anys	Home	Per compte d'altre	S	
151								
152	Transport P	14/09/2015 13:12	Alqueria d'Asnar	Menys de 18 anys	Dona	Estudiant	No	
153	Transport P	14/09/2015 13:17	Alqueria d'Asnar	De 36 a 50 anys	Dona	Per compte d'altre	S	
154								
155	Transport P	14/09/2015 21:33	Alqueria d'Asnar	De 36 a 50 anys	Home	Jubilat/a	No	

Fig. 50 – Ejemplo de datos recibidos al servidor (fuente: elaboración propia)

3. Posteriormente se eliminaron las encuestas que estaban duplicadas y las pruebas, dejando solo una de ellas. En la figura 49, se puede observar como la misma encuesta se recibió cinco veces, ya que el servidor le asignó un número de encuesta diferente, pero el resto de datos es igual, fecha y hora de recepción, datos personales y contestaciones.
4. Por último se identificó aquellas encuestas en las que coincidía la población origen del encuestado, con alguno o todos de los destinos que había elegido, y se eliminó el destino que coincidía, o incluso toda la encuesta.

Resumiendo la principal información que nos dejan las encuestas recibidas, vemos que se han recibido un total de 314 encuestas, de las cuales 26 estaban vacías, por problemas de comunicación de los diferentes ordenadores con el servidor que las recibía. De las 288 restantes, había 2 encuestas que fueron realizadas a modo de prueba, y 9 que el servidor las ha repetido.

También se detectaron un total de 23 encuestas con origen del encuestado igual a alguno o todos los destinos que la persona había elegido. De ellas se eliminaron completamente 17 encuestas por tener todos los destinos iguales a la población origen del encuestado, y 6 encuestas en la que se eliminó solo el destino que coincidía con la población origen.

De esta forma solo han quedado un total de 260 encuestas con información adecuada para ser tratada para la definición de destinos preferidos por los participantes.

3 Análisis de información.

3.1 Introducción.

Una vez depurados todos los datos de las encuestas recibidas, como se ha comentado anteriormente, han quedado 260 encuestas de las que se han analizado los datos obteniendo información acerca de la condición de los diferentes participantes, que se exponen a continuación.

Se ha de tener en cuenta que en cada encuesta, los participantes podían rellenar, o facilitar información de la necesidad de diferentes viajes. Por ello cuando se analicen las peticiones de viajes que se han recibido, las cantidades son superiores al número de encuestas recibidas.

3.2 Análisis de datos.

Como se puede ver en los diferentes gráficos que se muestran a continuación, de todas las encuestas recibidas, 111 corresponden a Banyeres de Mariola, lo que supone un 35,35% de las encuestas inicialmente recibidas, y de las encuestas que han quedado definitivamente después de eliminar todas aquellas que tenían algún error, han quedado 103 encuestas recibidas de habitantes de Banyeres de Mariola, lo que supone un 39,62% del total de encuestas definitivas.

Del mismo modo, de todas las encuestas recibidas, 83 corresponden a Lorcha/L'Orxa, lo que supone un 26,43%, y de las encuestas que han quedado definitivamente, después de eliminar todas aquellas que tenían algún error, han quedado 82 encuestas recibidas de habitantes de Lorcha/L'Orxa, lo que supone un 31,92% del total de encuestas definitivas.

El principal motivo de esta gran participación de los habitantes de estas dos poblaciones es que en los últimos años se ha anulado dos líneas de autobús que prestaban servicio a estas dos poblaciones. Una que unía Lorcha/L'Orxa con Muro, y que además era la única dejando a las poblaciones de La Vall de Perputxent sin servicio. Y otra era la línea que unía Banyeres de Mariola con Villena, disminuyendo de esta forma el servicio a esta población y perjudicando a algunos ciudadanos.

Las otras poblaciones que han participado, pero en menor medida son Alcoy, Cocentaina, Muro, Beniarrés, Agres, Alquería de Aznar, Gaianes, Facheca/Fageca, Tibi, Ibi, Castalla y Onil.

Desgraciadamente las encuestas recibidas no son significativas con respecto a la población total de las dos comarcas, y más aun teniendo en cuenta que ha habido muchas poblaciones que no han participado. Se puede decir que la publicidad o difusión de la realización del estudio y las encuestas no ha sido suficiente, o que el interés político por parte de algunos Ayuntamientos no ha ayudado. Aunque en estas páginas no es el lugar para debatir cuál ha podido ser el motivo, si es interesante tener en cuenta esta circunstancia a la hora de extraer conclusiones, y tomar las medidas adecuadas en el caso que se estime oportuno ampliar o mejorar futuros estudios que se quiera desarrollar.

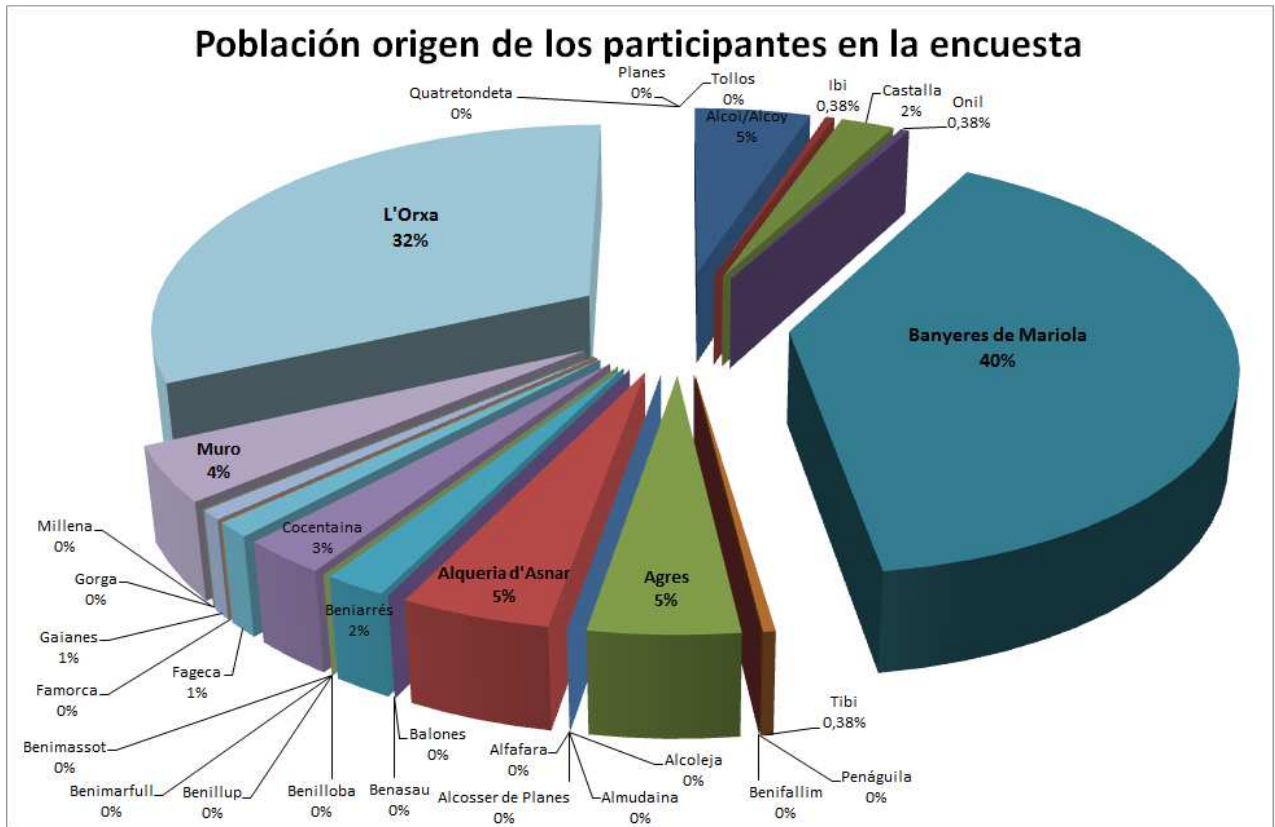


Fig. 51 – Gráfico circular del origen de los participantes en la encuesta (fuente: elaboración propia)

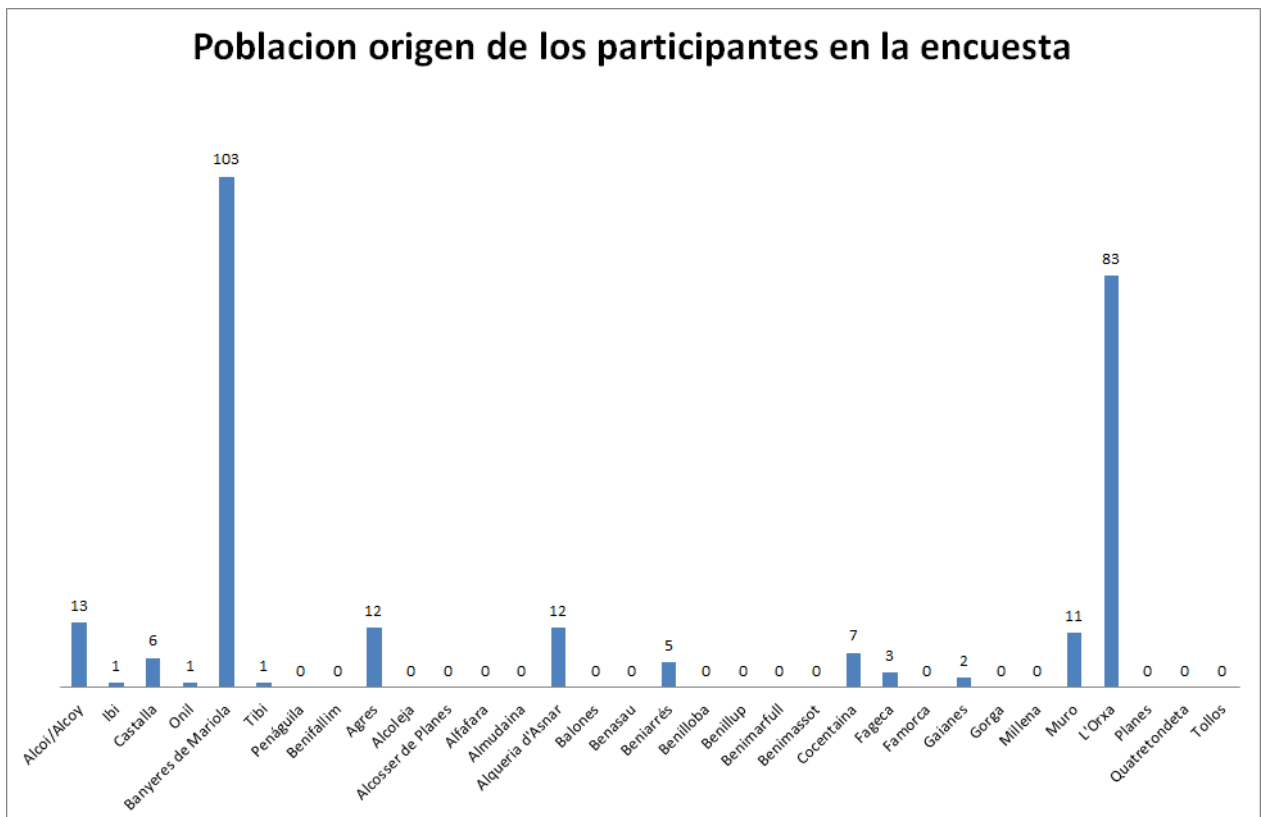


Fig. 52 – Gráfico de barras del origen de los participantes en la encuesta (fuente: elaboración propia)

En cuanto al sexo de los participantes en las encuestas, se puede ver que la participación ha sido bastante homogénea, aunque algo mayor en porcentaje la participación de las mujeres. De lo que podemos concluir que aún hay muchas mujeres, sobretodo de edad adulta y avanzada, que no disponen de permiso de circulación y/o vehículo propio, y por ello son más dependientes en cuestión de transporte o movilidad.

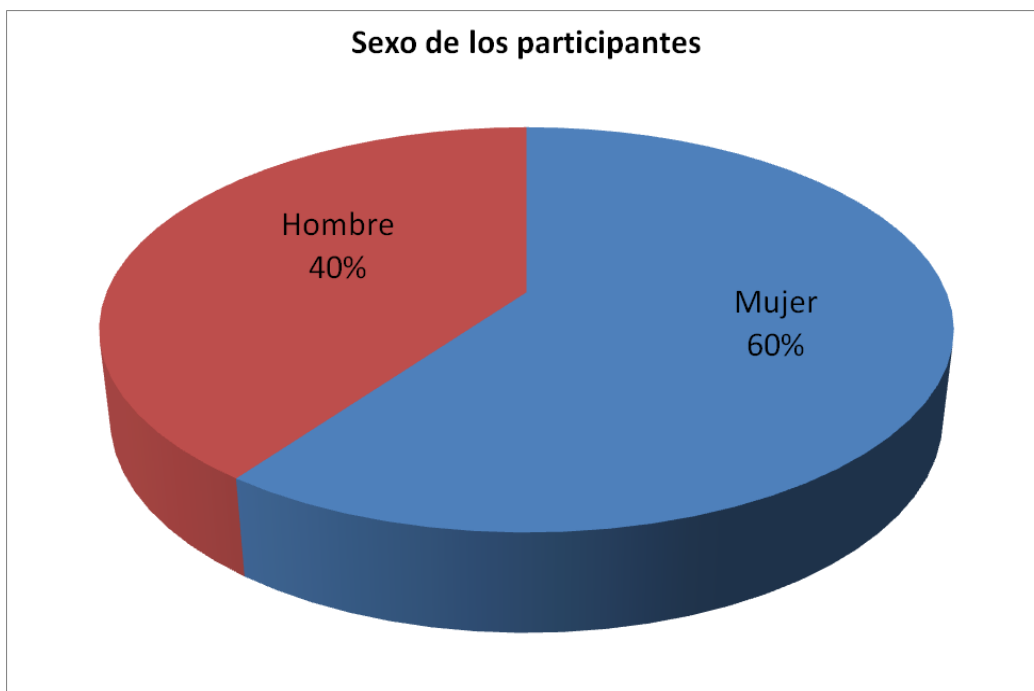


Fig. 53 – Gráfico circular según el sexo de los participantes en la encuesta (fuente: elaboración propia)

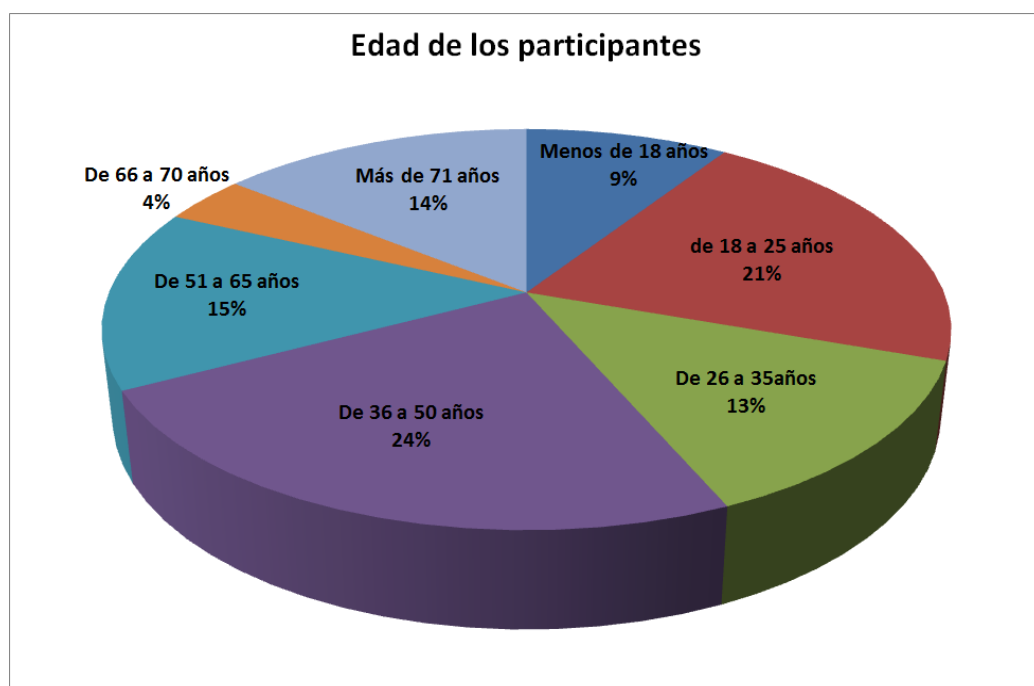


Fig. 54 – Gráfico circular según la edad de los participantes en la encuesta (fuente: elaboración propia)

En la Figura 53, se observa la distribución de edades de los participantes. Y observando tres de los grandes grupos de participación por edades (de 18 a 25, de 26 a 35, y de 35 a 50 años) comprobamos que siempre son las mujeres las que se han interesado más por dar respuesta a la encuesta, con lo que se puede concluir lo anteriormente citado, que las mujeres continúan siendo aún, dependientes en una sociedad que no ha llegado a la igualdad total entre sexos.

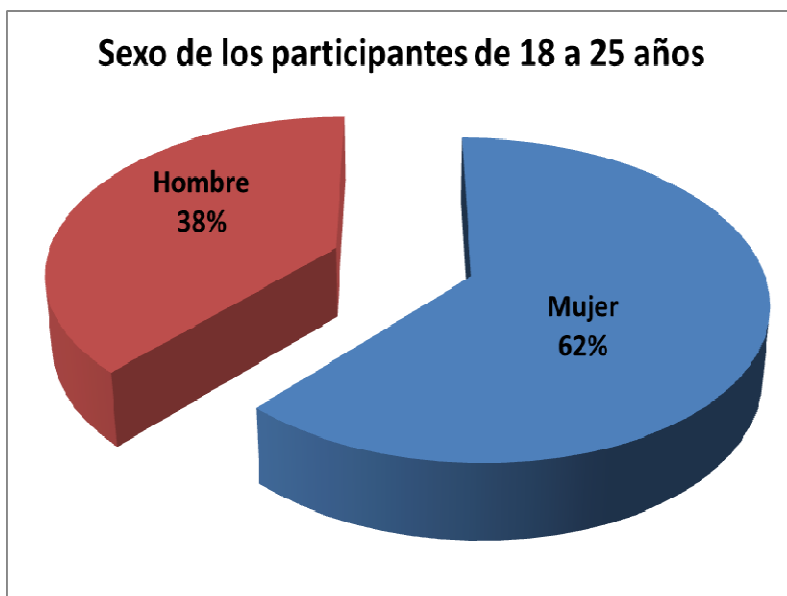


Fig. 55 – Gráfico circular según la edad de los participantes entre 18 y 25 años en la encuesta
(fuente: elaboración propia)

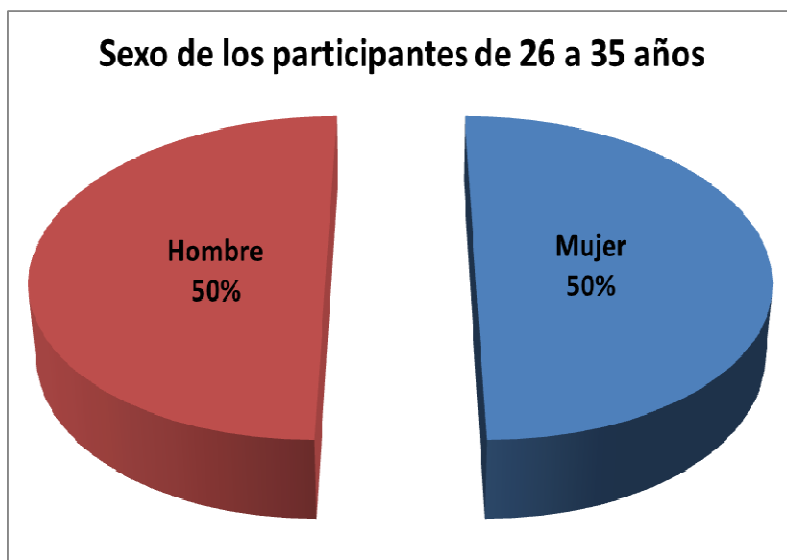


Fig. 56 – Gráfico circular según la edad de los participantes entre 26 y 35 años en la encuesta
(fuente: elaboración propia)

La anterior afirmación se rompe para las edades entre 26 y 35 años, aunque para explicar un motivo se debería entrar en el trabajo y conocimientos de la sociología. Por ello, simplemente exponemos los datos para conocimiento del lector.

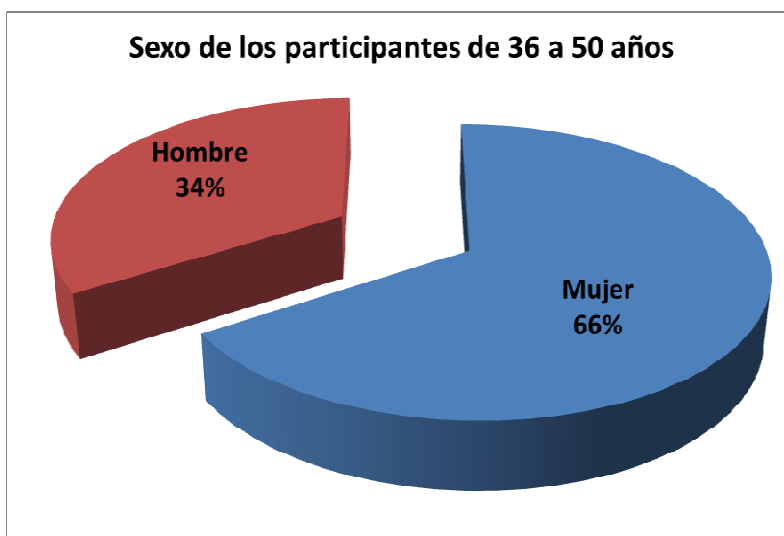


Fig. 57 – Gráfico circular según la edad de los participantes entre 36 y 50 años en la encuesta
(fuente: elaboración propia)

En cuanto a la ocupación de los participantes de la encuesta, como se ve en la figura 57, y como era de esperar, los grupos de población que más han participado, principalmente por ser los grupos de personas que en menos porcentaje disponen de un vehículo para sus desplazamientos, son los jubilados y los estudiantes, también cabe destacar que entre el grupo de trabajadores por cuenta ajena también ha habido una gran participación.



Fig. 58 – Gráfico circular según la ocupación de los participantes en la encuesta
(fuente: elaboración propia)

Referente a la forma de cumplimentar la encuesta se observa que la mayoría de las personas han utilizado el formulario online que se incluía en la página web.

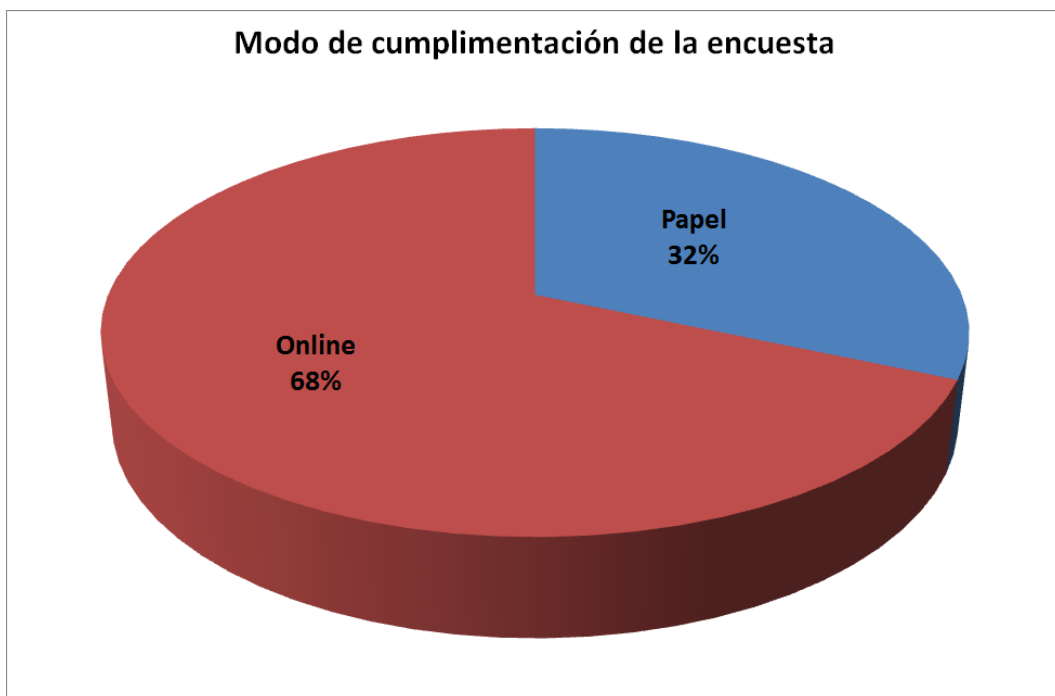
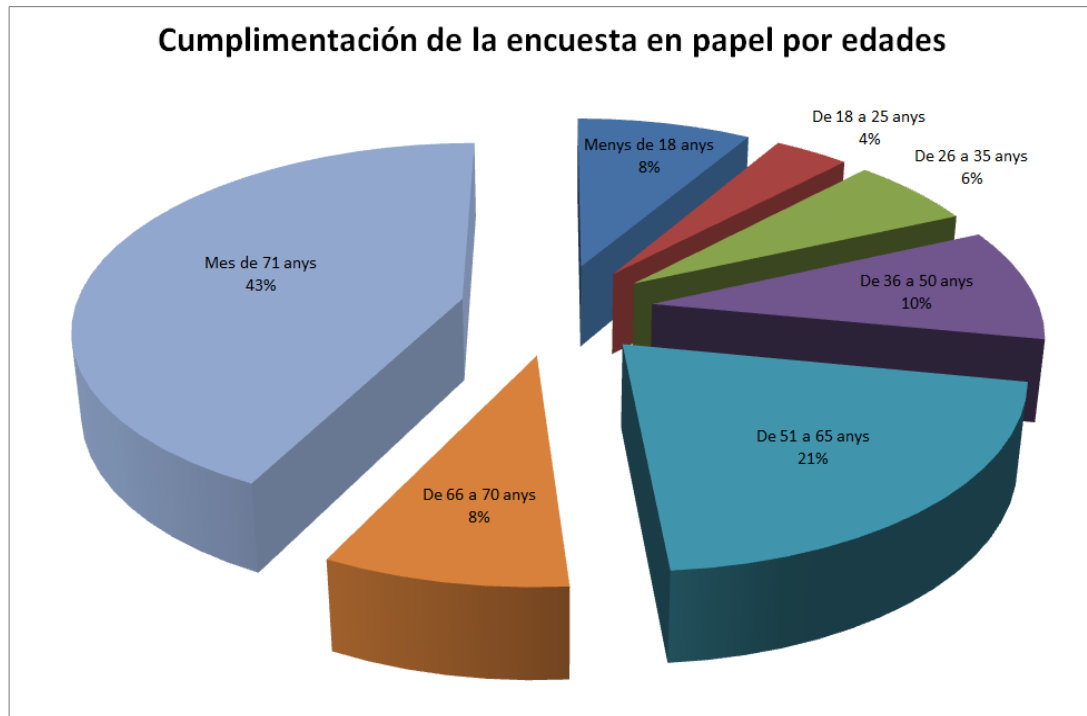


Fig. 59 – Gráfico circular según el modo de cumplimentación de la encuesta (fuente: elaboración propia)



Edades	Menos de 18	18 a 25	26 a 35	36 a 50	51 a 65	66 a 70	Más de 71
Nº personas	7	3	5	8	17	7	35

Fig. 60 – Gráfico circular y tabla de edades que han realizado la encuesta en papel (fuente: elaboración propia)

Analizando por separado las dos formas de rellenar la encuesta, papel u online, vemos que cuando se ha utilizado el papel, lo han hecho con mayor proporción las personas mayores de 71 años, seguido por el grupo de 51 a 65 años, y en tercer lugar las personas entre 36 y 50 años. Este grupo rompe con lo que cabría esperar, ya que el grupo entre 66 y 70 años no ha usado en tanto porcentaje la encuesta en papel. Una explicación a este fenómeno la encontramos en la figura 20 – (Gráfico circular según la edad de los participantes en la encuesta), en el que se observa que solo un 4% de la población que ha participado en la encuesta está comprendida en esta edad, y por lo tanto a pocos participantes, el uso de uno u otro medio, también es bajo.

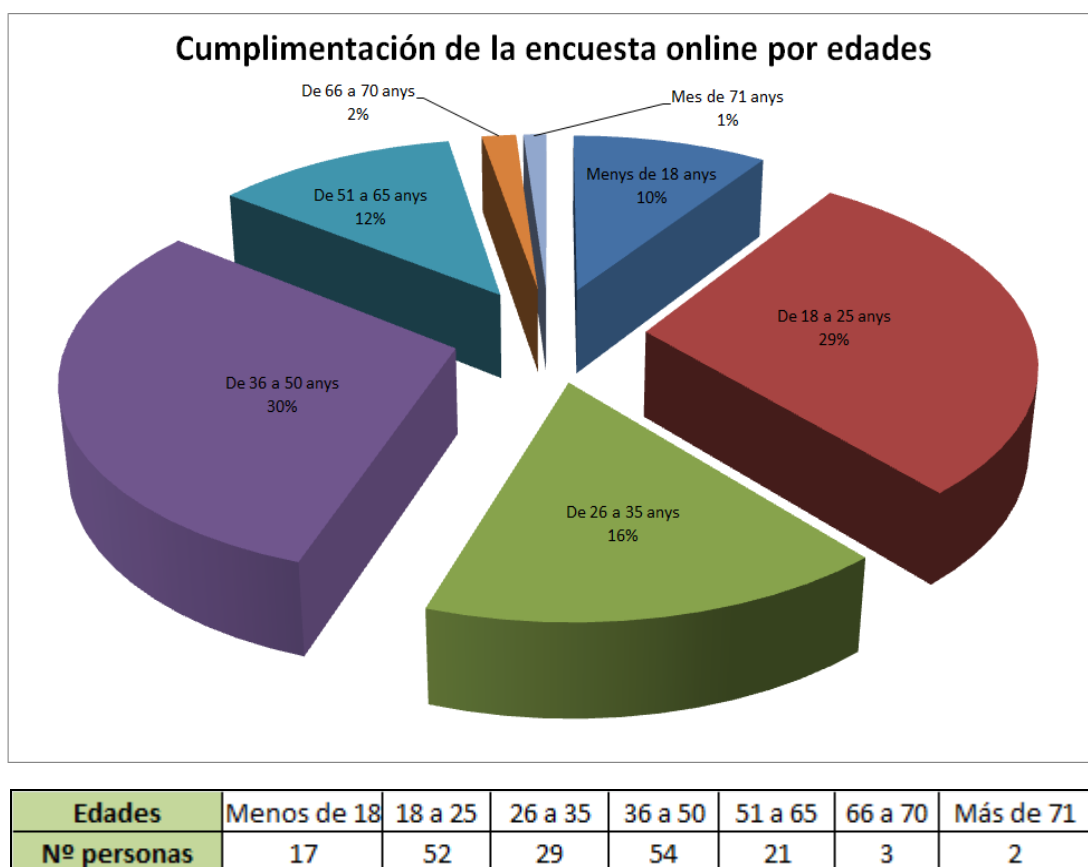


Fig. 61 – Gráfico circular y tabla de edades que han realizado la encuesta online (fuente: elaboración propia)

En cuanto al uso del formulario online los datos se asemejan a los que a priori serían los esperables. Es decir su uso ha sido mayor en aquellas personas con edades con un uso mayor de los ordenadores. Salvo por la poca participación de los menores de 18 años.

Como se observa en el siguiente gráfico, llama la atención que un gran porcentaje de los participantes posee permiso de conducir, y aun así se han interesado por este estudio y han rellenado la encuesta.

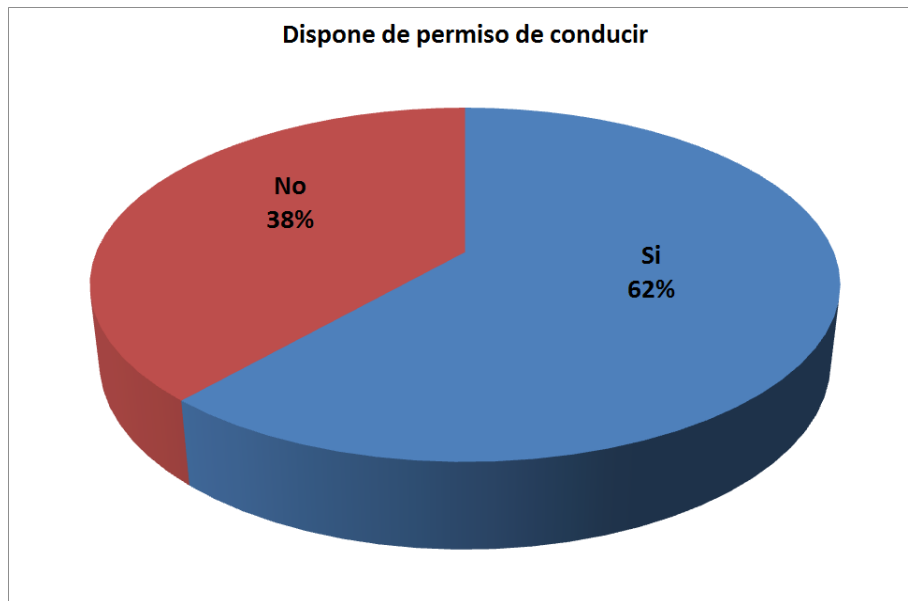


Fig. 62 – Gráfico circular según el modo de cumplimentación de la encuesta (fuente: elaboración propia)

De igual modo y con porcentajes similares, las personas que disponen de vehículo también se interesan por un transporte público adecuado a sus necesidades.

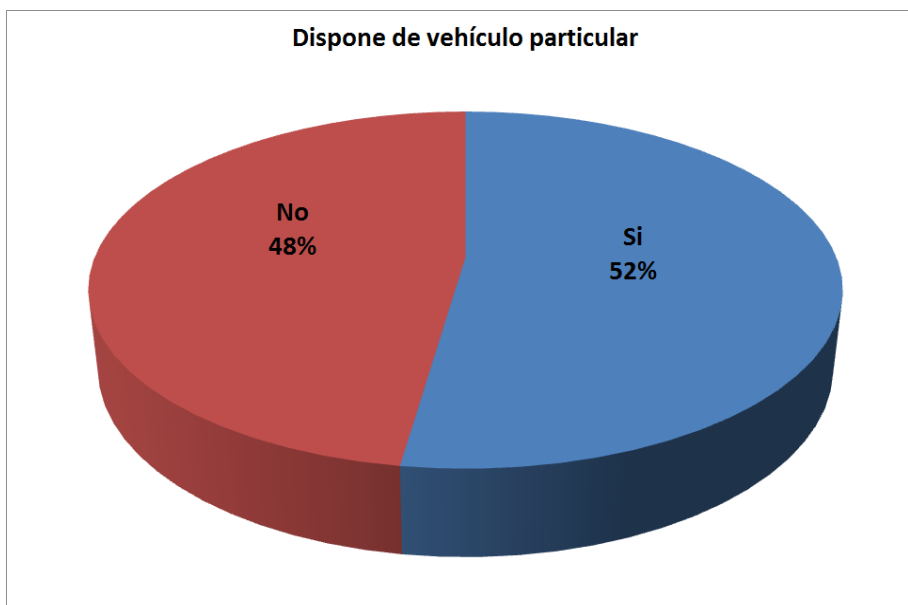


Fig. 63 – Gráfico circular según la disposición de vehículo propio por parte de los participantes en la encuesta (fuente: elaboración propia)

De los dos gráficos anteriores se puede concluir que en general hay un gran interés por que se desarrolle un sistema de transporte público de calidad, y que cubra las necesidades de la población. Ello debe ser un aliciente para que todos los implicados trabajen en este sentido y se consiga que el transporte público sea en breve el mayoritario y preferido para los desplazamientos entre las diferentes poblaciones de las comarcas o de la provincia.

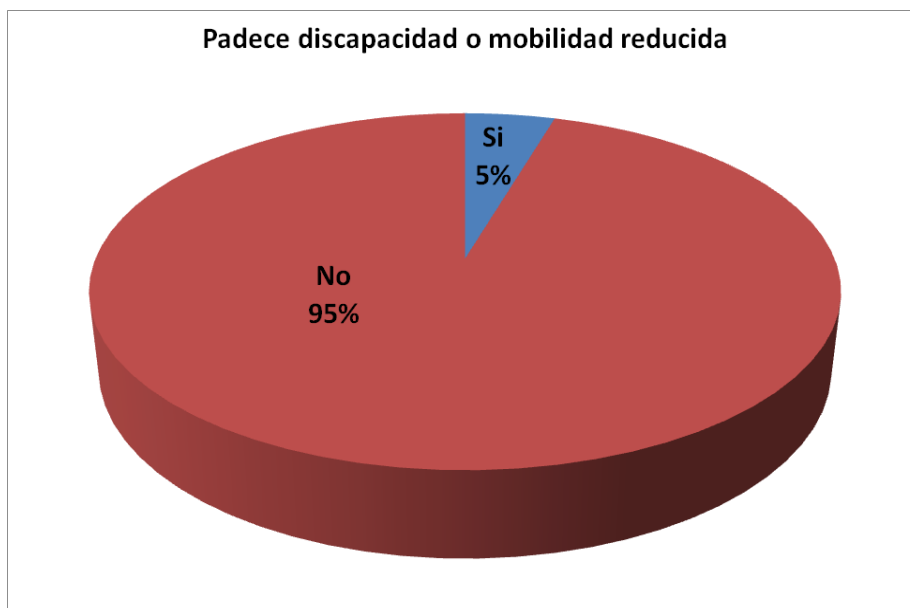


Fig. 64 – Gráfico circular que indica el porcentaje de personas que tienen movilidad reducida entre los participantes en la encuesta (fuente: elaboración propia)

Del mismo modo a lo visto en las figuras 61 y 62, también las figuras 63 y 64 indican un gran interés en que se desarrolle un buen sistema de transporte público. Ya que la gente ha participado sin padecer ninguna discapacidad, y afirman que si utilizarían el transporte público. Pero eso era de esperar, ya que las personas que no tienen interés en el transporte público, tampoco habrán tenido interés en rellenar la encuesta.

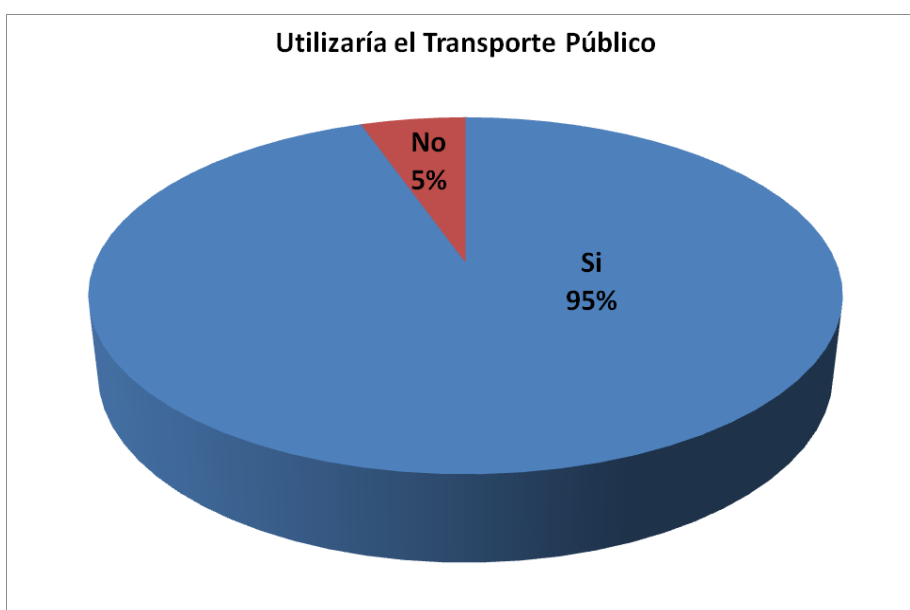


Fig. 65 – Gráfico circular que indica el porcentaje de personas que estarían dispuestas a utilizar un transporte público adaptado a sus necesidades entre los participantes en la encuesta (fuente: elaboración propia)

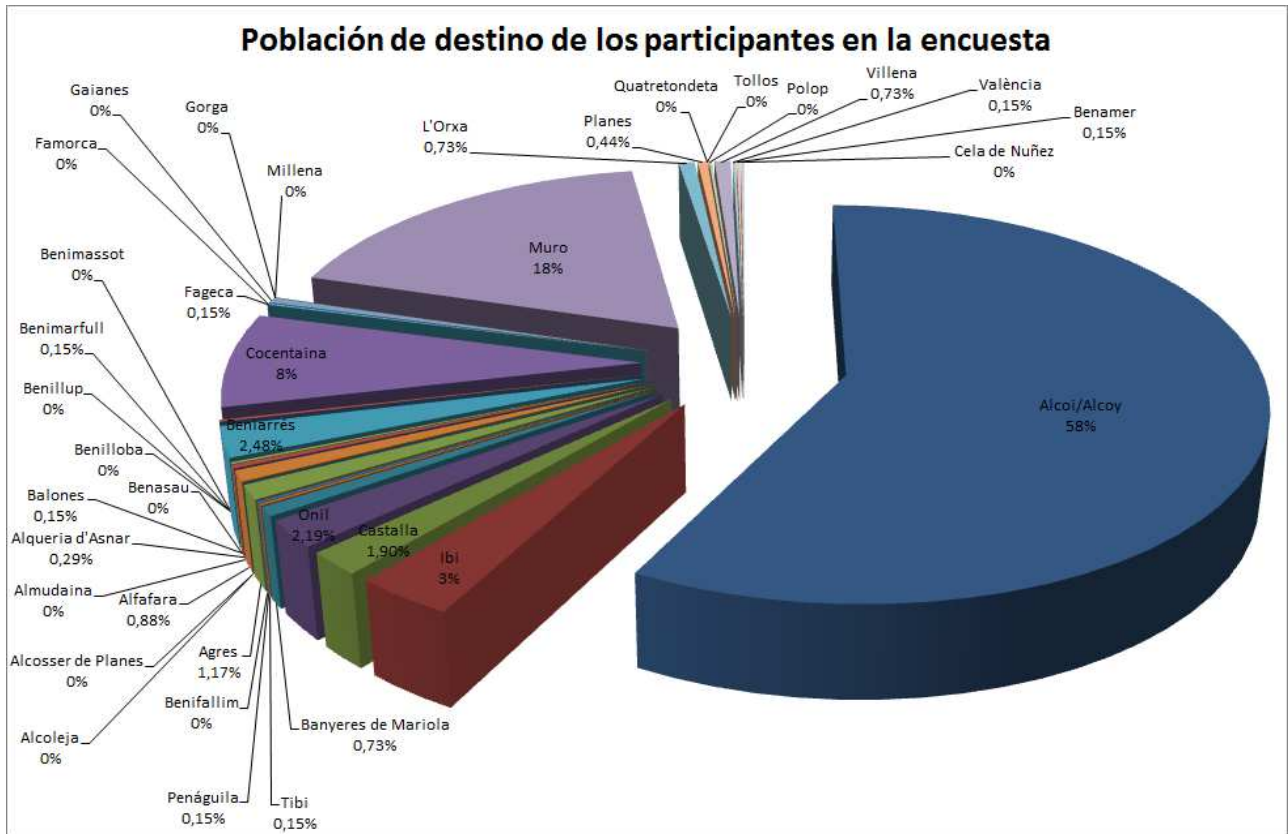


Fig. 66 – Gráfico circular de los destinos de los participantes en la encuesta (fuente: elaboración propia)

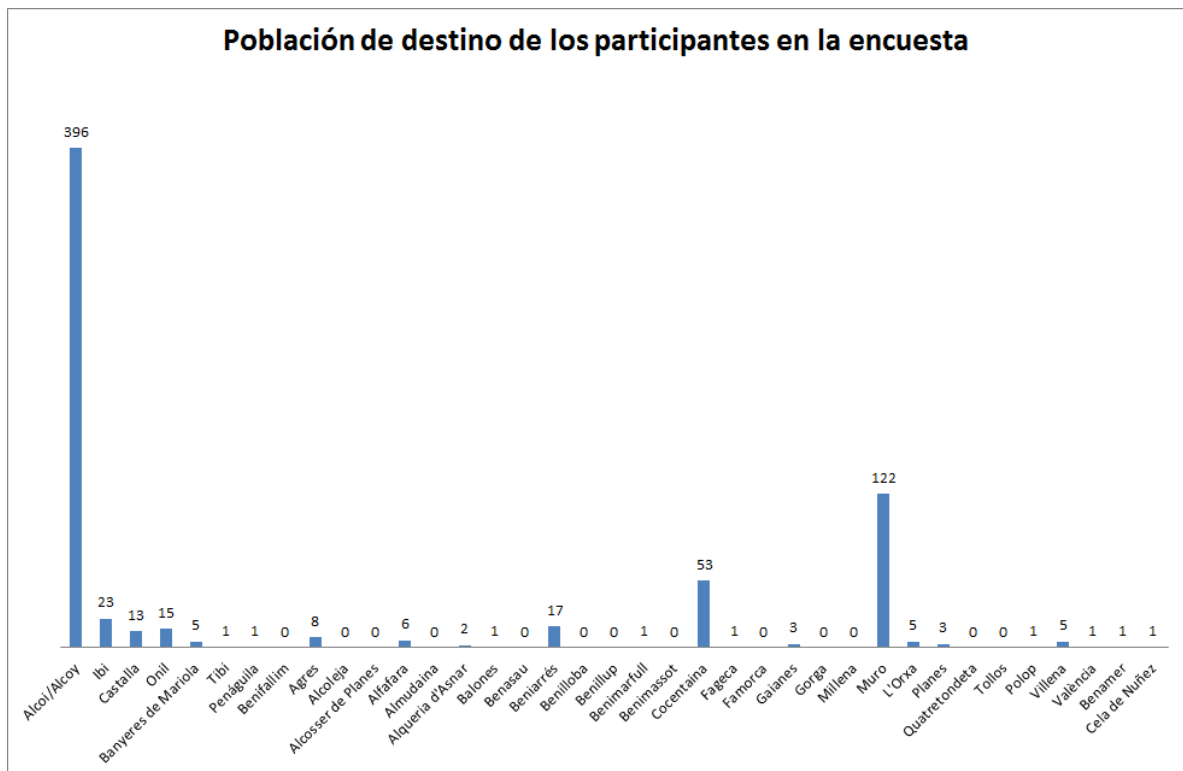


Fig. 67 – Gráfico de barras de los destinos de los participantes en la encuesta (fuente: elaboración propia)

En cuanto a la población destino de los viajes que las personas participantes han indicado, se encuentra principalmente las poblaciones en las que se ubican los servicios de la administración (sanitarios, administrativos, educativos, etc.). Y como se ve en los gráficos (figura 66 y 67) son Alcoy, Cocentaina y Muro. Los motivos por los que Ibi no se encuentre entre las poblaciones preferidas como destino, se puede deber a que en la Comarca de L'Alcoià casi todas las poblaciones son relativamente grandes comparadas con las poblaciones de El Comtat i por ello disponen de los servicios básicos, que en las pequeñas no existen. Y por otro lado se puede extraer que ha habido mayor participación de poblaciones que tienen mayor relación con Alcoy, Muro y Cocentaina.

Como se observa en las figuras 66 y 67, Alcoy es el destino más solicitado con un 58% y un total de 396 solicitudes de viajes, seguida por Muro con un 18% y 122 peticiones de viaje, Cocentaina con un 8% y 53 viajes, seguidas por Ibi, Beniarrés, Onil y Castalla, pero con muchas menos solicitudes como destino de los desplazamientos.

Para poder tener una idea general de los horarios de viaje más demandados por todos los participantes en las encuestas, se han elaborado los siguientes gráficos.

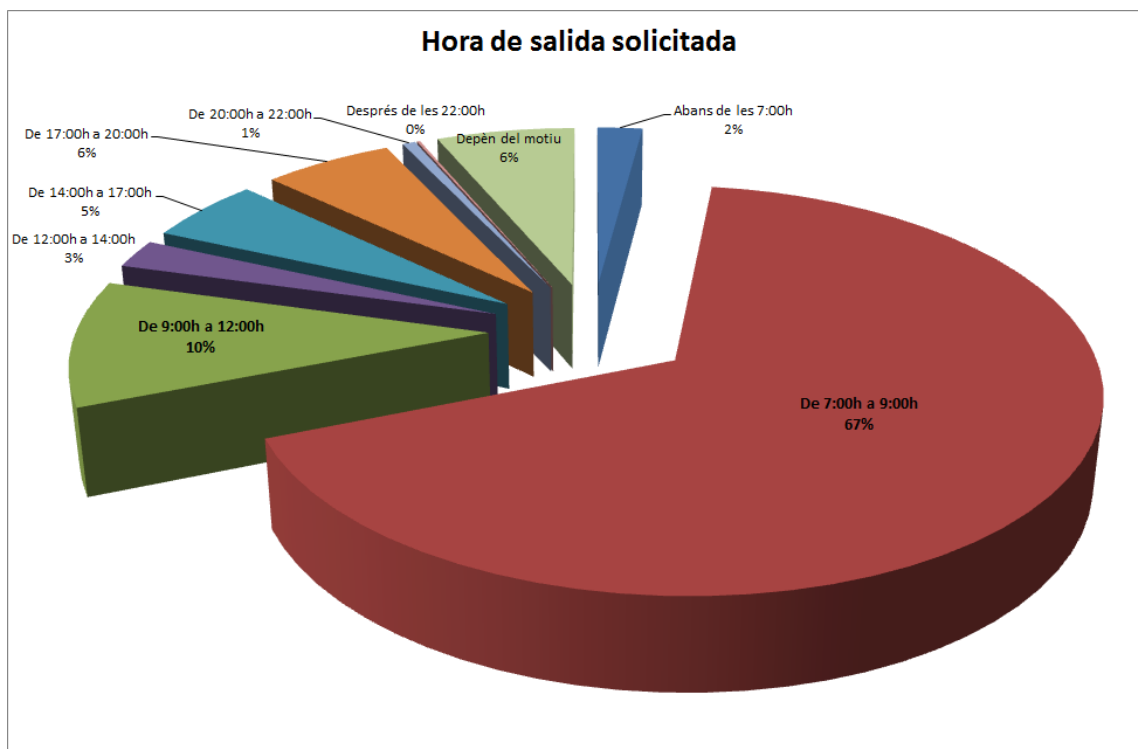


Fig. 68 – Gráfico circular de las horas de salida solicitadas los participantes en la encuesta
(fuente: elaboración propia)

En las figuras 68 y 69 se observan los horarios solicitados por los participantes, tanto para la salida del autobús, como para el regreso. De ello se desprende que hay una predominancia en

la hora de salida entre las 7 y las 9 de la mañana, presumiblemente para empezar la jornada laboral, educativa, o asistencia a algún centro de salud, administrativo u otro.

Pero cuando se observa el grafico de las horas de regreso (Fig. 69), queda claro que el motivo para el desplazamiento es muy diverso, ya que la gran mayoría solicita regresar antes de las 22 horas, pero todas estas personas lo hacen en cuatro franjas horarias, predominando sobre estas dos horarios, antes de las 2 de la tarde y antes de las 10 de la noche, que corresponden con las horas de finalización mayoritaria de las jornadas laborales.

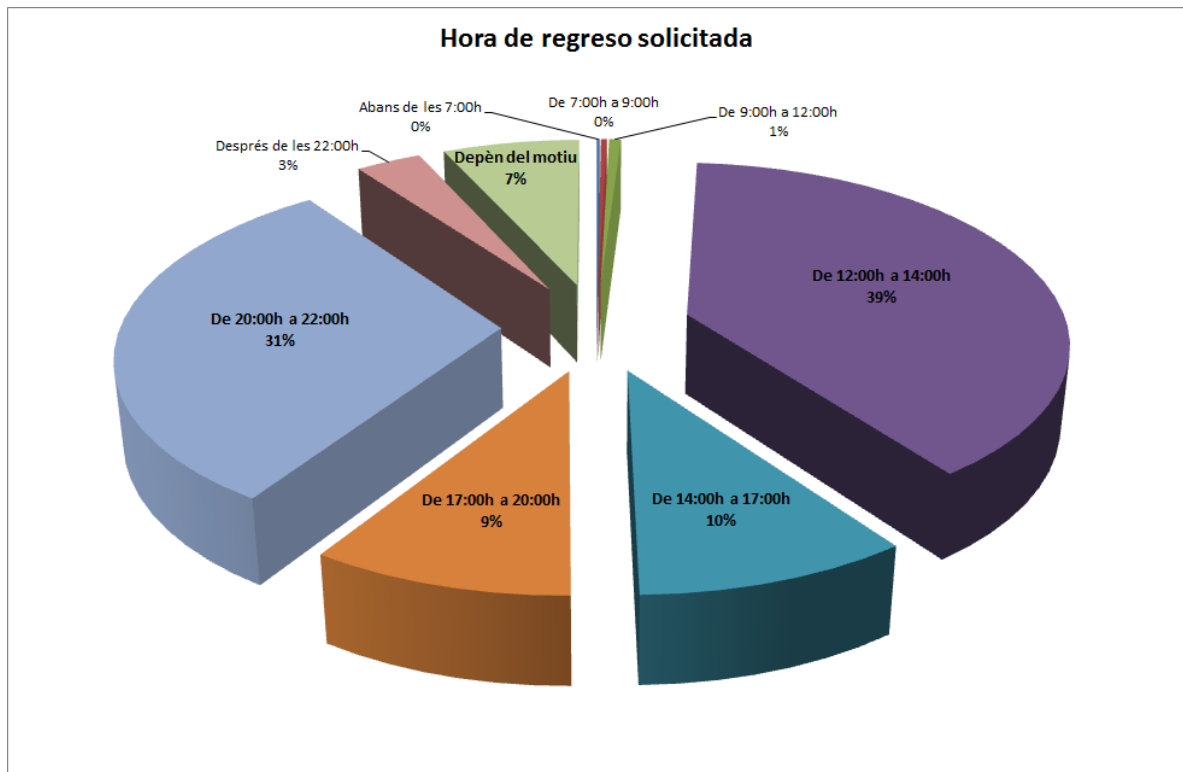


Fig. 69 – Gráfico circular de las horas de regreso solicitadas los participantes en la encuesta (fuente: elaboración propia)

3.3 Comprobación de las hipótesis.

En base a la información extraída del tratamiento de las encuestas recibidas, se puede comprobar el cumplimiento de las hipótesis que se plantearon a priori. Aunque desgraciadamente la participación no ha sido la deseada, y ha habido muchas poblaciones que no han participado en la encuesta, se exponen aquí algunas conclusiones.

***Hipótesis 1.** Existirá una mayor demanda, en proporción a los habitantes de cada localidad, en aquellas localidades que no dispongan actualmente de un servicio de transporte público.*

Al no tener datos de todas las poblaciones, no podemos confirmar con rotundidad esta hipótesis, pero si se intuye que cuando hay una necesidad real, las personas la expresan e intentan hacer constar su disconformidad. Así es el caso de Lorcha/L'Orxa y Banyeres de Mariola, poblaciones en las que mucha gente a participado activamente en la encuesta. En otras poblaciones, hemos de suponer que la difusión no ha sido la adecuada, y/o la necesidad de desplazamiento no es tan patente.

***Hipótesis 2.** Aun disponiendo de algún tipo de servicio, existirá una mayor demanda, en proporción a los habitantes de cada localidad, en aquellas en que el servicio que se está ofertando no se ajusta a los horarios o su tardanza desaconseja su uso, porque no se ajusta a los horarios de los servicios a los que se quiere acceder (educación, sanidad, administración pública, ...).*

Esta hipótesis queda confirmada principalmente por las personas que hay cumplimentado la encuesta que residen en Banyeres de Mariola, ya que se dispone de una línea que les une con Alcoy, pero su horario y condiciones no parecen muy adecuadas para sus potenciales usuarios.

***Hipótesis 3.** Existirá una mayor demanda de los colectivos de personas más desfavorecidos, es decir, jóvenes, personas con algún tipo de discapacidad, y personas mayores.*

Esta hipótesis es más difícil de determinar su veracidad, ya que observando los anteriores gráficos, comprobamos que por edades, hay casi un 50% de participantes de edades menores de 25, y mayores de 65 años, lo que no muestra que la edad haya sido un factor motivador para participar.

En cuanto a tener una situación de dependencia económica, si muestra una mayor participación de aquellas personas del grupo jubilados-parados-estudiantes, aunque solo llegue al 60% de los participantes.

Si nos centramos en las personas que no disponen de vehículo, o permiso de conducir, tampoco podemos afirmar que se cumple esta hipótesis. Por lo tanto esta hipótesis no queda confirmada.

***Hipótesis 4.** Existirá una mayor demanda, en proporción a los habitantes de cada localidad, en aquellas localidades de menor tamaño, y por consiguiente con menos servicios propios del Ayuntamiento correspondiente, y que dependen de alguna entidad supramunicipal para ser prestados.*

Aunque la participación no haya sido la deseada, si podemos afirmar que hay una mayor preocupación por parte de las personas que residen en poblaciones de menor tamaño, y que por lo general no disponen de todos los servicios, o del trabajo en su propia localidad.

4 Generación de alternativas

4.1 Introducción a los Grafos

Como se ha comentado anteriormente, para la generación de alternativas y poder mostrar de una forma más visual para el lector, se ha utilizado el software “**Grafos**”, desarrollado por el profesor D. Alejandro Rodríguez, de la Universidad Politécnica de Valencia.



Fig. 70 – Carátula de información del Software Informático para resolución de grafos.

Un grafo es un conjunto de objetos llamados vértices o nodos unidos por enlaces llamados aristas o arcos, que permiten representar relaciones binarias entre elementos de un conjunto. Y son objeto de estudio de la teoría de grafos.

Típicamente, un grafo se representa gráficamente como un conjunto de puntos (vértices o nodos) unidos por líneas (aristas).

Una definición bastante genérica y nada matemática pero parece bastante clara, que se puede encontrar en el libro de (*Davendra, 2010*), es la siguiente:

Definición: Dado un conjunto de ciudades y el coste (o distancia) de viajar entre cada par posible de estas ciudades, el problema del viajante de comercio consiste en encontrar el mejor

camino posible que visite todas las ciudades una única vez y vuelva al punto de partida minimizando el coste del viaje.

En esta definición, (Davendra, 2010) está suponiendo que estamos en un grafo completo, ya que dice que todas las ciudades pueden conectarse entre sí.

Previamente a dar una definición más formal de este problema, veremos unos cuantos conceptos (Losada, 2013):

- Un grafo G es un par (N, M) consistente en un conjunto N de elementos llamados nodos o vértices y un conjunto M cuyos elementos llamaremos arcos o aristas. Cada arco o arista representa una conexión directa entre dos nodos o elementos de N .
- Un grafo orientado es aquel en el que los arcos son pares ordenados; el arco (i, j) empieza en el nodo i y termina en el nodo j . En este caso $M \subseteq N \times N$ y, si $i \neq j$, $(i, j) \neq (j, i)$.
- Un grafo no orientado, es un grafo en el que (i, j) y (j, i) representan el mismo arco.
- Un grafo completo es un grafo (orientado o no) en el que todas las aristas posibles están presentes.
- Un camino es una secuencia de aristas en las que todos los vértices son distintos.
- Un circuito es una secuencia de aristas en la que el primer vértice y el último son el mismo y además no hay más vértices coincidentes que estos dos.
- Un circuito hamiltoniano es un circuito que recorre todos los nodos del grafo una única vez.
- Un camino hamiltoniano es un camino que recorre todos los nodos del grafo una única vez.

Para el presente estudio, se utiliza el algoritmo del Viajante de Comercio (también conocido por TSP, que son las siglas en inglés de "Traveling Salesman Problem")

Hay muchas clasificaciones diferentes del TSP, una de ellas es la que encontramos en el libro de (Davendra, 2010) y que distingue tres variaciones del TSP, el problema del viajante simétrico (sTSP), el problema del viajante asimétrico (aTSP) y el problema del viajante con múltiples viajeros (mTSP).

- **sTSP**: Sea $V = \{v_1, \dots, v_n\}$ el conjunto de ciudades (nodos), $A = \{(r, s) : r, s \in V\}$ el conjunto de arcos y d_{rs} el coste asociado a cada arco $(r, s) \in A$, donde $d_{rs} = d_{sr}$. El sTSP es el problema que consiste en encontrar un circuito de mínimo coste que visite cada ciudad una única vez, a excepción de la primera ciudad que será la primera y la última en ser

visitada. Además, cuando d_{rs} es la distancia euclidiana entre la ciudad r y la ciudad s , tenemos un sTSP euclidiano.

- **aTSP:** Supongamos que nos encontramos en las mismas condiciones del problema sTSP, con la diferencia de que $d_{rs} \neq d_{sr}$, para algún arco del grafo, entonces nuestro problema TSP es un problema aTSP.
- **mTSP:** Dados un conjunto de nodos donde tenemos m vendedores localizados en un único nodo al que llamaremos almacén, y al resto de nodos (ciudades) que tiene que visitar les llamaremos nodos intermedios. EL mTSP consiste en encontrar circuitos de coste mínimo para los m vendedores, que empiecen y terminen en el nodo almacén y de manera que cada nodo intermedio se visita una única vez. El coste de cada arco puede ser la distancia entre ciudades, el tiempo de ir de una ciudad a otra, etc. Según las variables que obtengamos podemos tener diferentes variaciones de este problema, que son las siguiente:
 - *Uno o varios almacenes.* Si sólo tenemos un almacén, todos los vendedores finalizarán su recorrido en él, mientras que si tenemos más nodos que sean almacenes, los vendedores pueden regresar al almacén inicial o a cualquiera de los otros almacenes, respetando que el número de vendedores en cada almacén después del recorrido tiene que ser el mismo que el número de vendedores que había antes de iniciar el circuito.
 - *Número de vendedores.* El número de vendedores del problema puede ser fijo o puede venir dado por una variable que esté acotada Coste. Cuando el número de vendedores no es fijo, cada uno de ellos tiene asociado un coste fijo en el que se incurre cuando este vendedor entra en el problema. En este caso, otro objetivo del problema será minimizar el coste de los vendedores.
 - *Ventanas de tiempo.* A veces, un nodo tiene que ser visitado en un periodo determinado de tiempo al cual llamamos ventana de tiempo, este es un caso particular del mTSP que llamamos problema del viajante múltiple con plazo especificado (mTSPTW). Este problema es típico de problemas relacionados con la aeronáutica.
 - *Restricciones.* Las restricciones pueden estar en el número de nodos que cada vendedor visita, minimizar o maximizar la distancia que el vendedor tiene que recorrer, o alguna restricción de otro tipo.

El mTSP es generalmente tratado como un problema de enrutamiento de vehículos relajado (VRP) donde no hay restricciones de capacidad. Por tanto la formulación del problema y los métodos de solución para el VRP son válidos para el problema mTSP si asignamos una

capacidad grande a los vendedores. Si solo tenemos un vendedor, el problema mTSP se reduce al problema TSP.

Para nuestro estudio se considera que tenemos varios vendedores (autobuses o vehículos de transporte de pasajeros) y que solo se dispone de un almacén que se ubicará en Alcoy.

4.2 Solicitudes de movilidad

En base a las encuestas recibidas se han plasmado las diferentes solicitudes de transporte por las dos comarcas en los siguientes gráficos, en el primero de ellos en valores absolutos, y en el segundo en porcentaje.

De todas destaca la ruta Lorcha–Alcoy, y la ruta Banyeres de Mariola–Alcoy, y que en las figuras se ha destacado con un grosor de línea mayor.

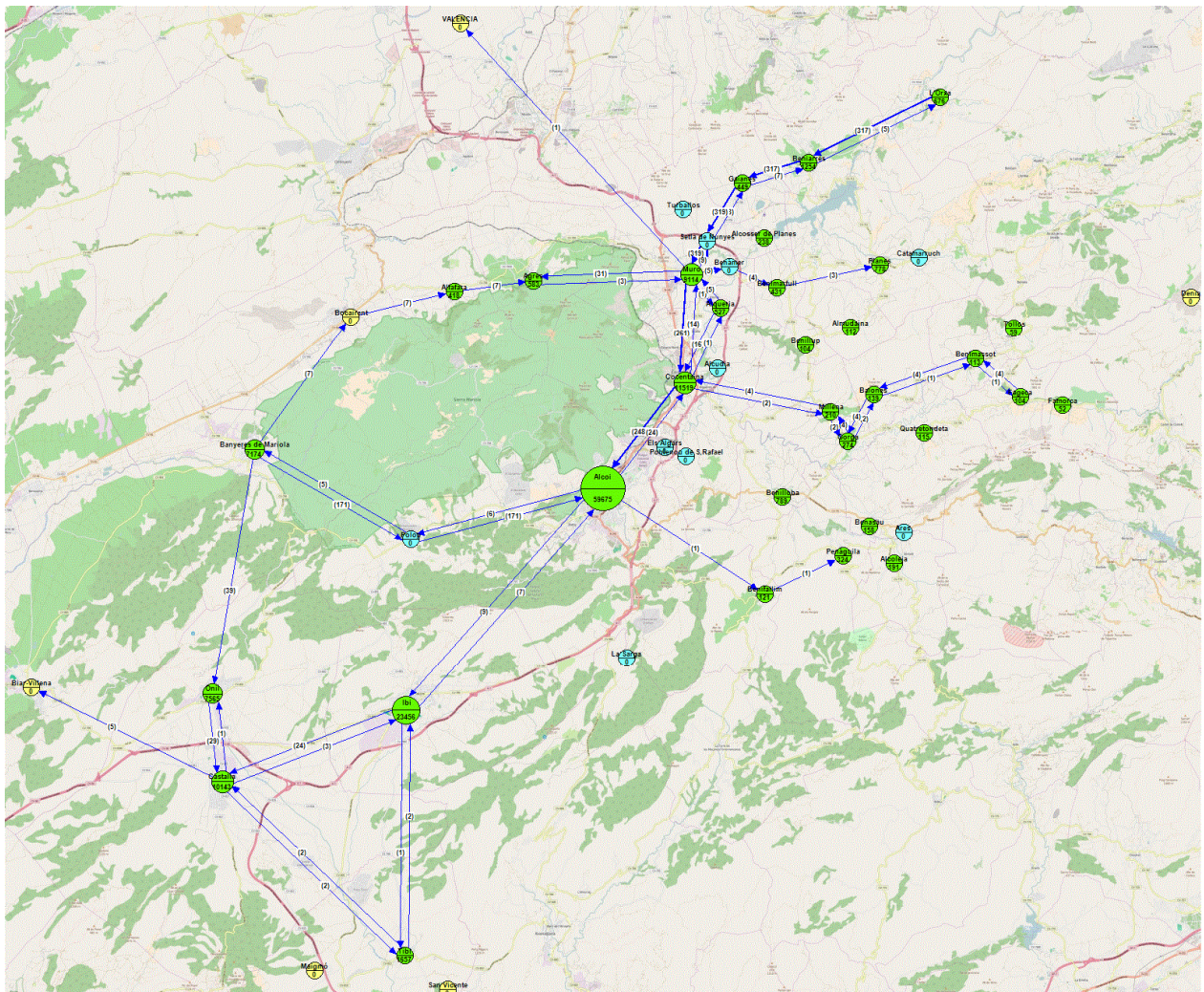


Fig. 71 – Solicitudes de transporte en las dos comarcas extraídas de las encuestas, en valores absolutos (fuente: elaboración propia a partir de las encuestas)

4.3 Estudio y proposición de Rutas para el transporte público interurbano

Se ha intentado trabajar con todas las poblaciones en una primera prueba, pero no se puede establecer ninguna ruta óptima con todas ellas a la vez, y además, no tendría sentido crear una ruta de transporte que uniera a todas las poblaciones en una sola ruta.

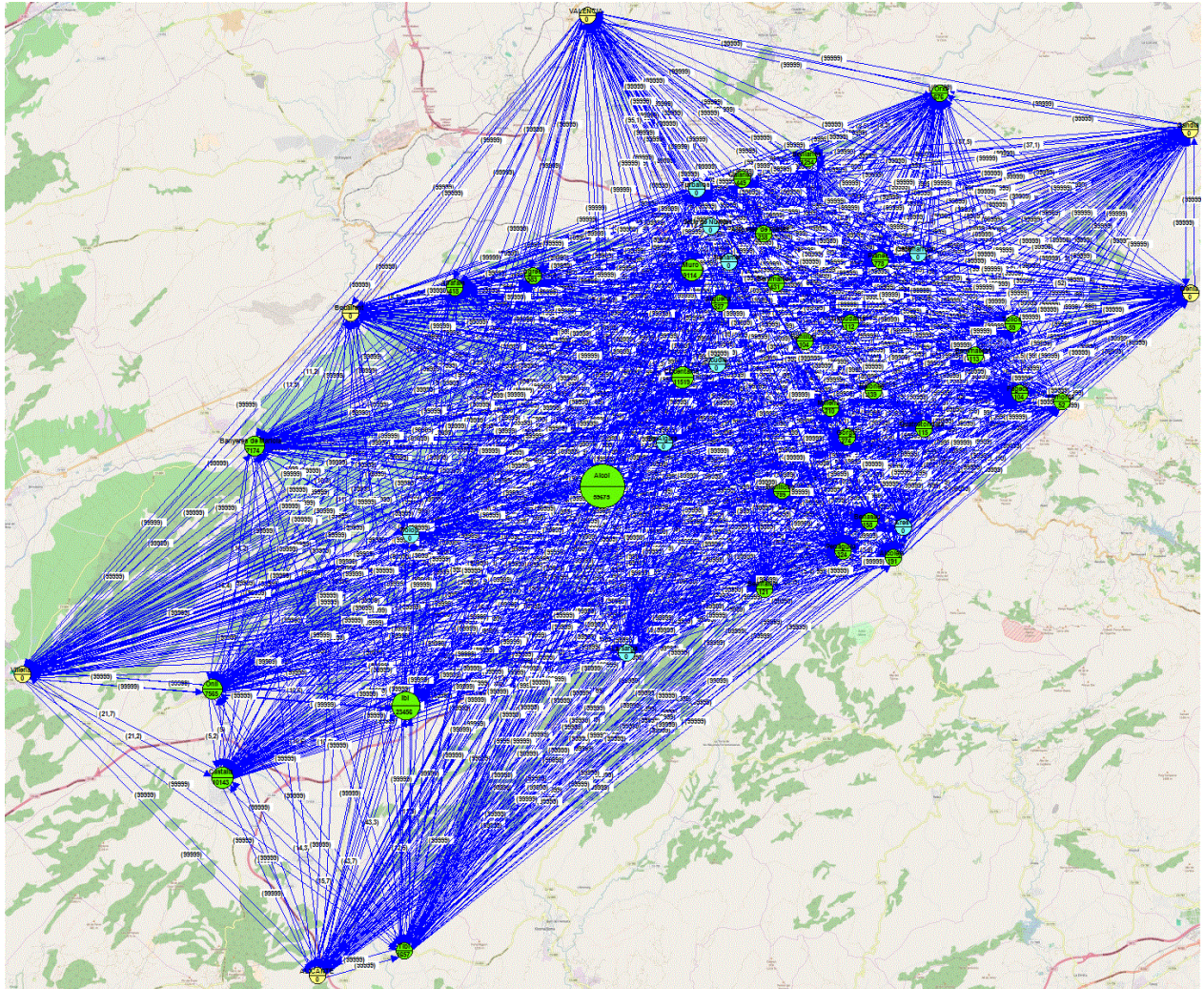


Fig. 73 – Preparación del grafo con todas las poblaciones y las distancias entre todas ellas.

Como se ve en la figura anterior, los cálculos a realizar considerando todas las poblaciones a la vez son tantas, y el resultado facilitaría una única ruta que uniese todas las poblaciones que se ha considerado realizar una separación por zonas geográficas, del siguiente modo.

1. Alcoy – Cocentaina – Muro. → Bus Comarcal

Esta ruta no ha sido estudiada en el presente trabajo, debido a que una población grande, su frecuencia de paso es grande y el uso que se realiza de los autobuses de esta ruta, por parte del público, es de un volumen adecuado.

Con esta línea se da servicio a las tres poblaciones principales (Alcoy, Cocentaina y Muro), además de a la pedanía de Cocentaina, Els Algars. Aunque los habitantes de esta pedanía tengan que desplazarse andando casi un kilómetro, hasta la parada más cercana de esta línea de autobús.

Se considera que es una línea vertebral de las dos comarcas, y que debe servir para unir las diferentes ramificaciones, valles, o zonas que geográficamente conforman las dos comarcas.

2. Alcoy-Famorca-Quatretondeta → Línea A2

Se hace un estudio de la red actual y con una nueva distribución de poblaciones, con el fin de conseguir una mejora en la línea que beneficie a los potenciales usuarios, ya sea en un menor recorrido o en una menor duración.

RUTA ACTUAL

Se ha realizado el cálculo de la ruta con las poblaciones de la línea Alcoy-Famorca-Quatretondeta que realiza actualmente la empresa, usando el algoritmo de Viajante de Comercio (TSP) a coste mínimo, es decir, a menor distancia de recorrido, obteniendo como resultado el gráfico que se muestra a continuación.

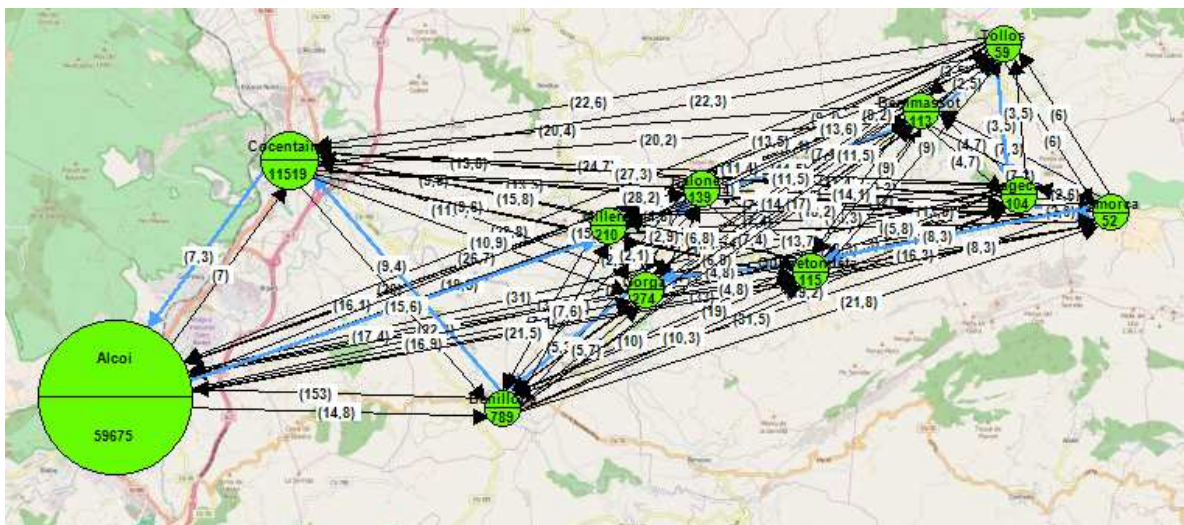


Fig. 74 – Solución ofrecida por el software Grafos para la ruta del Valle de Seta.

Debido a que el algoritmo utilizado tiene como particularidad el que se empiece y termine en la misma ciudad o población, en la solución se incluye un tramo más de los que la empresa realiza actualmente. Pero eliminando el tramo Alcoy-Millena se queda el siguiente trayecto.

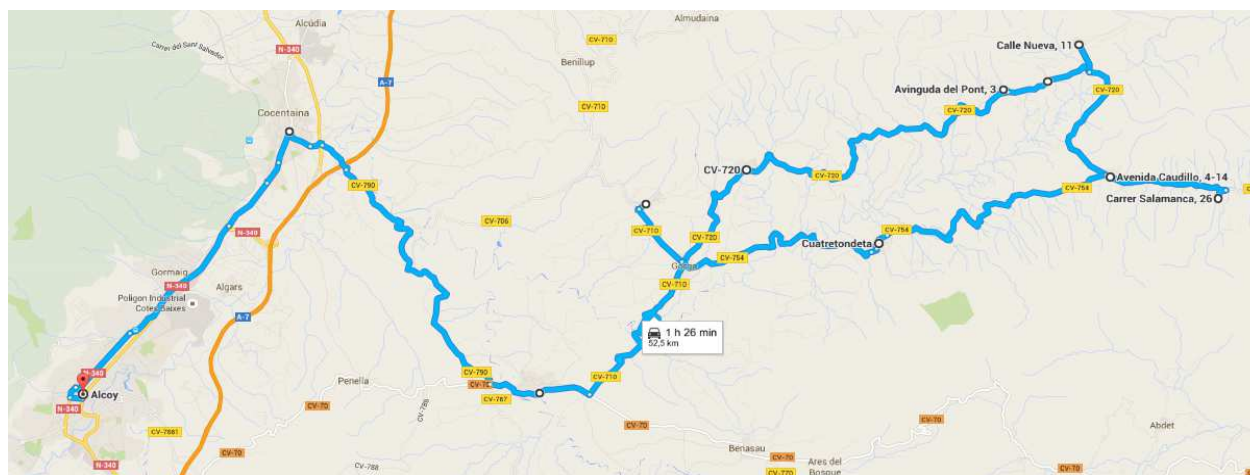


Fig. 75 – Solución para la ruta del Valle de Seta plasmada con Google Maps.

Tiempo:	95 min = 1h 35min
Distancia:	54,3 km
Velocidad media:	34,29 km/h

Se confirma así que la empresa que presta el servicio realizó en su día algún estudio similar para establecer la mejor ruta a seguir. Por lo que se debe enfocar una posible mejora en los horarios, para favorecer un mayor uso, o modificar la forma en que se presta el servicio.

Con los datos de la ocupación media diaria del autobús que realiza esta ruta, se puede establecer que el tamaño y frecuencia se podría modificar, e incluso reducirlo para ajustarlo a la demanda. Lamentablemente no se dispone de esta información que está en conocimiento de la empresa suministradora del servicio.

En esta solución, con la participación de otras administraciones (sanitaria, administrativa, etc.) se podría ajustar el servicio si se coordinase la asistencia que prestan otros servicios para las personas de otras poblaciones, de forma que las citas médicas para habitantes de una zona geográfica, las citas para trámites administrativos y otros, se agrupasen en ciertos días, asegurando que todas las personas necesitasen el transporte uno o varios días concretos.

También se puede aprovechar el servicio de transporte escolar que recoge a los niños de diferentes poblaciones para trasladarlos a Benilloba, donde se encuentra el centro de enseñanza para las poblaciones de la zona, con un horario que es mejor aprovechable para la asistencia al médico, trámites administrativos, etc.

RUTA PROPUESTA 1 → Línea A21

Se ha considerado eliminar la población de Benilloba de esta ruta, para incluirla en la que hace el recorrido hasta Ares del Bosque, y así comparar los resultados.

Para buscar la ruta óptima, se han utilizado como costes de cara tramo (arcos) los kilómetros de distancia que hay entre cada par de poblaciones.

Valor (Nodos)	Mínimo (Arcos)	Máximo (Arcos)	Coste (Arcos)	Etiqueta (Arcos)								
Origen\Destino	Alcoi	Balones	Benimassot	Cocentaina	Fageca	Famorca	Gorga	Millena	Quatretondeta	Tollos		
Alcoi		19,5	26,1	7	30,4	33	16,9	15,6	21,5	28,2		
Balones	20		7,1	13,8	12	13,9	2,9	4,7	7,4	9,2		
Benimassot	26,7	7,1		20,4	4,7	7,3	7,5	11,4	14,1	2,5		
Cocentaina	7,3	13,5	20,2		24,4	27	10,9	9,6	15,6	22,3		
Fageca	31	11,4	4,7	24,7		2,6	13,7	14,7	5,8	3,5		
Famorca	33,5	13,9	7,3	27,3	2,6		16,3	18,2	8,3	6		
Gorga	17,4	2,8	9,5	11,2	14,3	16,3		2,1	4,8	11,5		
Millena	16,1	4,8	11,5	9,9	16,3	18,3	2,2		6,9	13,6		
Quatretondeta	22,1	7,4	10,3	15,8	5,8	8,3	4,8	6,8		9		
Tollos	28,8	9,2	2,5	22,6	3,5	6	11,5	13,5	9			

Fig. 76 – Tabla de costes (km) para una ruta nueva para el Valle de Seta sin Benilloba (fuente: captura desde el software Grafos)

La solución que nos ofrece el algoritmo del Viajante de Comercio (TSP), mediante el software Grafos es el que muestra la figura siguiente.

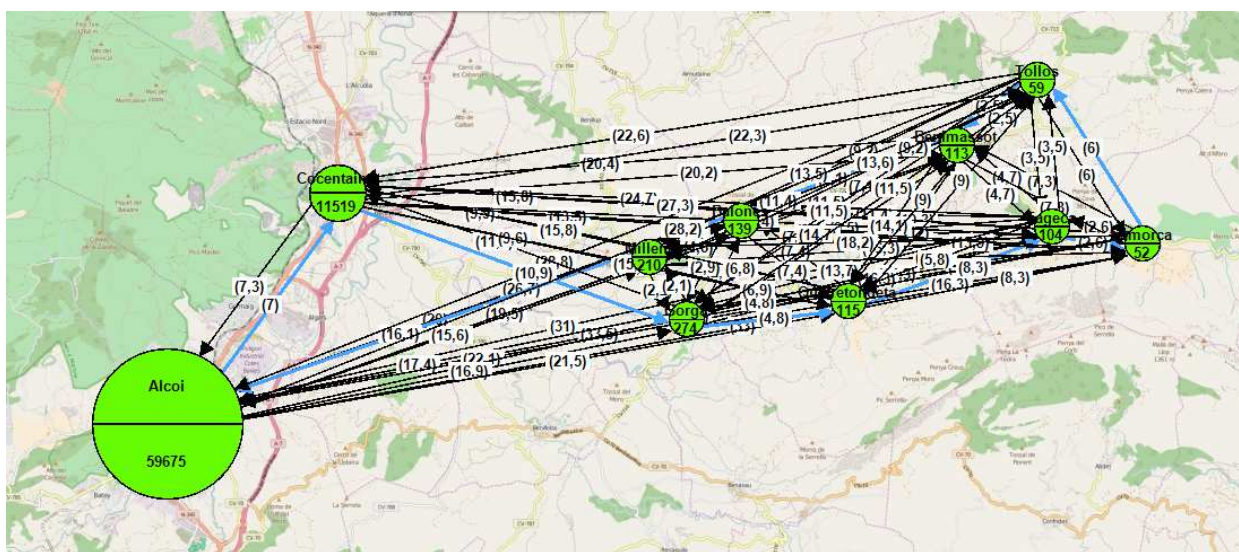


Fig. 77 – Solución ofrecida por el software Grafos para la ruta del Valle de Seta sin Benilloba.

En el siguiente cuadro se observa la ruta seguida y las distancias a recorrer.

Ida	Millena	Balones	Benimasot	Tollos	Famorca	Fageca	Quatretondeta	Gorga	Cocentaina	Alcoy
52,1km	4,8 km	7,1 km	2,5 km	6 km	2,6 km	5,8 km	4,8 km	11,2 km	7,3	

Vuelta	Alcoy	Cocentaina	Gorga	Quatretondeta	Fageca	Famorca	Tollos	Benimasot	Balones	Millena
51,4km	7 km	10,9 km	4,8 km	5,8 km	2,6 km	6 km	2,5 km	7,1 km	4,7 km	

Fig. 78 – Solución para una ruta nueva para el Valle de Seta sin Benilloba.

(fuente: elaboración propia a partir de datos del software Grafos)

Para observar mejor esta ruta sobre un plano de la zona, se ha plasmado el trayecto a recorrer en Google Maps, en el siguiente gráfico.

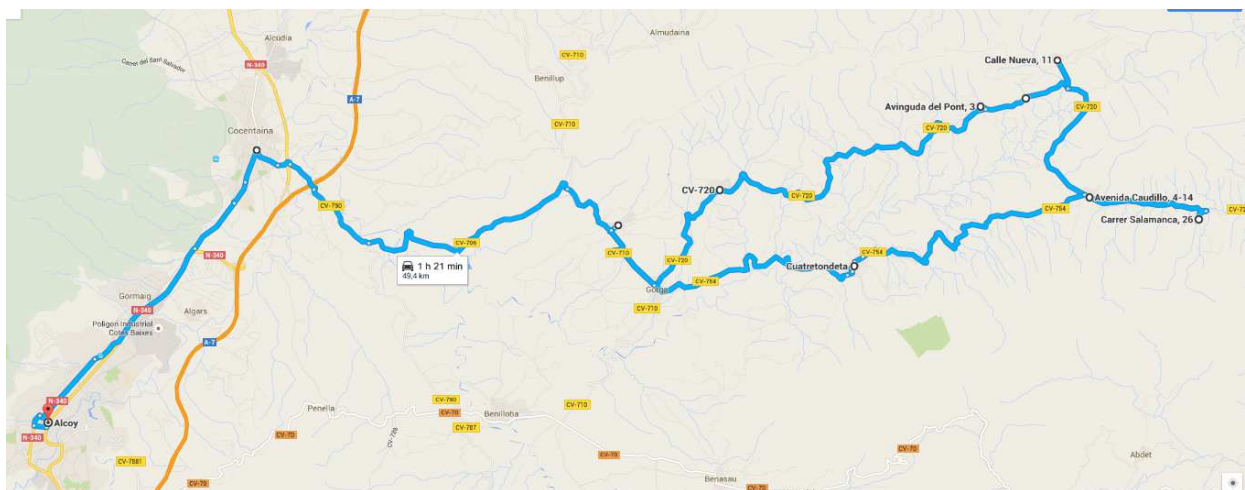


Fig. 79 – Solución para la ruta del Valle de Seta sin Benilloba plasmada con Google Maps.

Tiempo: 90 min = 1h 30min
 Distancia: 52,4 km
 Velocidad media: 34,93 km/h

Con esta solución se rebaja un poco el tiempo de recorrido, que en algunos casos es importante junto con un horario más adecuado, para que los usuarios puedan aprovechar la jornada laboral y solucionar sus asuntos en las poblaciones más grandes y volver a su domicilio en las poblaciones menores.

Aun así, se comprueba que un trayecto que debería tener una duración máxima de 30 o 40 minutos, no se puede hacer con menos de 90 minutos. Lo cual hace que para muchas personas que tienen que acudir al médico, tramites con la administración u otros, no sea útil.

Cabe mencionar un aspecto que hace que esta exclusión de Benilloba de esta ruta no es factible, debido a que esta población actúa como centro neurálgico de algunos servicios para otras poblaciones de menor tamaño. Así por ejemplo, en Benilloba se encuentra el centro médico que atiende, en primera instancia, las urgencias médicas, siendo derivados al hospital de Alcoy si son necesarias. También es cierto que las personas que necesitan la asistencia urgente de un médico, no esperan al autobús, y buscan un medio de transporte alternativo.

Se hace constar este inconveniente (eliminación de Benilloba de la nueva ruta) ya que se dispusiese de más información podría deducirse de la necesidad de incluirla en esta línea de transporte.

RUTA PROPUESTA 2 → Línea A22

Ahora se quiere comprobar cómo quedaría una ruta que no incluyese a Alcoy, pero si a Benilloba. La razón de esto es que como entre Alcoy y Cocentaina existe una línea con una frecuencia de paso diario bastante elevada, la conexión entre la población destino de esta nueva red, es decir, Cocentaina, y Alcoy está asegurada y con ello se intenta buscar dar mejor servicio a las poblaciones más pequeñas y que se encuentran más aisladas.

Para empezar, establecemos los costes, que para este estudio son los kilómetros de separación por carretera entre cada par de poblaciones.

Valor (Nodos)	Mínimo (Arcos)	Máximo (Arcos)	Coste (Arcos)	Etiqueta (Arcos)							
Origen\Destino	Balones	Benilloba	Benimassot	Cocentaina	Fageca	Famorca	Gorga	Millena	Quatretondeta	Tollos	
Balones		8	7,1	13,8	12	13,9	2,9	4,7	7,4	9,2	
Benilloba	8,3		14,9	9,4	19,2	21,8	5,7	7,6	10,3	17	
Benimassot	7,1	14,7		20,4	4,7	7,3	7,5	11,4	14,1	2,5	
Cocentaina	13,5	9	20,2		24,4	27	10,9	9,6	15,6	22,3	
Fageca	11,4	19	4,7	24,7		2,6	13,7	14,7	5,8	3,5	
Famorca	13,9	31,5	7,3	27,3	2,6		16,3	18,2	8,3	6	
Gorga	2,8	5,3	9,5	11,2	14,3	16,3		2,1	4,8	11,5	
Millena	4,8	7,4	11,5	9,9	16,3	18,3	2,2		6,9	13,6	
Quatretondeta	7,4	10	10,3	15,8	5,8	8,3	4,8	6,8		9	
Tollos	9,2	18,6	2,5	22,6	3,5	6	11,5	13,5	9		

Fig. 80 – Tabla de costes (km) para una ruta nueva para el Valle de Seta sin Alcoy
(fuente: captura desde el software Grafos)

Al ejecutar el algoritmo del Viajante de Comercio obtenemos la siguiente solución óptima, que se muestra en el siguiente gráfico.

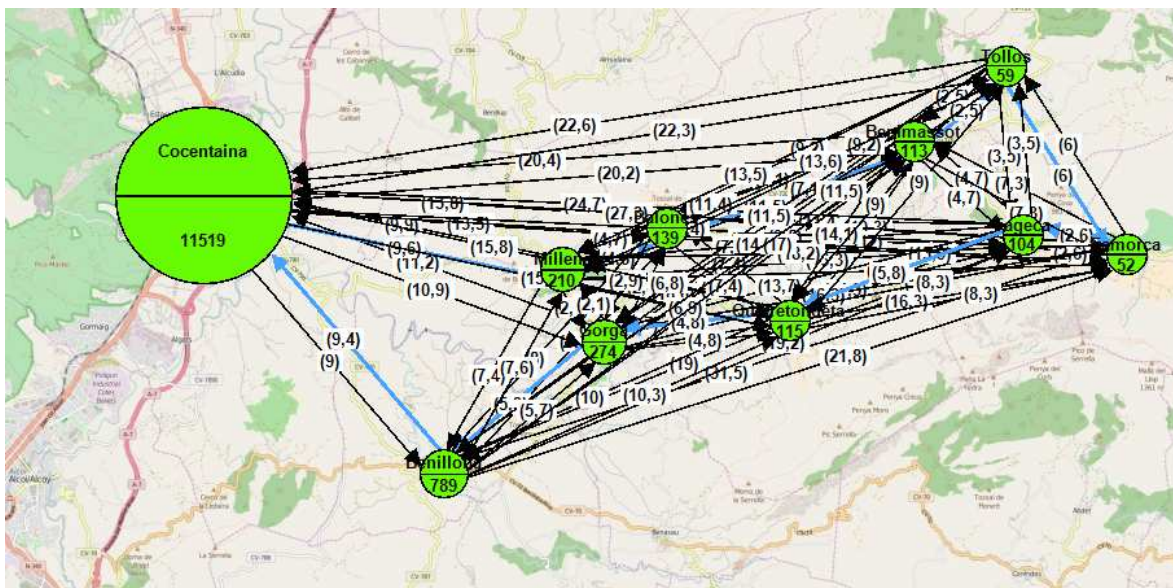


Fig. 81 – Solución ofrecida por el software Grafos para la ruta del Valle de Seta sin Alcoy.

En el cuadro siguiente se observa el recorrido y los kilómetros a recorrer.

Ida	Millena	Balones	Benimassot	Tollos	Famorca	Fageca	Quatretondeta	Gorga	Benilloba	Cocentaina
	4,8 km	7,1 km	2,5 km	6 km	2,6 km	5,8 km	4,8 km	5,3 km	9,4 km	

➔

Vuelta	Cocentaina	Benilloba	Gorga	Quatretondeta	Fageca	Famorca	Tollos	Benimassot	Balones	Millena
	9 km	5,3 km	4,8 km	5,8 km	2,6 km	6 km	2,5 km	7,1 km	4,7 km	

Fig. 82 – Solución para una ruta nueva para el Valle de Seta sin Alcoy.
(fuente: elaboración propia a partir de datos del software Grafos)

Para tener una mejor visión de la ruta, se plasma en un mapa en el siguiente gráfico.

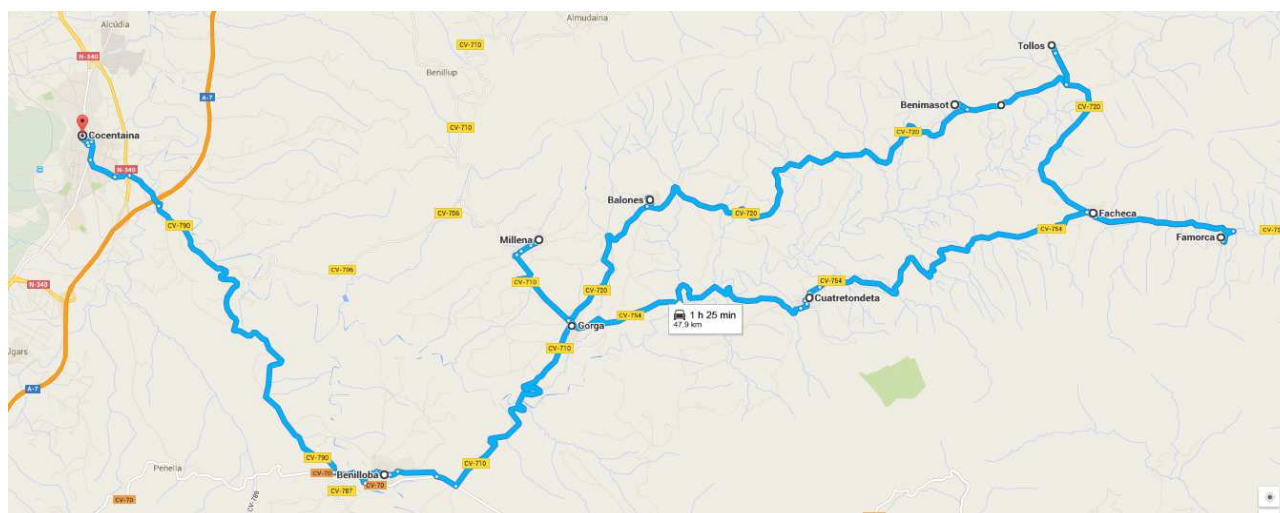


Fig. 83 – Solución para la ruta del Valle de Seta sin Alcoy plasmada con Google Maps.

Tiempo: 75 min = 1h 15min
 Distancia: 44,3 km
 Velocidad media: 35,44 km/h

Con esta opción mejoramos un poco el tiempo invertido en hacer el recorrido total, lo que ayudará a que los usuarios sean más proclives a su uso. Esto unido a una buena coordinación con la línea Alcoy-Cocentaina-Muro, puede favorecer las necesidades de movilidad de los habitantes de la zona, no solo para dirigirse a Alcoy, sino también a otras poblaciones.

RUTA PROPUESTA 3 → Línea A23

Otra alternativa que se estudia es una ruta que no incluya a Benilloba ni a Alcoy, de forma que la población final del trayecto sea Cocentaina, y se debería enlazar con las líneas que pasan por Cocentaina, para ir a Alcoy, Alicante, Muro, Valencia, o cualquier otra población que tenga línea que pase por alguna de las anteriores.

De esta forma la solución a la nueva ruta con menos poblaciones se muestra en la siguiente figura.

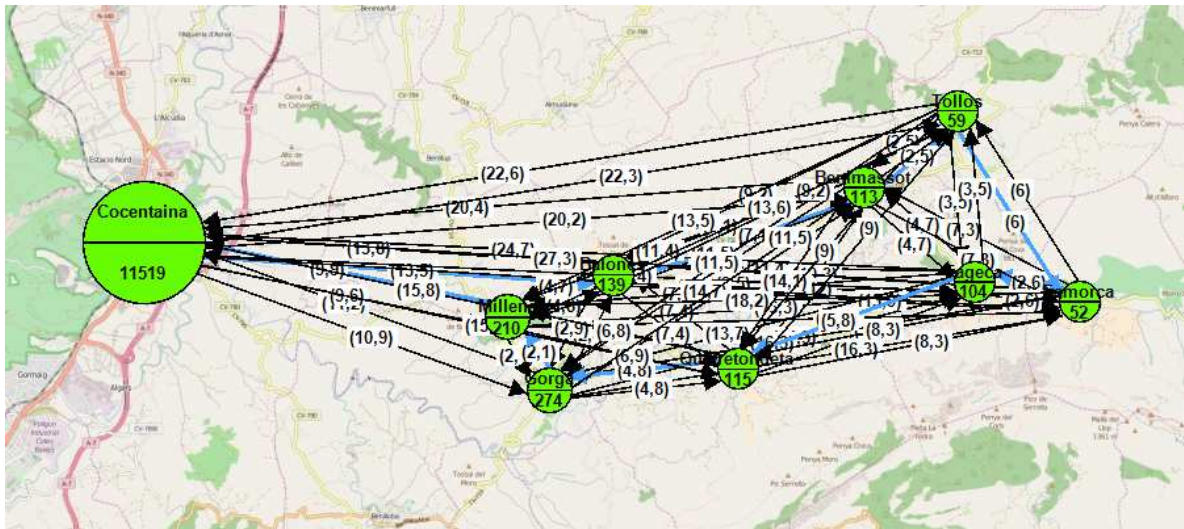


Fig. 84 – Solución ofrecida por el software Grafos para la ruta del Valle de Seta sin Alcoy ni Benilloba.

La solución extraída al aplicar el algoritmo del viajante de comercio (TSP) varía un poco respecto a las anteriores, ya que con esta tendríamos que hacer como población inicial de la ruta a Balones, aunque esto no importa mucho, puesto que lo importante es que pase por todas las poblaciones y termine en Cocentaina, que es la población que pertenece al eje principal de comunicación y en la cual se puede hacer transbordo a otras líneas.


Ida	Balones	Benimasot	Tollos	Famorca	Fageca	Quatretondeta	Gorga	Millena	Cocentaina
	7,1 km	2,5 km	6 km	2,6 km	5,8 km	4,8 km	2,1 km	9,9 km	
									
Vuelta	Cocentaina	Balones	Benimasot	Tollos	Famorca	Fageca	Quatretondeta	Gorga	Millena
	13,5 km	7,1 km	2,5 km	6 km	2,6 km	5,8 km	4,8 km	2,1 km	

Fig. 85 – Solución para una ruta nueva para el Valle de Seta sin Alcoy.
(fuente: elaboración propia a partir de datos del software Grafos)

También se ha querido modificar el orden de las poblaciones en el camino de regreso, cosa que se puede hacer gracias a la configuración de las carreteras, y de ese modo no se perjudica siempre a las personas de las mismas poblaciones, obligándoles a levantarse antes y llegar de regreso siempre más tarde.

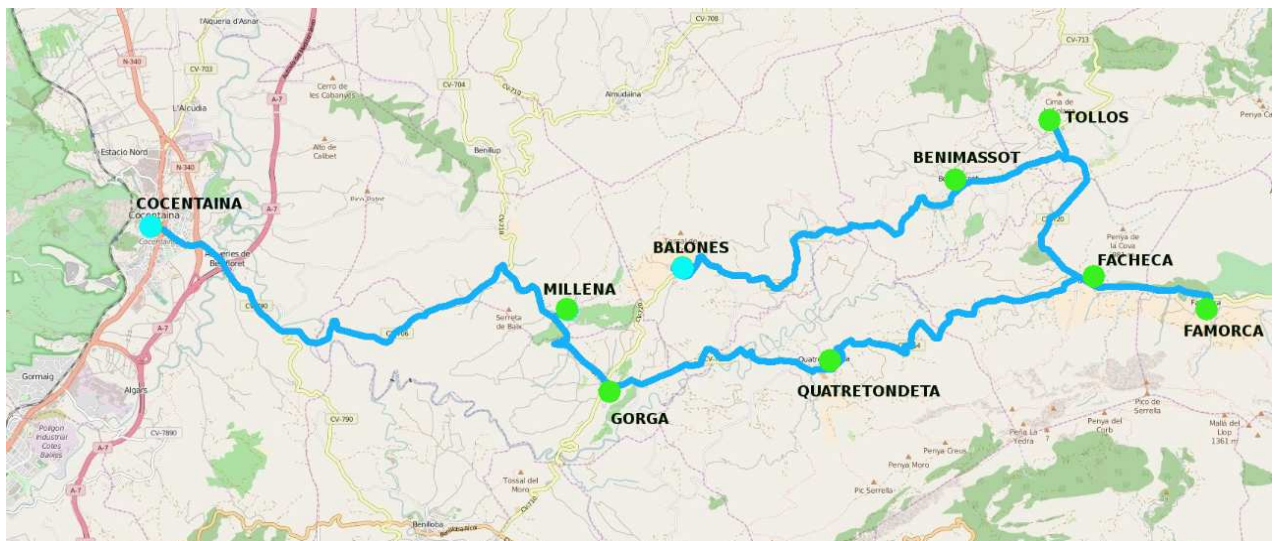


Fig. 86a – Solución para la ida de la ruta del Valle de Seta sin Alcoy ni Benilloba.

Tiempo: 78 min = 1h 18min
 Distancia: 40,8 km
 Velocidad media: 31,38 km/h

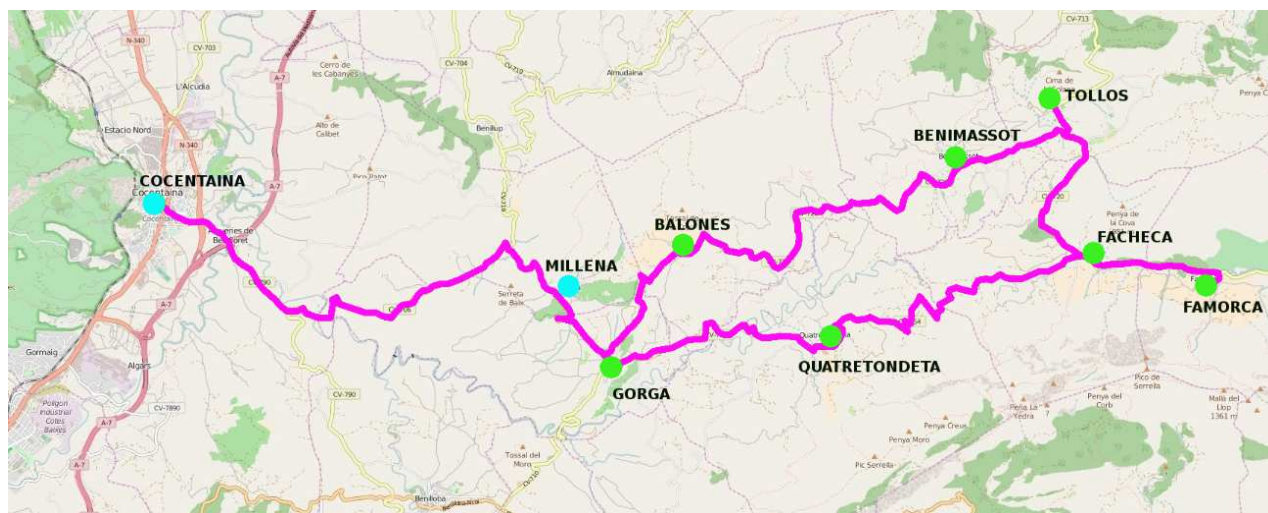


Fig. 86b – Solución para la vuelta de la ruta del Valle de Seta sin Alcoy ni Benilloba.

Tiempo: 83 min = 1h 23min
 Distancia: 44,4 km
 Velocidad media: 32,10 km/h

Con esta solución se reduce aún más el tiempo de recorrido, ayudando a que no sea tan pesado el trayecto y si se logra hacer coincidir con un horario para hacer transbordo en Cocentaina con otras líneas que lleguen a otras poblaciones, se puede conseguir un servicio mucho mejor que el actual.

3. Alcoy – Ares del Bosque → Línea A3

Se estudia la misma ruta que realiza el autobús en la actualidad, y añadiendo la población de Benilloba, con el fin que evaluarla y compararla con la ruta del Valle de Seta.

RUTA ACTUAL

Se analiza utilizando el algoritmo del viajante de comercio (TSP) una ruta con las mismas poblaciones que cubre actualmente esta ruta. Y se han utilizado los kilómetros de separación entre cada par de poblaciones como los costes a evaluar para la solución óptima.

Valor (Nodos)	Mínimo (Arcos)	Máximo (Arcos)	Coste (Arcos)	Etiqueta (Arcos)				
	Origen \ Destino	Alcoi	Ares	Alcoleja	Benasau	Benifallim	Benilloba	Penáguila
▶	Alcoi		20,6	20,8	19,1	13,4	14,8	17,1
	Ares	21,1		4	1,7	9	6	4,3
	Alcoleja	20,6	4		3,3	9,1	7,6	3,9
	Benasau	19,5	1,7	3,2		10,2	4,3	4,9
	Benifallim	11,8	9	9,1	10,3		7,1	5,4
	Benilloba	15,3	6,3	7,8	4,3	6,9		9,6
	Penáguila	16,8	4,3	3,9	5	5,4	9,3	

Fig. 87 – Tabla de costes (km) para una ruta para Alcoy-Ares. (fuente: captura desde el software Grafos)

Dicha solución óptima se muestra en la siguiente figura.

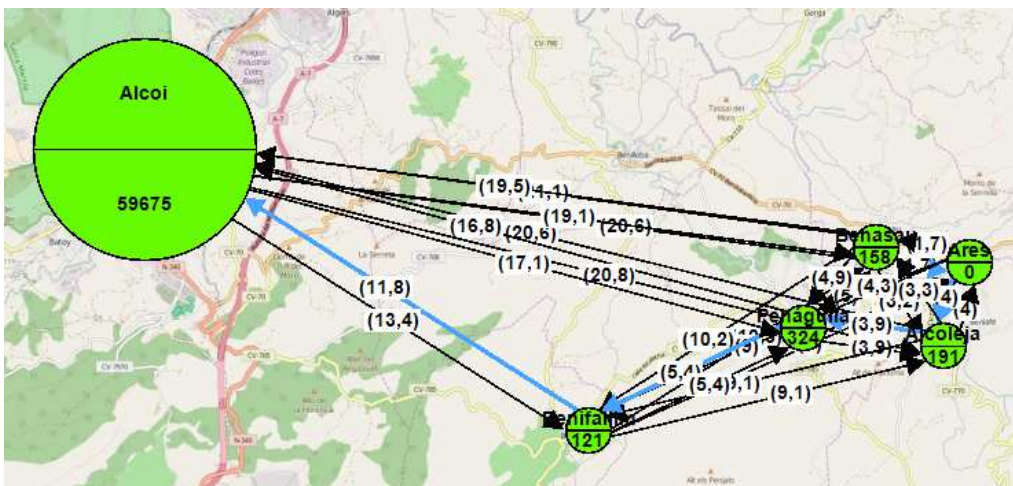


Fig. 88 – Solución ofrecida por el software Grafos para la ruta actual Alcoy-Ares. (fuente: captura desde el software Grafos)

Como sucede con la línea que cubre el trayecto Alcoy-Famorca-Quatretondeta, esta también está optimizada, corroborando que la empresa que presta el servicio también estudio el tema en su día, para realizar los trayectos al menor coste posible.

Ida	Benasau	Ares del Bosque	Alcoleja	Penáguila	Benifallim	Alcoy
	1,7 km	4 km	3,9 km	5,4 km	11,8 km	
Vuelta	Alcoy	Benifallim	Penáguila	Alcoleja	Ares del Bosque	Benasau
	13,4 km	5,4 km	3,9 km	4 km	1,7 km	

Fig. 89 – Solución para una ruta actual Alcoy-Ares (fuente: elaboración propia a partir de datos del software Grafos)

Esta ruta se ha plasmado en un plano mediante Google Maps, para poder ver sobre un plano de carreteras la ruta a seguir.

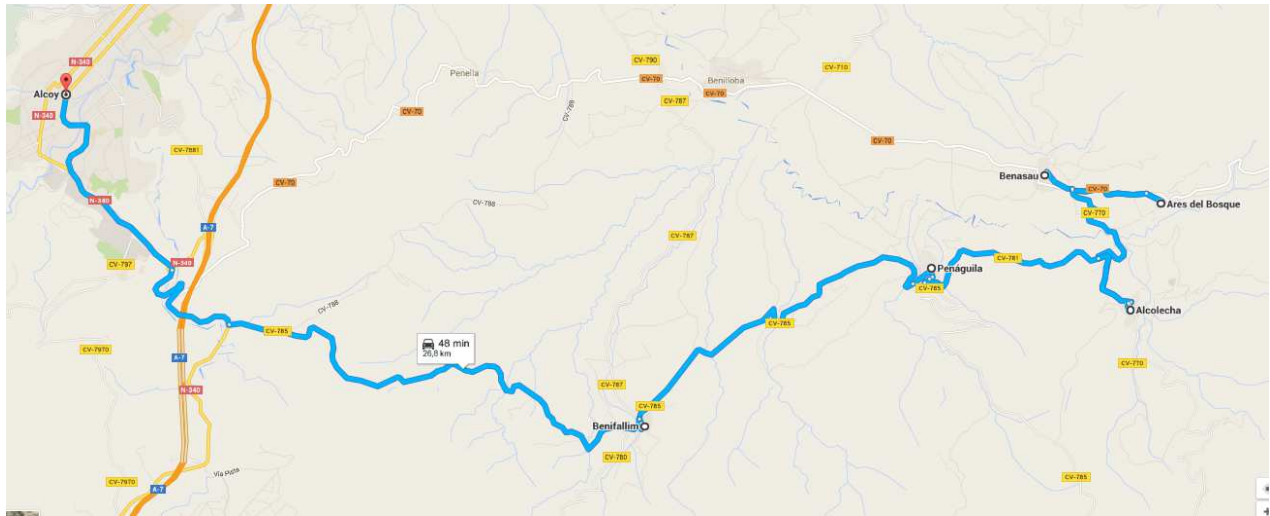


Fig. 90 – Solución para la ruta actual de Alcoy-Ares plasmada con Google Maps.

Tiempo: 48 min
 Distancia: 26,8 km
 Velocidad media: 33,5 km/h

PROPUESTA CON BENILLOBA → **Línea A31**

Puesto que en la ruta que va hasta Famorca se ha realizado una propuesta eliminando la población de Benilloba, esta debe ser incluida en otra ruta para no dejarla sin servicio. Y geográficamente, la ruta en la que es más lógico que sea incluida es esta.

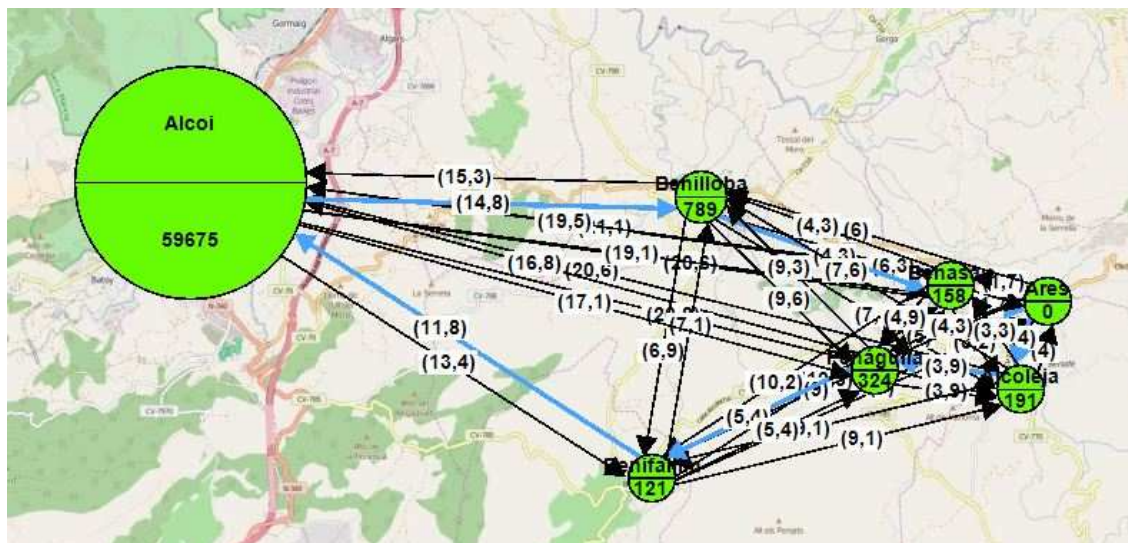


Fig. 91 – Solución ofrecida por el software Grafos para una ruta nueva Alcoy-Ares, que incluya a Benilloba.
(fuente: captura desde el software Grafos)

Añadiendo la población de Benilloba que habíamos eliminado en la ruta A23, conseguimos una línea de autobús, con apenas 7 minutos más de recorrido y solo 5 km más, de forma que equilibramos las dos líneas, la A2 y la A3, con la modificación.


Ida	Benilloba	Benasau	Ares del Bosque	Alcoleja	Penáguila	Benifallim	Alcoy
31,1 km	4,3 km	1,7 km	4 km	3,9 km	5,4 km	11,8 km	
	54 min	0,9 h		31,1 km		34,56 km/h	
							
Vuelta Op. 1	Alcoy	Benifallim	Penáguila	Alcoleja	Ares del Bosque	Benasau	Benilloba
32,7 km	13,4 km	5,4 km	3,9 km	4 km	1,7 km	4,3 km	
	55 mm	0,92 h		32,7 km		35,54 km/h	
Vuelta Op. 2	Alcoy	Benilloba	Benasau	Ares del Bosque	Alcoleja	Penáguila	Benifallim
32,1 km	12,8 km	4,3 km	1,7 km	4 km	3,9 km	5,4 km	
	55 mm	0,92 h		32,1 km		34,90 km/h	

Fig. 92 – Solución para una ruta nueva Alcoy-Ares. (fuente: elaboración propia a partir de datos del software Grafos)

Se ha querido contemplar dos opciones para la vuelta del autobús, y se comprueba que hay similitud en a distancia a recorrer. Por eso se va a considerar la opción 2, en la que se altera el orden de las poblaciones. De esta forma no se castiga siempre a los mismos usuarios siendo los primeros en subir en la ida, y los últimos en bajar en la vuelta. Y se equilibran los tiempos que de media necesitarás los usuarios de las diferentes poblaciones para hacer el recorrido. Siempre centrandó nuestras suposiciones que las necesidades de desplazamiento son hacia Alcoy, que es un centro administrativo, sanitario, educativo e industrial.

Valor (Nodos)	Mínimo (Arcos)	Máximo (Arcos)	Coste (Arcos)	Etiqueta (Arcos)				
	Origen \ Destino	Alcoi	Ares	Alcoleja	Benasau	Benifallim	Benilloba	Penáguila
▶	Alcoi		20,6	20,8	19,1	13,4	14,8	17,1
	Ares	21,1		4	1,7	9	6	4,3
	Alcoleja	20,6	4		3,3	9,1	7,6	3,9
	Benasau	19,5	1,7	3,2		10,2	4,3	4,9
	Benifallim	11,8	9	9,1	10,3		7,1	5,4
	Benilloba	15,3	6,3	7,8	4,3	6,9		9,6
	Penáguila	16,8	4,3	3,9	5	5,4	9,3	

Fig. 93 – Tabla de costes (km) para una ruta Alcoy-Ares (fuente: captura desde el software Grafos)

Para tener una visión general de las carreteras a transitar en el sentido de la ruta propuesta, se plasma esta sobre un mapa, en el siguiente gráfico.



Fig. 94a – Solución para la ida de una ruta nueva de Alcoy-Ares, que incluya a Benilloba, plasmada con Google Maps.

Tiempo: 57 min
 Distancia: 31,1 km
 Velocidad media: 32,74 km/h



Fig. 94b – Solución para la vuelta de una ruta nueva de Alcoy-Ares, que incluya a Benilloba, plasmada con Google Maps.

Tiempo: 60 min = 1 h
 Distancia: 34,1 km
 Velocidad media: 34,10 km/h

Como se observa comparando la ruta actual con esta propuesta, y se ha mencionado anteriormente, el tiempo de recorrido no se incrementa en exceso, siendo adecuada para una línea de transporte público. Y de esa forma se reduce el tiempo de la otra línea, Alcoy-Famorca-Quatretondeta.

El único problema que puede tener esta nueva distribución de poblaciones, es el hecho de que Benilloba actúa como un centro administrativo respecto de algunas poblaciones de menor tamaño. Por ejemplo, el centro médico de Benilloba actúa como prestador de médico de urgencias para muchas de las poblaciones de la zona, y de ahí son derivados al Hospital de Alcoy, si es necesario.

También es cierto que una persona que necesita una urgencia médica, no espera al autobús regular, y se procura otros medios de transporte, incluso la ambulancia si es necesario.

4. Muro - Planes → Línea A4

Como se ha visto anteriormente en el análisis de la línea actual Alcoy-Muro-Planes, hay un extraño retraso en los tramos Alcoy-Muro y Muro-Alcoy, que por carecer de más información, se consideran innecesarios. Y por ello se propone eliminar la población de Alcoy de esta línea, y de esta forma de poder añadir otras poblaciones que en la actualidad no disponen de un servicio de transporte, o en su caso es deficiente por algún motivo.

RUTA ACTUAL

Primero se hace un estudio para evaluar si la ruta actual es óptima, o se podría mejorar.

Para ello se aplica el algoritmo del Viajante de Comercio (TSP) a los costes que se asumen para unir todas las poblaciones de esta ruta.

Como se observa en la siguiente figura, la ruta óptima para una visita a todas las poblaciones y regreso a la población inicial, no se ajusta al propósito de una ruta de autobús, ya que la lógica al seguir las carreteras que hay en realidad nos indica que la ruta más adecuada para un autobús es la que en la actualidad se realiza. Y que sigue el siguiente orden:

Planes → Benimarfull → Benàmer → Muro → Alcoy

Tiempo:	41 min
Distancia:	25,4 km
Velocidad media:	37,17 km/h

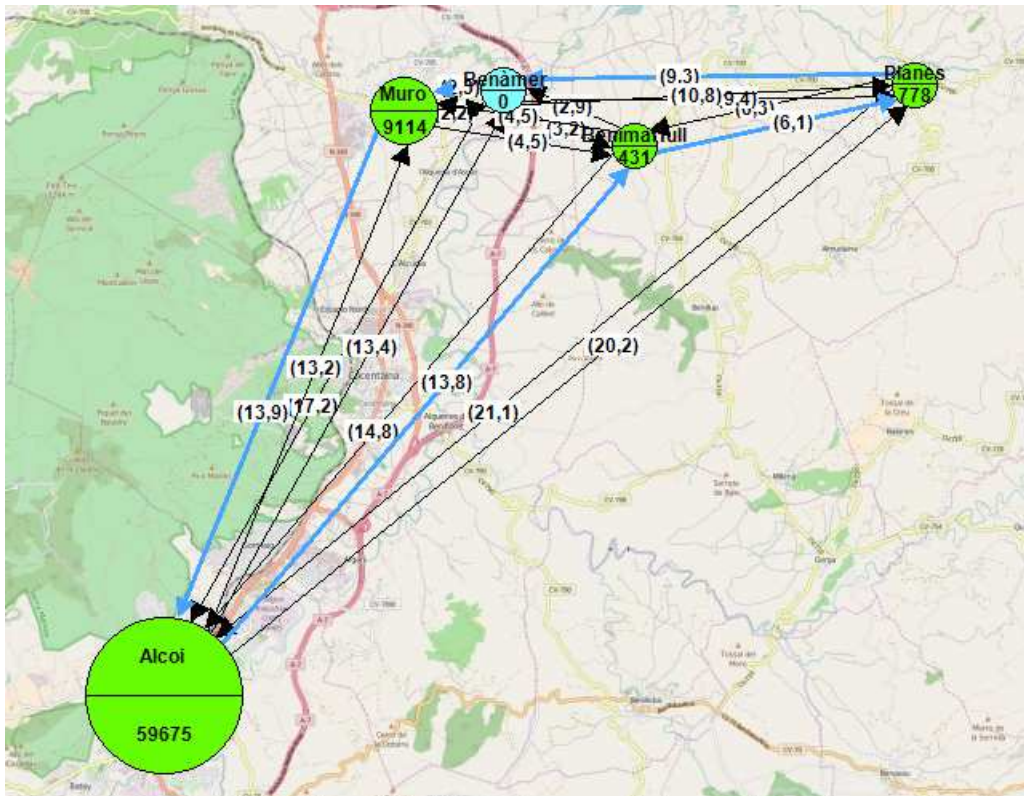


Fig. 95 – Solución ofrecida por el software Grafos para una ruta actual Alcoy-Planes.
(fuente: captura desde el software Grafos)

RUTA PROPUESTA 1 → Línea A41

Para mejorar la actual línea de autobús, se parte de la consideración de la existencia de una ruta con una frecuencia diaria que oscila entre los 13 recorridos durante verano y los 23 en invierno, entre las poblaciones de Muro y Alcoy. Por lo que las personas que usan otras líneas que llegan a Muro, Cocentaina o Alcoy, pueden hacer transbordo en esta, para desplazarse a cualquiera de estas tres poblaciones.

Aunque más adelante se extenderá esto, se hace mención aquí a la introducción de un bono de transporte intercomarcal, que facilite el cambio de líneas, para que se puedan recorrer las dos comarcas a un precio razonable, y la unificación de horarios para que los transbordos sean relativamente rápidos y con posibilidad de aprovechar el día en la población de destino final, y regresar a su domicilio.

A continuación se realiza el estudio de para una nueva ruta usando el algoritmo del viajante de comercio (TSP), e incluyendo a poblaciones que hoy en día no tienen servicio.

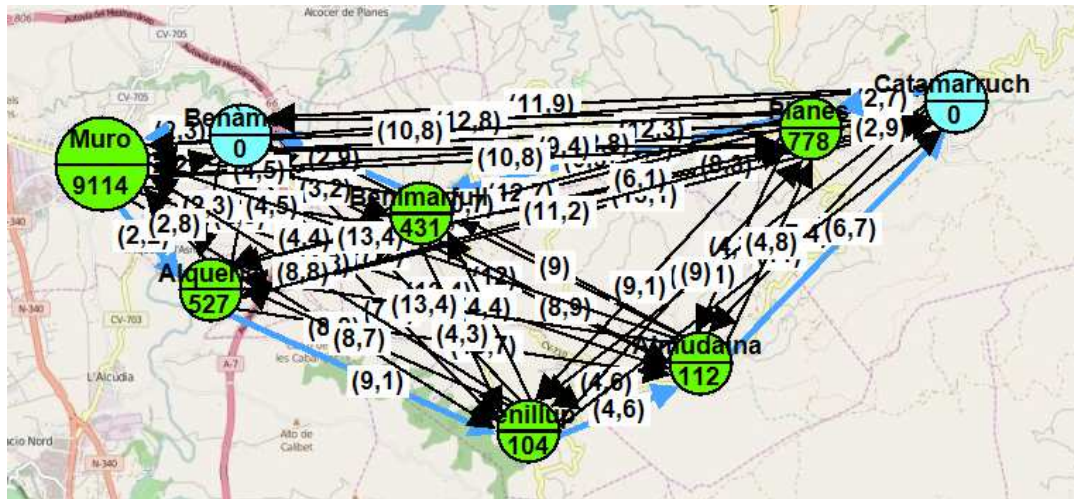


Fig. 96 – Solución ofrecida por el software Grafos para una ruta nueva Muro-Planes.
(fuente: captura desde el software Grafos)

Ida	Alqueria de Aznar	Benillup¹	Almudaina¹	Catamaruch¹	Planes	Benimarfull	Benàmer	Muro
	9,1 km	4,6 km	6,7 km	2,7 km	6,3 km	2,9 km	2,3 km	
➔								
Vuelta	Muro	Benàmer	Benimarfull	Planes	Catamaruch¹	Almudaina¹	Benillup¹	Alqueria de Aznar
	2,2 km	3,2 km	6,1 km	2,9 km	7,4 km	4,6 km	8,7 km	

Fig. 97 – Solución para una ruta nueva Muro-Planes.
(fuente: elaboración propia a partir de datos del software Grafos)

¹ Las poblaciones de Catamaruch, Almudaina y Benillup, entrarían en la ruta solo si alguien solicita previamente el servicio, en caso contrario no se haría ese recorrido, acortándose el tiempo del servicio.

Valor (Nodos)	Mínimo (Arcos)	Máximo (Arcos)	Coste (Arcos)	Etiqueta (Arcos)					
	Origen\Destino	Almudaina	Benàmer	Benillup	Benimarfull	Catamaruch	Alqueria	Muro	Planes
▶	Almudaina		11,9	4,6	9	6,7	13,4	13,4	4,8
	Benàmer	12		7,4	3,2	12,3	2,3	2,3	9,4
	Benillup	4,6	7,2		4,4	11	8,7	8,8	9
	Benimarfull	8,9	2,9	4,3		8,3	4,4	4,5	6,1
	Catamaruch	7,4	11,9	11,1	8,3		12,7	12,8	2,7
	Alqueria	13,7	2,5	9,1	4,8	13,1		2,8	11,2
	Muro	13,4	2,2	8,8	4,5	12,8	2,2		10,8
	Planes	4,7	9,3	9,1	6,3	2,9	10,7	10,8	

Fig. 98 – Tabla de costes (km) para una nueva ruta Muro-Planes (fuente: captura desde el software Grafos)

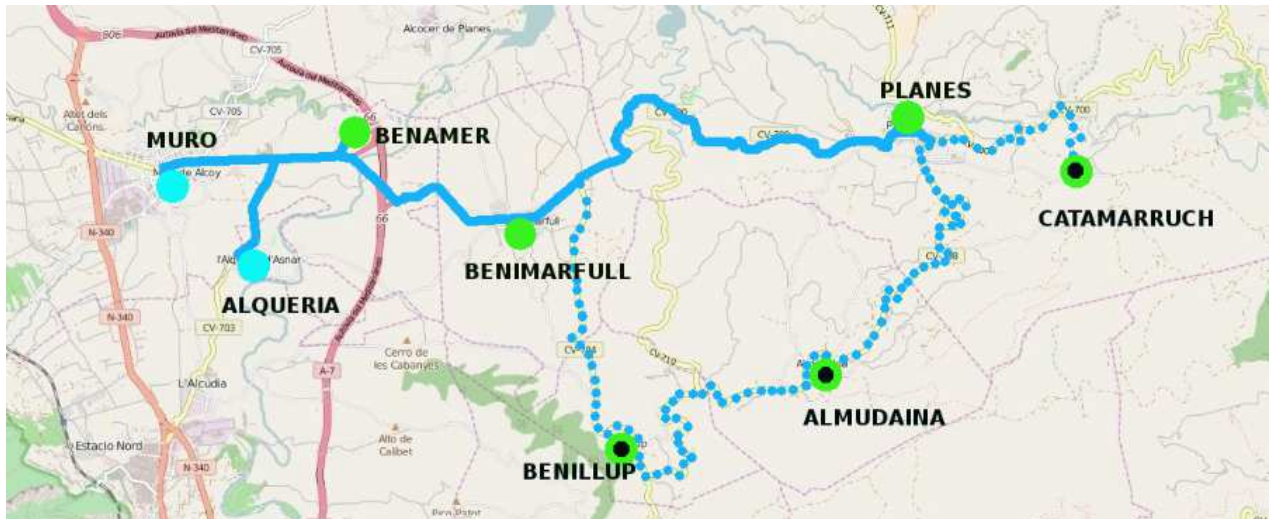


Fig. 99 – Solución para una ruta nueva Muro-Planes, plasmada con Google Maps.

Como se puede observar en el plano de carreteras, hay un tramo de carretera que se utiliza en los dos sentidos, teniendo la parada de Benimarfull dos sentidos de circulación en el viaje de ida y otros dos en el viaje de Vuelta. Esto se puede aprovechar para ofrecer a los usuarios más posibilidades de desplazamiento. Como se explica más adelante.

En el siguiente cuadro se comparan los tiempos y distancia a recorrer, realizando al ruta completa, o la simple en el caso de que no se realicen solicitudes desde las tres localidades marcadas como paradas con solicitud.

	Ruta completa		Ruta simple
Tiempo:	66 min	Tiempo:	22 min
Distancia:	34,6 km	Distancia:	11,6 km
Velocidad media:	31,45 km/h	Velocidad media:	31,64 km/h

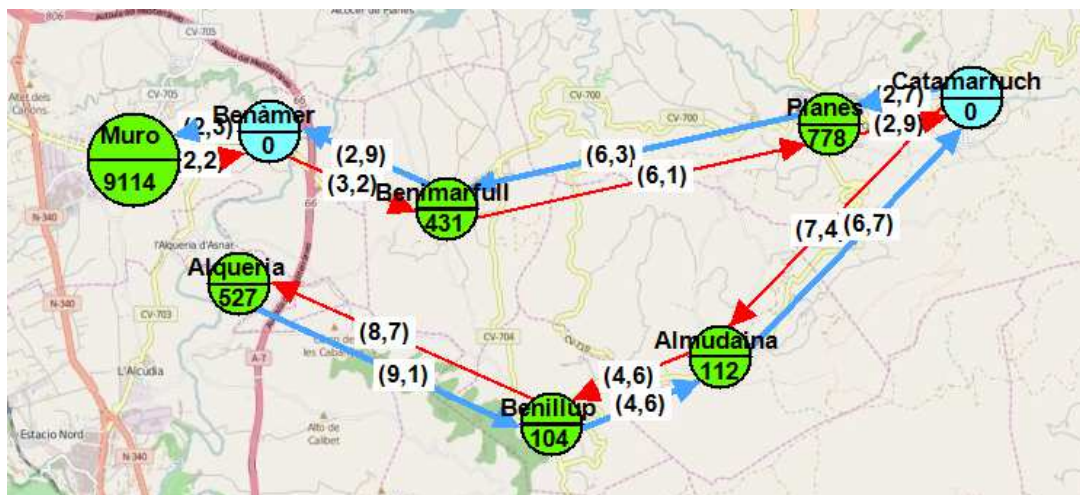


Fig. 100 – Solución para una ruta nueva Muro-Planes (fuente: captura desde el software Grafos)

De esta forma se establece una ruta con un recorrido relativamente corto, y con un tiempo de ejecución también adecuado para dar un servicio diario.

Y se añaden las poblaciones de Benillup y Almudaina, que en la actualidad no tienen servicio. Además, Para ir de Alquería de Aznar a Benillup se pasa por Benimarfull, se puede aprovechar para hacer desplazamientos en sentido inverso, para personas que quieran desplazarse en sentido contrario, en el horario inverso. Y no restringir el desplazamiento solo al sentido de la ruta. Por ejemplo, en el viaje de Ida (Alquería de Aznar → Muro) hay algunas personas que viven en Benimarfull y quieren ir a Planes o Almudaina, mientras otras quieren ir a Muro. Entonces se da la posibilidad de que estén en la parada de Benimarfull, y que levanten el brazo cuando el autobús pasa dirección a Benillup, para subir las personas que quieren desplazarse a Almudaina y Planes, aunque no sea el sentido de la ruta, pero al tener un punto común debido a la geografía de la zona y que algunos puntos son coincidentes para los dos sentidos, pero las personas que quieren ir a Muro se esperen a que el autobús pase en dicho sentido.

De esta forma en el viaje de Ida se puede ofrecer desplazamientos como:

- Benimarfull → Almudaina
- Almudaina → Benimarfull

Esto es posible porque, como se ha explicado, al tener un punto coincidente se genera un tramo de la ruta como circular pasando dos veces por Benimarfull.

RUTA PROPUESTA 2 → **Línea A42**

En esta opción se elimina la población de Alquería de Aznar de la ruta, dejando la línea más sencilla, y agilizando el transporte. Además esta población ya tiene servicio con la línea A6 y que su mejora se expone más adelante.

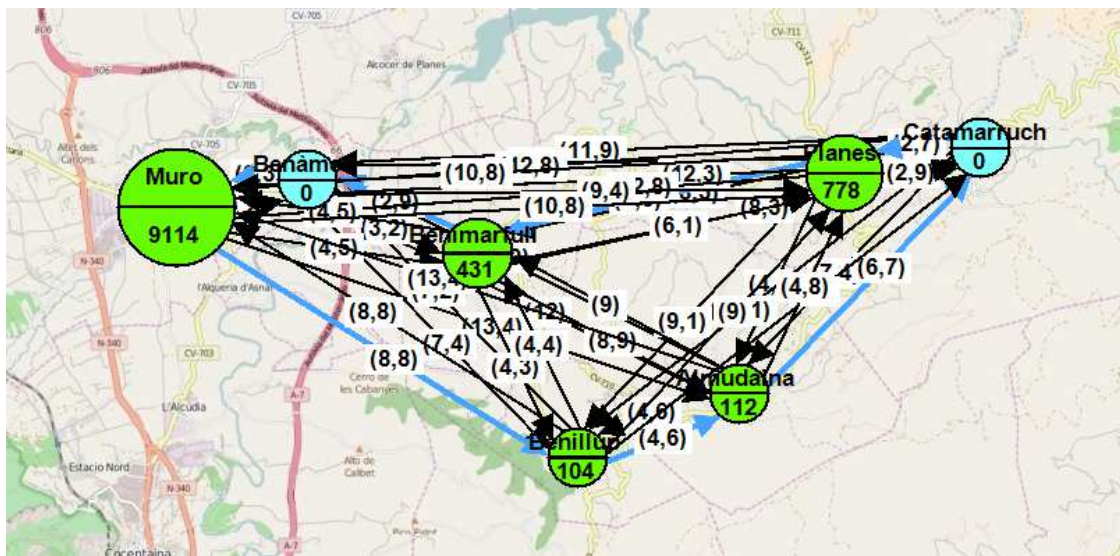


Fig. 101 – Solución ofrecida por el software Grafos para una ruta nueva Muro-Planes.
(fuente: captura desde el software Grafos)

La ruta quedaría como muestra el siguiente cuadro:

Ida	Benillup¹	Almudaina¹	Catamarruch¹	Planes	Benimarfull	Benàmer	Muro
	4,6 km	6,7 km	2,7 km	6,3 km	2,9 km	2,3 km	
→							
Vuelta	Muro	Benàmer	Benimarfull	Planes	Catamarruch¹	Almudaina¹	Benillup¹
	2,2 km	3,2 km	6,1 km	2,9 km	7,4 km	4,6 km	

Fig. 102 – Solución para una ruta nueva Muro-Planes.
(fuente: elaboración propia a partir de datos del software Grafos)

¹. Las poblaciones de Catamarruch, Almudaina y Benillup, entrarían en la ruta solo si alguien solicita previamente el servicio, en caso contrario no se haría ese recorrido, acortándose el tiempo del servicio.

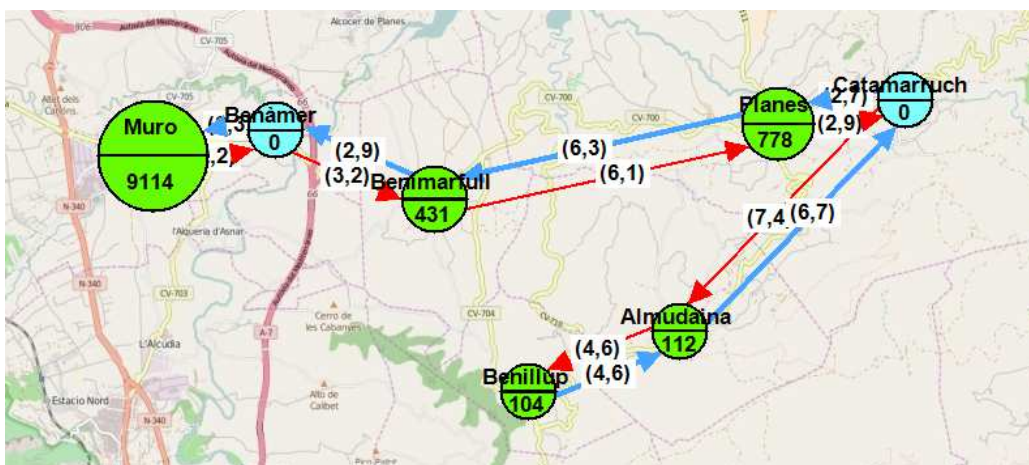


Fig. 103 – Solución para una ruta nueva Muro-Planes (fuente: captura desde el software Grafos)

En el siguiente mapa de carreteras se observa la ruta a seguir, con inicio de la línea en Benillup, y final en Muro. Esto se modificaría siempre que no haya solicitudes de transporte desde las poblaciones de Benillup, Almodaina y/o Catamarruch.

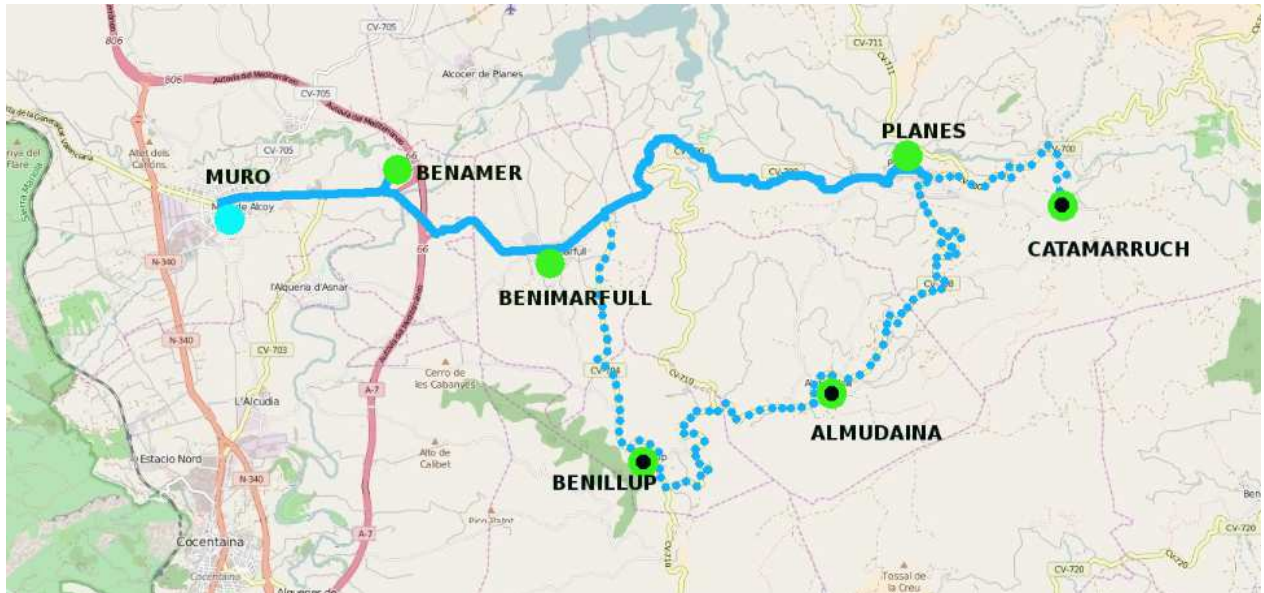


Fig. 104 – Solución para una ruta nueva Muro-Planes, plasmada con Google Maps.

En el siguiente cuadro se observa una comparativa entre las distancias y tiempos necesarios para hacer los dos posibles trayectos.

	Ruta completa		Ruta simple
Tiempo:	53 min	Tiempo:	20 min
Distancia:	26,4 km	Distancia:	11,5 km
Velocidad media:	29,89 km/h	Velocidad media:	34,5 km/h

De las dos opciones se va a considerar la segunda, ya que al eliminar la población de Alquería de Aznar de la ruta, se agiliza esta y se beneficia a los usuarios con tiempos de trayecto menores. Además esta localidad ya se encuentra en otra ruta y por lo tanto no se considera necesario incluirla en esta también.

5. Alcoy – Banyeres de Mariola → Línea A5

Esta ruta es relativamente corta, ya que solo une dos poblaciones, haciendo parada en una pedanía (urbanización) durante el camino, es por ello que no se hace el estudio para otra ruta diferente.

Ello no es óbice para hacer una recomendación, para ampliar la frecuencia, observando las solicitudes, de forma que los horarios se ajusten mejor a las peticiones y necesidades de los clientes, o potenciales clientes.

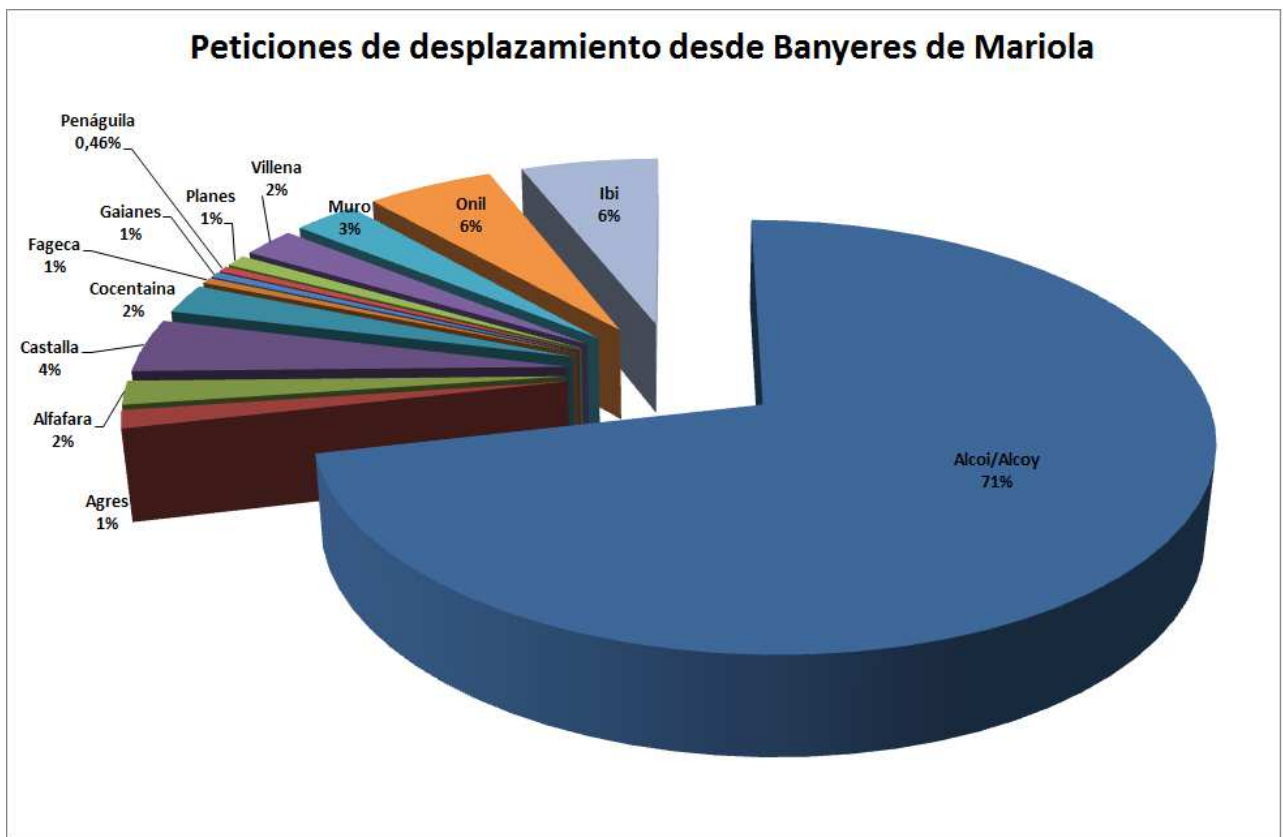


Fig. 105 – Gráfico circular de los destinos solicitados por los participantes en la encuesta de Banyeres de Mariola (fuente: elaboración propia a partir de los datos de las encuestas)

En cuanto al destino solicitado por los participantes en la encuesta, como muestra el anterior gráfico, la población de destino principal es Alcoy, y como desde esta ciudad hay diferentes líneas de autobús que se dirigen a otras poblaciones, el ampliar a más líneas con otros destinos sería difícil de justificar. Siempre y cuando los horarios para hacer transbordo a las otras líneas fueran los adecuados.

Por lo que se adelanta y repite aquí la propuesta de unificar horarios para que las diferentes líneas que unen las dos comarcas tengan puntos y horarios de transbordo unificados.

En el siguiente gráfico se muestra la preferencia de horarios de salida desde Banyeres de Mariola.

Es este caso, las horas de viaje están más repartidas, pero centrándose principalmente en el horario entre las 7 y las 9 de la mañana, que coincide con el inicio de la jornada laboral. Un horario apropiado para llegar a tiempo al trabajo, a los centros de enseñanza, al médico, o a las oficinas de la administración pública.

Aun así, se observa la solicitud de otras franjas horarias. De 9 a 12 h, de 14 a 17 h, de 17 a 20 h, y los que piden un transporte amoldable a las necesidades de cada momento.

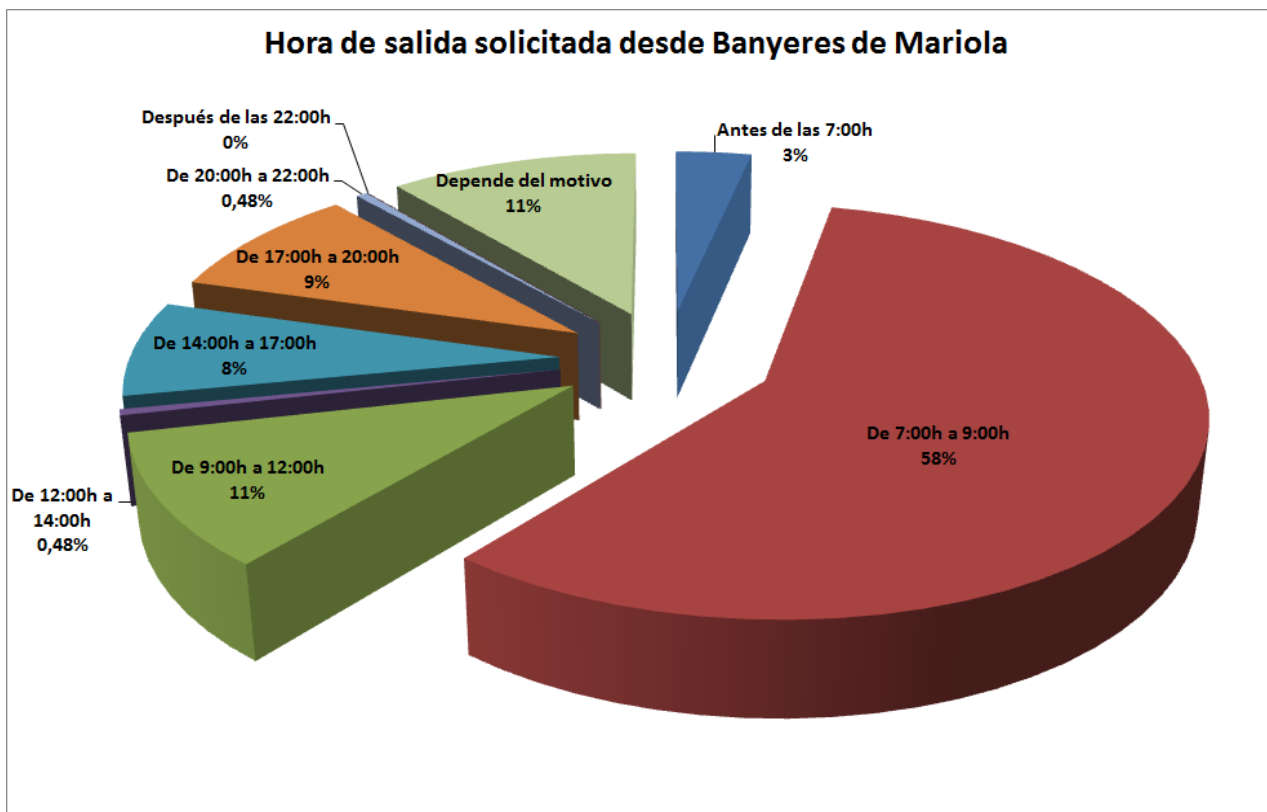


Fig. 106 – Gráfico circular de los horarios de salida solicitados por los participantes en la encuesta de Banyeres de Mariola (fuente: elaboración propia a partir de los datos de las encuestas)

Aquí vemos la necesidad de estudiar con más profundidad la implantación de un servicio “a la Carta”, que pudiera prestar un servicio no estandarizado o regulado por horarios ni recorridos, sino, que se fuera diseñando cada día en función de la demanda solicitada con antelación.

Del mismo modo, en el gráfico de las horas solicitadas para el regreso a Banyeres de Mariola, se observa algo similar. Hay un tramo horario solicitado con prioridad, que coincide con el fin de la jornada laboral, aunque no es tan pronunciado como en el caso del viaje de Ida.

Se observa que hay dos tramos horarios con bastante preferencia que son el de 12 a 14 horas, coincidiendo con el fin de la jornada matutina, y poder llegar a su casa para la hora de

comer. Y el tramo de las 14 a 17 horas, coincidiendo con aquellos trabajos o los estudiantes que terminan a las 15 horas de sus respectivas ocupaciones.

Y al igual que en el caso del viaje de Ida, hay un porcentaje bastante elevado que prefiere un horario del autobús en función de los motivos que generan la necesidad de desplazamiento.

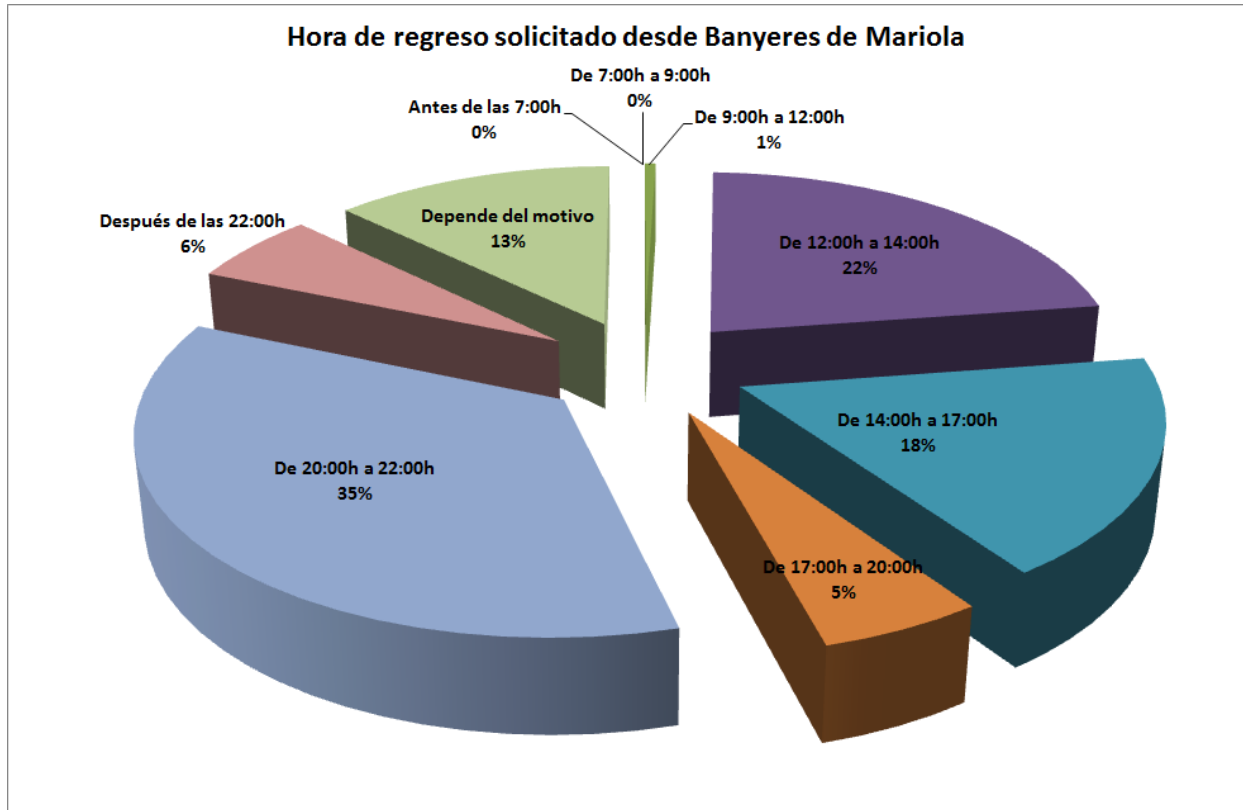


Fig. 107 – Gráfico circular de los horarios de regreso solicitados por los participantes en la encuesta de Banyeres de Mariola (fuente: elaboración propia a partir de los datos de las encuestas)

En el siguiente cuadro se muestra los horarios que se proponen para modificar esta línea, que se renombra como A51.

Ida	Banyeres de Mariola	Polop	Alcoy
	7:00	7:15	7:30
	15:45	16:00	16:15
→			
Vuelta	Alcoy	Polop	Banyeres de Mariola
	15:05	15:20	15:35
2	20:05	20:20	20:35

Fig. 108 – Solución mejorada y simplificada para una ruta nueva entre Alcoy y Banyeres de Mariola.

6. Alcoy – Muro – Bocairent.

RUTA ACTUAL → **Línea A6**

En primer lugar se estudia en qué grado es óptima la ruta que se realiza en la actualidad, para posteriormente pasar a una propuesta que mejore en algún sentido dicha ruta. Para ello se utilizan los kilómetros como coste para la utilización del algoritmo del Viajante de Comercio (TSP).

Valor (Nodos)	Mínimo (Arcos)	Máximo (Arcos)	Coste (Arcos)	Etiqueta (Arcos)				
	Origen\Destino	Alcoy	Agres	Alfafara	Alqueria	Muro	Bocairent	Alcudia
▶	Alcoy		20	24,1	11,5	13,2	31,6	9,6
	Agres	20,3		4,7	10,8	8,5	11	11,9
	Alfafara	24,3	4,5		14,9	12,7	6,3	16
	Alqueria	12,6	11,4	15,4		2,8	22	2,3
	Muro	13,9	8,7	12,7	2,2		19,2	4,1
	Bocairent	31,4	10,8	6,4	21,1	19		22,3
	Alcudia	10,6	12	16,1	2	4,2	22,6	

Fig. 109 – Tabla de costes (km) para la ruta Alcoy - Bocairent (fuente: captura desde el software Grafos)

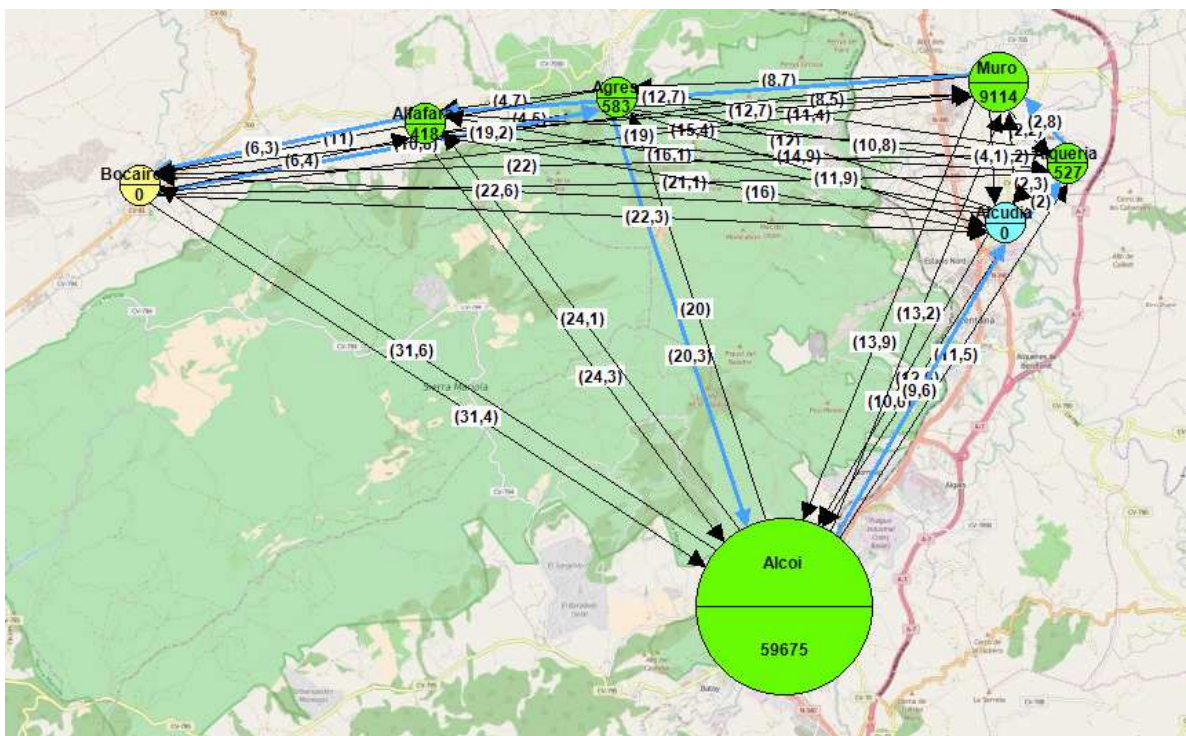


Fig. 110 – Solución ofrecida por el software Grafos para la ruta actual entre Alcoy y Bocairent. (fuente: captura desde el software Grafos)

La solución que es óptima según el algoritmo del Viajante de Comercio (TSP), no es lógica desde el punto de vista de las carreteras existentes, y se entiende que la empresa que presta el servicio a escogido la mejor ruta que une las diferentes poblaciones que se han incluido en este trayecto.

Tiempo: 85 min
 Distancia: 50 km
 Velocidad media: 35,29 km/h

RUTA PROPUESTA

Para mejorar la ruta actual, se ha optado por eliminar de la línea la ciudad de Alcoy y añadir a Banyeres de Mariola. De esta forma se da un mejor servicio a esta última población, y esta línea se conecta con Alcoy mediante la línea regular diaria entre Muro-Cocentaina-Alcoy.

Valor (Nodos)	Mínimo (Arcos)	Máximo (Arcos)	Coste (Arcos)	Etiqueta (Arcos)			
Origen\Destino	Agres	Alfafara	Banyeres de Mariola	Alqueria	Muro	Bocairent	Alcudia
Agres		4,7	21,3	10,8	8,5	11	11,9
Alfafara	4,5		16,9	14,9	12,7	6,3	16
Banyeres de Mariola	21,1	16,7		34,5	29,3	11,9	32,6
Alqueria	11,4	15,4	37,9		2,8	22	2,3
Muro	8,7	12,7	37,6	2,2		19,2	4,1
Bocairent	10,8	6,4	11,7	21,1	19		22,3
Alcudia	12	16,1	32,8	2	4,2	22,6	

Fig. 111 – Tabla de costes (km) para la ruta propuesta Alcudia - Bocairent (fuente: captura desde el software Grafos)

El gráfico que nos ofrece el software Grafos con todos los costes de la tabla anterior, se muestra a continuación, con los arcos que forman parte de la ruta de menor coste, es decir, la óptima.

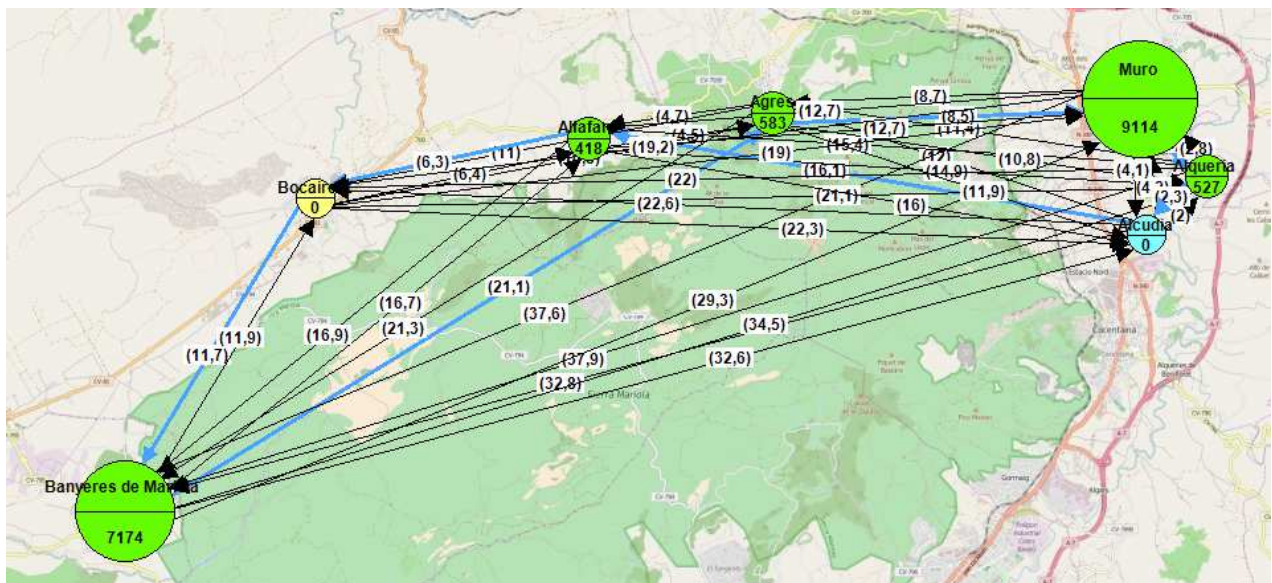


Fig. 112 – Solución ofrecida por el software Grafos para la ruta propuesta entre Alcudia y Bocairent. (fuente: captura desde el software Grafos)

El algoritmo ofrece una solución que es óptima según los cálculos, pero no tiene sentido en la realidad ya que la carretera que une las poblaciones tiene un recorrido diferente. Esto es debido a que la distancia entre Banyeres de Mariola y Alcodia es tan grande, que el algoritmo explora la posibilidad de otro recorrido aun cuando para nosotros no tenga sentido, y además, se debe tener en cuenta que el algoritmo del viajante de comercio (TSP) busca un recorrido circular, volviendo a la misma población desde la que se partió.

En cambio, en este estudio se quiere diseñar rutas de autobús, que no tienen por qué ser circulares, y en este caso lo que se intenta es conseguir una ruta que comunique unas poblaciones con un centro neurálgico de las comarcas, como es Muro, y desde allí con otras líneas de autobús que se pueda viajar a Cocentaina, Alcoy, Ibi, o cualquier otra.

RUTA PROPUESTA-mejorada → **Línea A61**

Para forzar otra solución óptima para nuestro objetivo, y que resulte más lógica geográficamente hablando, se coloca un Nodo Puente en una zona intermedia entre Banyeres de Mariola y Alcodia, que coincide en el mapa con la ubicación de Alcoy, y nos indicará el punto de ruptura de la ruta.

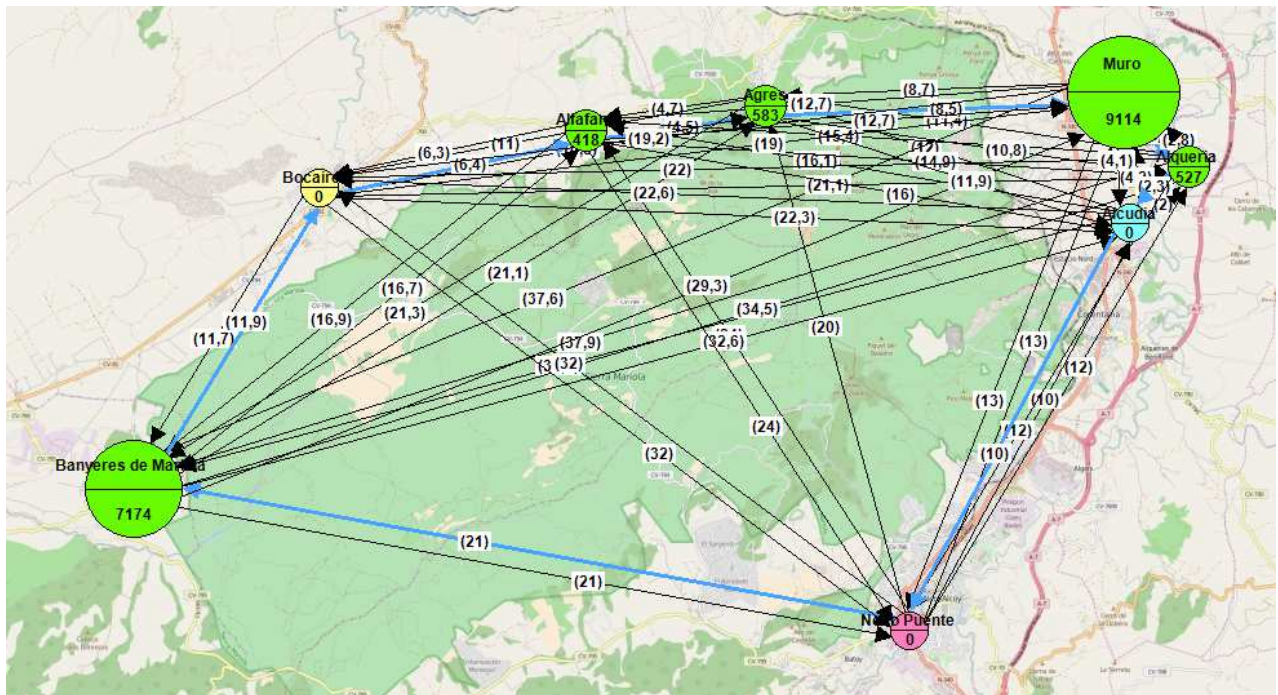


Fig. 113 – Solución ofrecida por el software Grafos para la ruta propuesta entre Alcodia y Banyeres de Mariola.
(fuente: captura desde el software Grafos)

Valor (Nodos)	Mínimo (Arcos)	Máximo (Arcos)	Coste (Arcos)	Etiqueta (Arcos)					
	Origen\Destino	Agres	Alfafara	Banyeres de Mariola	Alqueria	Muro	Bocairent	Alcudia	Nodo Puente
▶	Agres		4,7	21,3	10,8	8,5	11	11,9	20
	Alfafara	4,5		16,9	14,9	12,7	6,3	16	24
	Banyeres de Mariola	21,1	16,7		34,5	29,3	11,9	32,6	21
	Alqueria	11,4	15,4	37,9		2,8	22	2,3	12
	Muro	8,7	12,7	37,6	2,2		19,2	4,1	13
	Bocairent	10,8	6,4	11,7	21,1	19		22,3	32
	Alcudia	12	16,1	32,8	2	4,2	22,6		10
	Nodo Puente	20	24	21	12	13	32	10	

Fig. 114 – Tabla de costes (km) para la ruta propuesta Alcudia – Banyeres de Mariola.
(fuente: captura desde el software Grafos)

Con esta solución obtenemos la ruta que se muestra en el siguiente cuadro, y que es una ruta potencialmente integrable a las líneas de comunicación y transporte de pasajeros.

Ida	Banyeres de Mariola	Bocairent	Alfafara	Agres	Muro	Alqueria de Aznar	Alcudia
	11,9 km	6,4 km	4,5 km	8,5 km	2,2 km	2,3 km	
Vuelta	Alcudia	Alqueria de Aznar	Muro	Agres	Alfafara	Bocairent	Banyeres de Mariola
	2 km	2,8 km	8,7 km	4,7 km	6,3 km	11,7 km	

Fig.115 – Solución para una ruta nueva Banyeres de Mariola-Muro.
(fuente: elaboración propia a partir de datos del software Grafos)

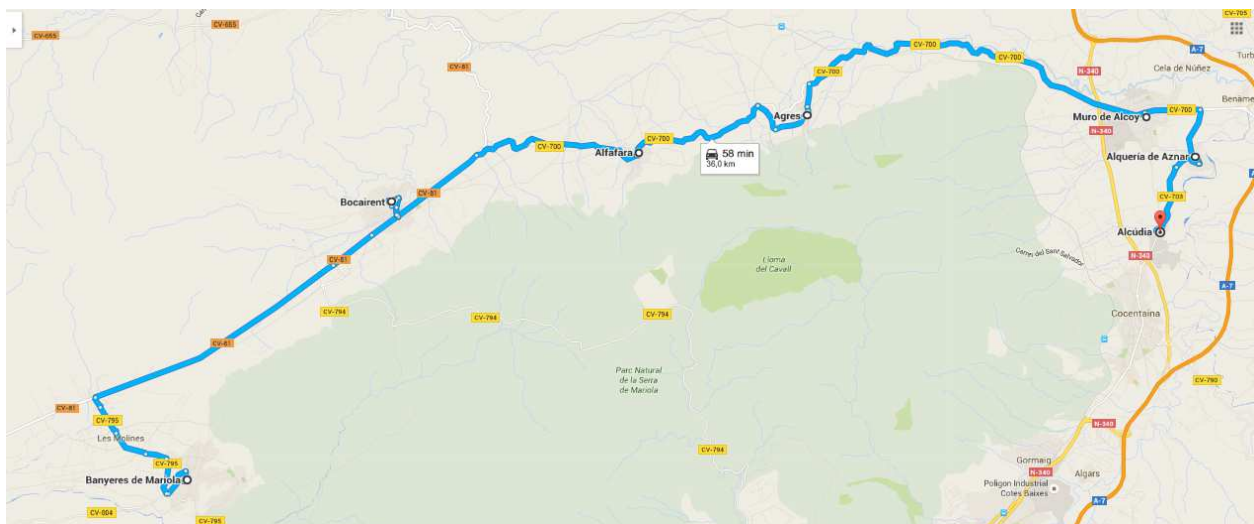


Fig. 116 – Solución para una ruta nueva entre Banyeres de Mariola y Alcudia, plasmada con Google Maps.

Con esta ruta se consigue reducir el tiempo que actualmente necesita el autobús para realizarla. Se da más servicio a la población de Banyeres de Mariola, a pesar de no llegar hasta Alcoy, pero esto se solventa con una buena coordinación con la línea regular Alcoy-Cocentaina-

Muro.

Tiempo:	60 min
Distancia:	36 km
Velocidad media:	36 km/h

Pero a pesar de ser una ruta óptima y lógica, geográficamente hablando, se va a estudiar otra ruta, con el fin de hacer que el final de esta sea la población de Cocentaina. El motivo para esto es que las dos comarcas en las que se está enfocando este estudio, disponen de una línea vertebral formada por las poblaciones más importantes, y desde este eje se distribuyen el resto de poblaciones, según se observa en el siguiente gráfico.

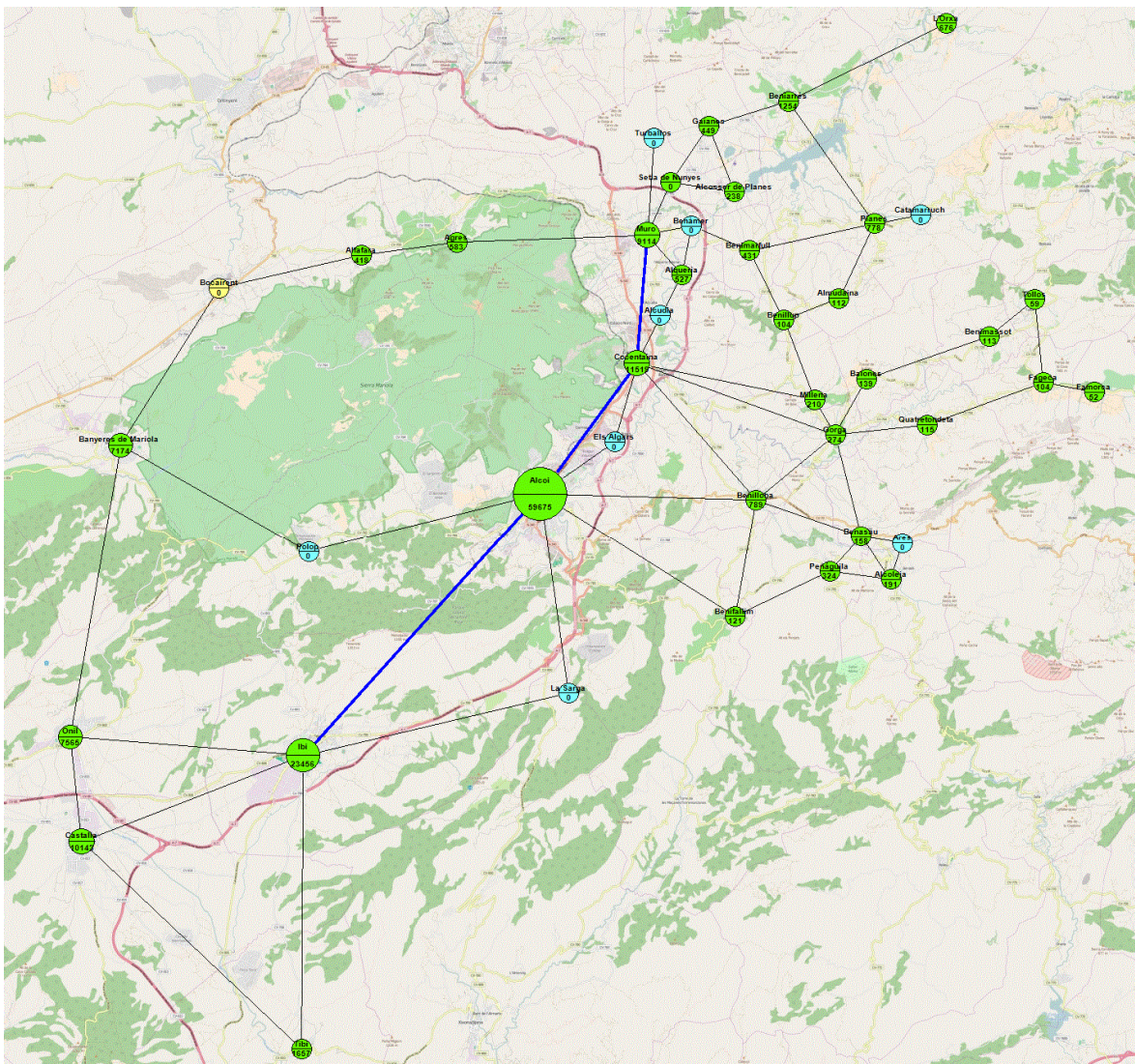


Fig. 117 – Mapa geográfico de las comarcas de L'Alcoia y El Comtat, con gafo de carreteras y el eje central Alcoy – Muro (fuente: captura desde el software Grafos)

A la ruta estudiada anteriormente se va a añadir la localidad de Cocentaina, y tiene el siguiente recorrido:

Ida	Banyeres de Mariola	Bocairent	Alfafara	Agres	Muro	Alqueria de Aznar	Alcudia	Cocentaina
38 km	11,9 km	6,4 km	4,5 km	8,5 km	2,2 km	2,3 km	2,2 km	

➔

Vuelta	Cocentaina	Alcudia	Alqueria de Aznar	Muro	Agres	Alfafara	Bocairent	Banyeres de Mariola
38,1 km	1,9 km	2 km	2,8 km	8,7 km	4,7 km	6,3 km	11,7 km	

Fig. 118 – Solución para una ruta nueva Banyeres de Mariola-Cocentaina
(fuente: elaboración propia a partir de datos del software Grafos)

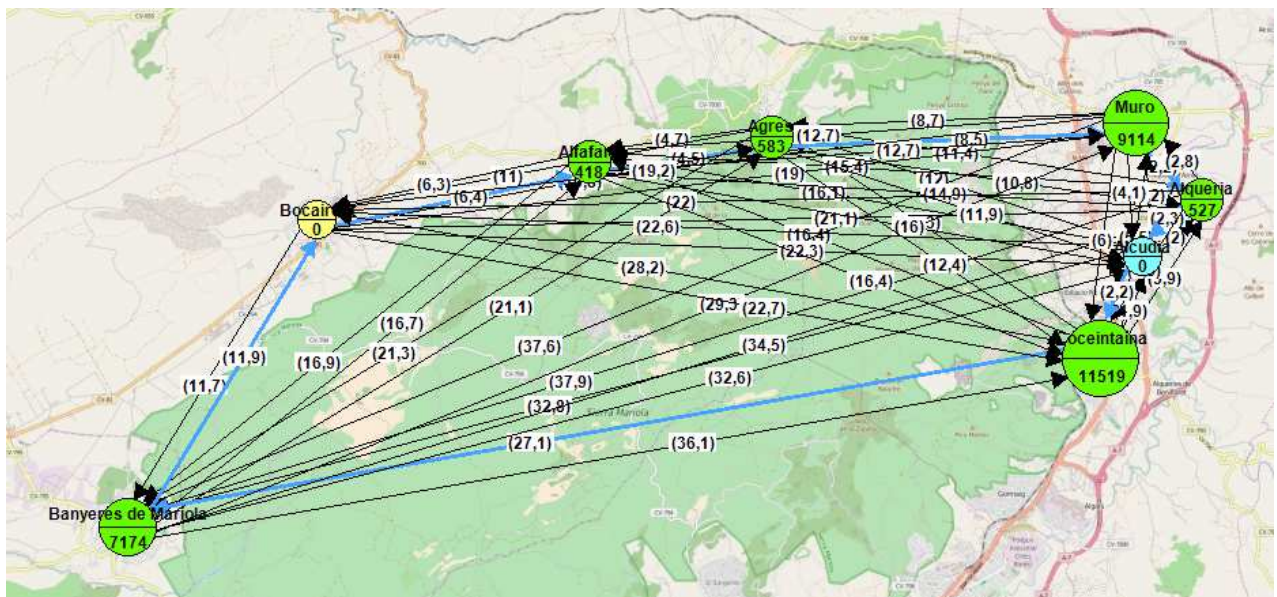


Fig. 119 – Solución ofrecida por el software Grafos para la ruta propuesta entre Cocentaina y Banyeres de Mariola.
(fuente: captura desde el software Grafos)

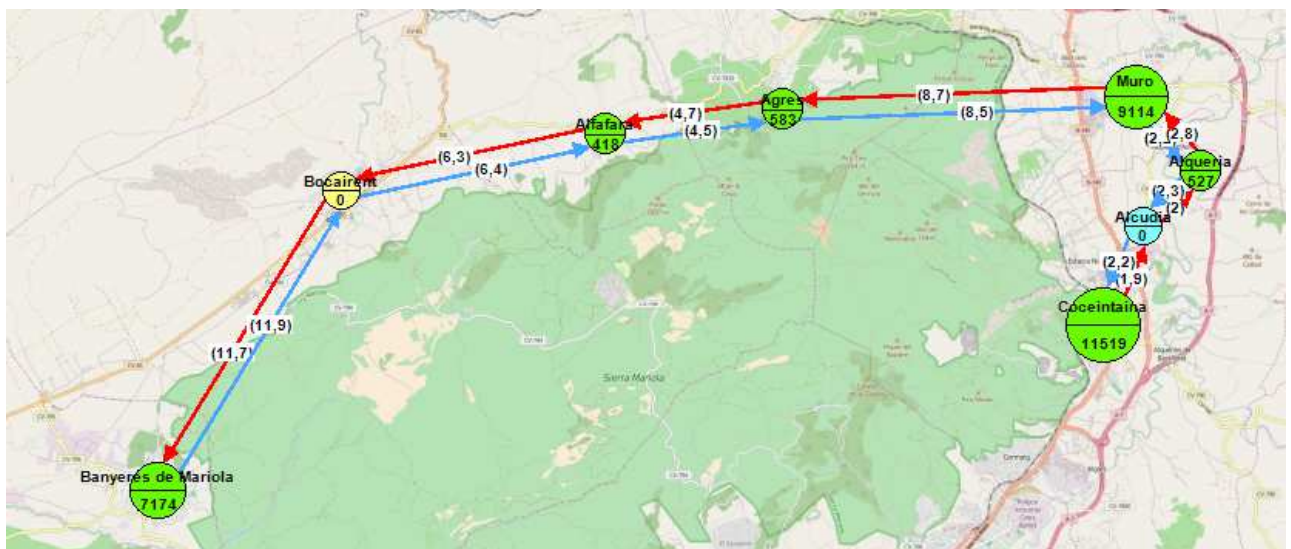


Fig. 120 – Ruta propuesta entre Cocentaina y Banyeres de Mariola. (fuente: captura desde el software Grafos)

Tiempo:	65 min
Distancia:	38,1 km
Velocidad media:	35,17 km/h

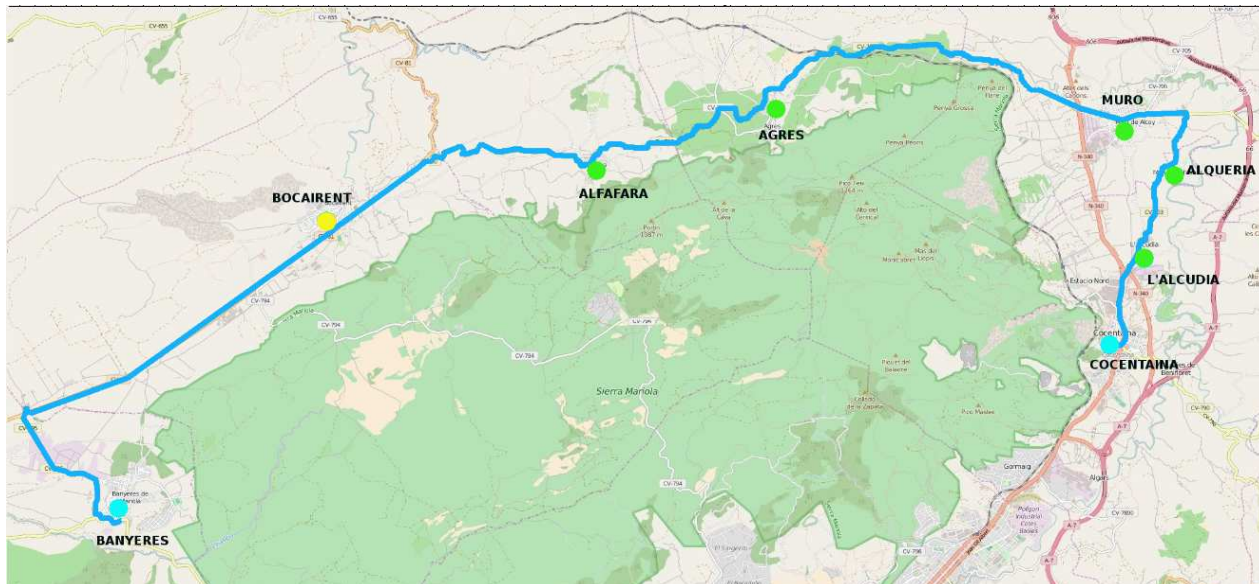


Fig. 121 – Solución para una ruta nueva entre Banyeres de Mariola y Cocentaina, plasmada con Google Maps.

Comparando el tiempo y la distancia entre las poblaciones origen y final de esta línea propuesta con la que actualmente se realiza, se reduce en casi 20 minutos el tiempo de ruta y más 10 kilómetros el recorrido total. Con ello se consigue una ruta más cómoda y más fácil de ajustar o coordinar con la línea regular Alcoy-Cocentaina-Muro.

7. Alcoy – Pego – Denia → Línea AD

Esta línea une la comarca de L'Alcoià con la Marina Alta, y se considera que la ruta es adecuada, y al comunicar poblaciones que están fuera del campo de estudio de este trabajo, se ha considerado no proponer rutas alternativas.

La única observación que se realiza es la mencionada en la parte inicial, donde se analizan las rutas actuales, haciéndose constar la excesiva duración del tramo Alcoy-Muro y del tramo Muro-Alcoy.

Tiempo:	195 min = 3h 15 min
Distancia:	83,3 km
Velocidad media:	25,63 km/h

Además, se revisa el horario para ajustarlo mejor a la demanda o uso de potenciales clientes, y la línea se renombra como AD1.

8. Alcoy – Villena. → Línea B

RUTA ACTUAL

Al igual que en otras líneas, se va a estudiar la ruta bajo la óptica del algoritmo del Viajante de Comercio (TSP), obteniéndose la siguiente solución.

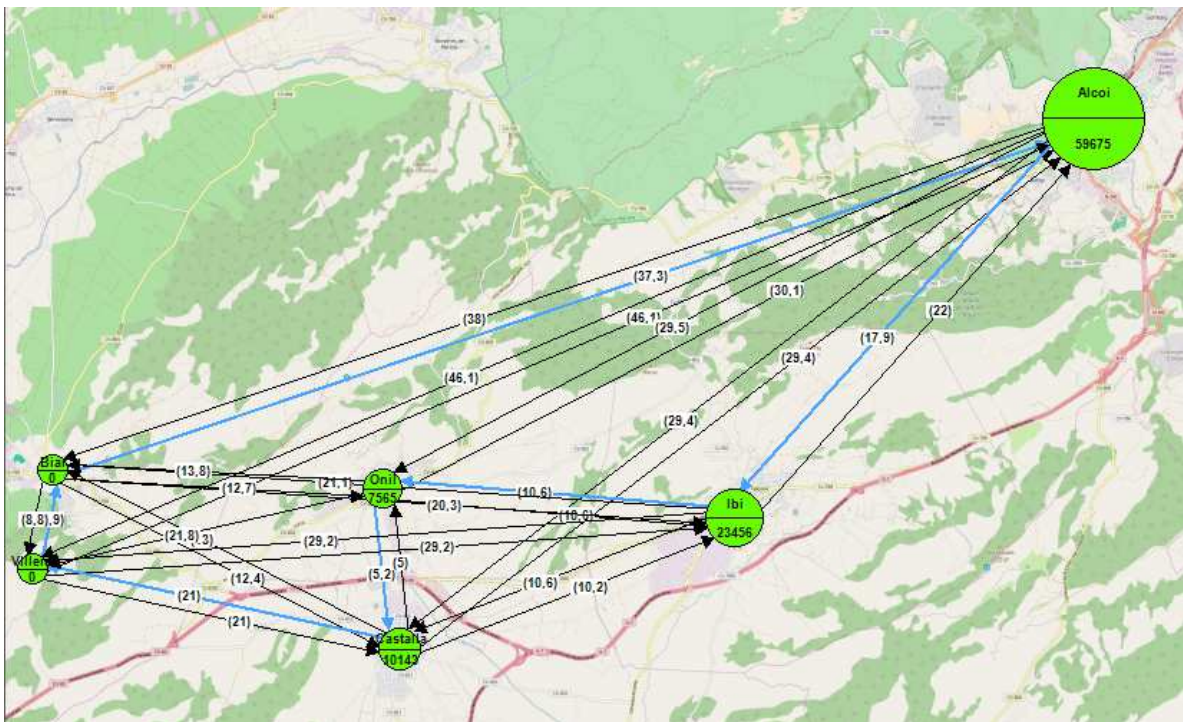


Fig. 122 – Solución ofrecida por el software Grafos para la ruta actual entre Alcoy y Villena.
(fuente: captura desde el software Grafos)

Como se ve, y anulando el arco entre Biar y Alcoy, la solución obtenida coincide con la ruta que se sigue en la actualidad, con solo una modificación.

Actual	Alcoy	Ibi	Onil	Castalla	Biar	Villena	56,6	75
							km	min
Óptima	Alcoy	Ibi	Onil	Castalla	Villena	Biar	64,4	84

Fig.123 – Rutas actual y óptima entre Alcoy y Villena.

Esta modificación es debida a la preferencia por terminar la ruta en una población principal o de mayor tamaño, y en la que se aglutinan algunos servicios importantes para los habitantes de la zona. Ya sea sanitarios, administrativos, jurídicos u otros.

El recorrido está cerca del óptimo, y en ese sentido no hay posibilidad de realizar mejoras, pero si con la modificación de horarios, de forma que apoyados en el eje central de la comarca (Alcoy-Cocentaina-Muro) se puedan organizar las rutas para que sea factible recorrer de este a oeste, de norte a sur, y viceversa, las dos comarcas para facilitar la movilidad de las personas dentro de esta zona geográfica.

Al modificar los horarios, se renombran las dos líneas como B11 y B21.

9. Alicante – Alcoy.

Como se ha visto en el capítulo dedicado a la situación actual, hay varias rutas para esta línea, en función del horario. Rutas que enumeramos de nuevo.

- | | | |
|--|----------|------------------|
| 9.1. Alcoy-Castalla-Alicante | → | Línea T1 |
| 9.2. Alcoy-Tibi-Alicante | → | Línea T21 |
| 9.3. Alicante -Tibi- Alcoy | → | Línea T22 |
| 9.4. Alcoy-San Vicente-Alicante | → | Línea T3 |
| 9.5. Ibi-Castalla-San Vicente | → | Línea T4 |

Pero al igual que otras líneas que unen las dos comarcas en estudio con otras poblaciones de la provincia o incluso de provincias limítrofes, no se va a estudiar, ya que revisando los mapas de carreteras, estas rutas no es posible mejorarlas en cuanto a su recorrido. Se comprobaba si los horarios pueden adaptarse mejor para que los usuarios puedan hacer transbordos desde otras líneas y así llegar a poblaciones más alejadas de una forma adecuada en tiempo y recorrido.

10. Valencia – Alcoy. → Línea V

Esta línea con sus diferentes recorridos y horarios, no se va a estudiar bajo la óptica del algoritmo del Viajante de Comercio (TSP), puesto que el recorrido que realiza es adecuado y ya

dispone de un servicio de solicitud de parada adicional, en caso de ser necesario en algunas poblaciones del recorrido.

Este servicio ya ha sido mencionado como herramienta a implementar, aunque de forma algo diferente, y así prestar en algunos casos un servicio a medida.

11. Muro-L'Orxa → Línea MO

Se propone una línea nueva para dar servicio a las poblaciones que en la actualidad no tienen servicio, y así se recupera una línea que ya existió hace unos años.

Antes de realizar esta propuesta, se analizan los datos obtenidos con las encuestas por parte de las solicitudes recibidas desde Lorcha/L'Orxa.

En el siguiente gráfico se observan los diferentes destinos solicitados por los participantes de Lorcha/L'Orxa en la encuesta.

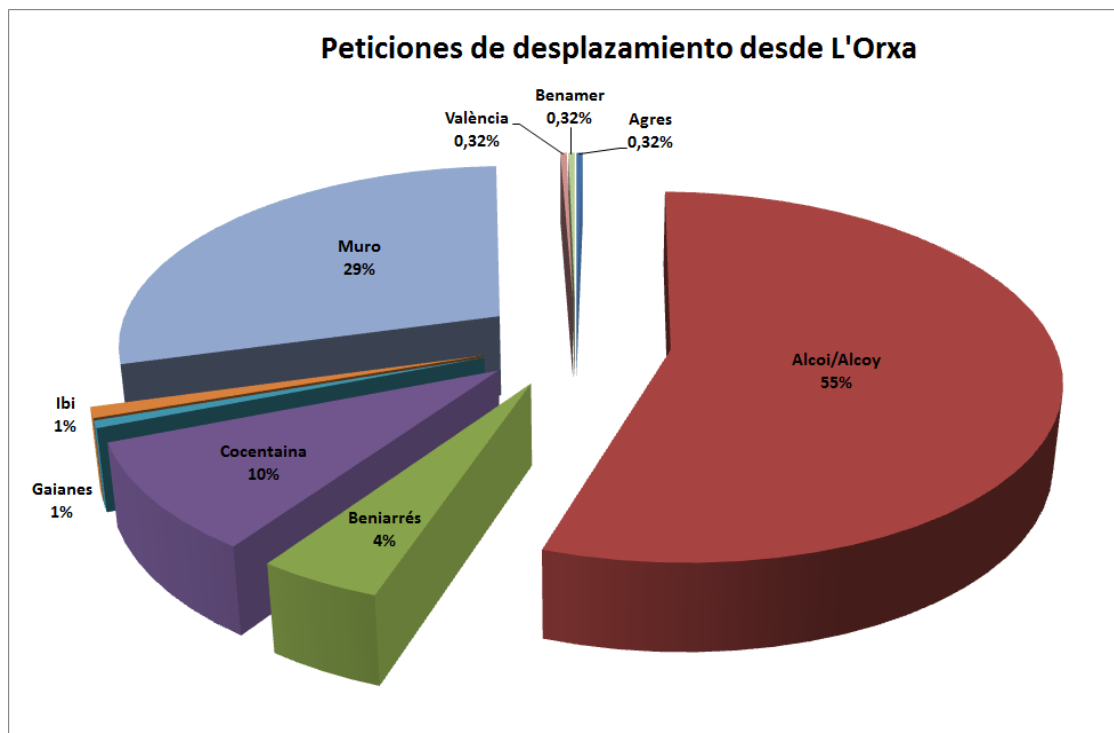


Fig. 124 – Gráfico circular de los destinos solicitados por los participantes en la encuesta de Lorcha/L'Orxa.
(fuente: elaboración propia a partir de los datos de las encuestas)

En este gráfico se marca como principal destino la ciudad de Alcoy, y seguida por las poblaciones de Muro, Cocentaina y Beniarrés. Con ello los participantes en la encuesta han marcado sus preferencias de destino, y aunque sea con un porcentaje bajo, también se solicita

transporte a Valencia, Ibi, y Agres, con lo que no solo se necesita un autobús que una Lorcha/L'Orxa con Alcoy, si no que este debe coordinarse con otros que conducen a estas otras poblaciones para que los interesados puedan hacer transbordo.

Algo más clara es la solicitud de la hora de salida, ya que casi el 90% de los participantes en la encuesta solicita el viaje entre las 7 y las 9 de la mañana, lógicamente para llegar a su lugar de trabajo o estudios a una hora adecuada.

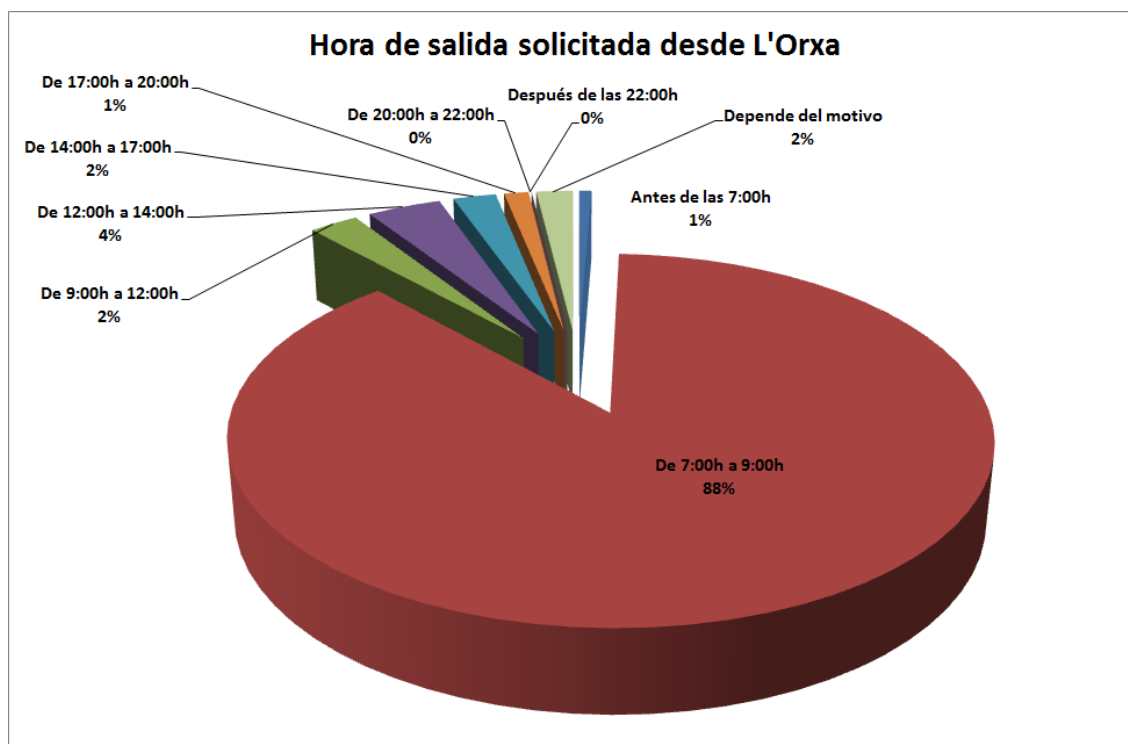


Fig. 125 – Gráfico circular de las horas de salida solicitadas por los participantes en la encuesta de Lorcha/L'Orxa.
(fuente: elaboración propia a partir de los datos de las encuestas)

En cuanto a la hora de regreso, se complica la decisión de que hora es mejor para la ubicación de un autobús. No habría problemas si se dispusiera de los suficientes recursos para poner dos o más autobuses, así es que en la tabla de horarios propuestos se dispondrá de todos los autobuses que se considere adecuados, y luego será el gestor el que tendrá que tomar la decisión de que horarios deben quedar y cuales no pueden realizarse.

Evidentemente todo ello depende de los clientes reales que soliciten este servicio. Ya que para la realización de este estudio, la participación no ha sido la esperada por parte de todas las poblaciones de las comarcas objeto de este proyecto.

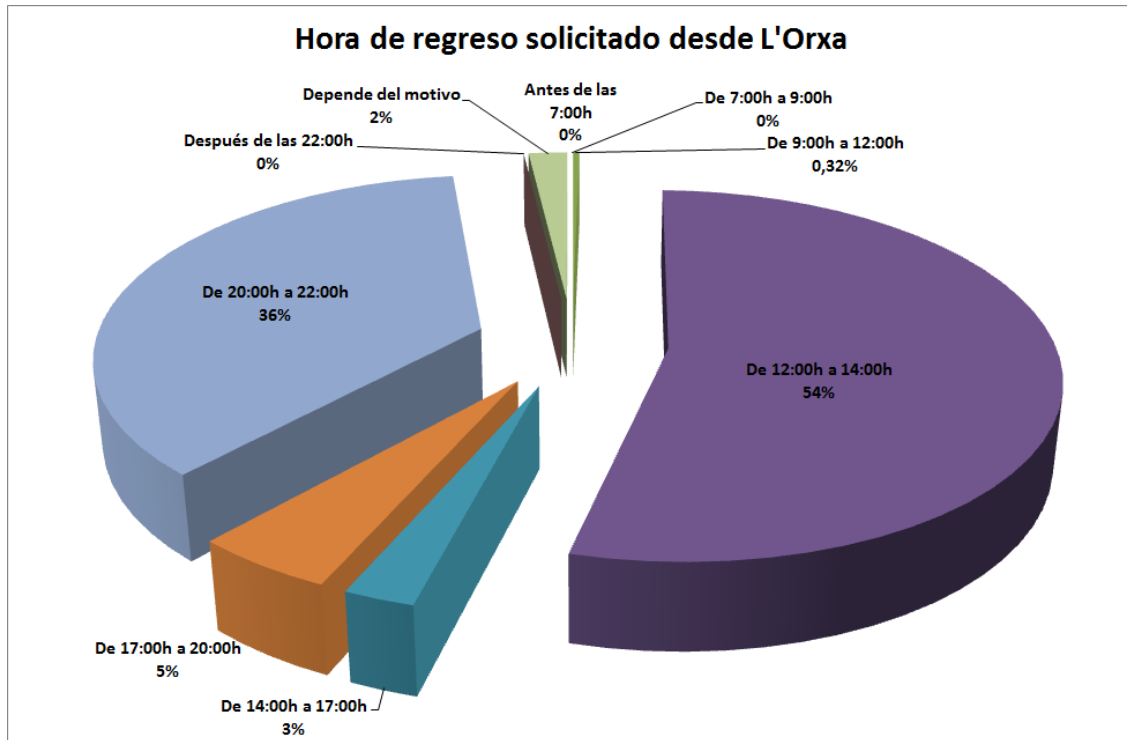


Fig. 126 – Gráfico circular de las horas de regreso solicitadas por los participantes en la encuesta de Lorcha/L'Orxa. (fuente: elaboración propia a partir de los datos de las encuestas)

Al igual que se ha propuesto en otras líneas, se aprovecha la existencia de una línea regular con una gran frecuencia diaria entre Muro y Alcoy, para dejar el fin de esta línea nueva en Muro, pero se propondrán horarios que sean compatibles con aquella, para que los enlaces sean adecuados.

Para utilizar el algoritmo del Viajante de Comercio (TSP) se prepara la matriz de costes (km) entre cada par de poblaciones.

Valor (Nodos)	Mínimo (Arcos)	Máximo (Arcos)	Coste (Arcos)	Etiqueta (Arcos)			
Origen\Destino	Alcosser de Planes	Beniarés	Gaianes	L'Orxa	Muro	Setla de Nuryes	Turballos
▶ Alcosser de Planes		5,1	2,4	14	6,4	5	6,9
Beniarés	5,2		3,2	8,5	8,2	6,7	8,7
Gaianes	2,8	3		12	5,5	4	6
L'Orxa	13,9	8,5	12		16,9	15,5	17,8
Muro	6,3	8,4	5,4	17,1		2	4,4
Setla de Nuryes	3,6	6,7	4,1	15,7	1,7		2,9
Turballos	7,2	10,9	6,4	18,4	4,4		

Fig. 127 – Tabla de costes (km) para la ruta propuesta ruta propuesta entre Muro y Lorcha/L'Orxa. (fuente: captura desde el software Grafos)

Al ejecutar el algoritmo, conseguimos una ruta óptima, que no es lógica para crear una ruta de autobús. En el siguiente gráfico se ve en líneas azules la ruta a seguir, aunque este algoritmo no tiene en cuenta la red de carreteras, con sus cruces y otros.

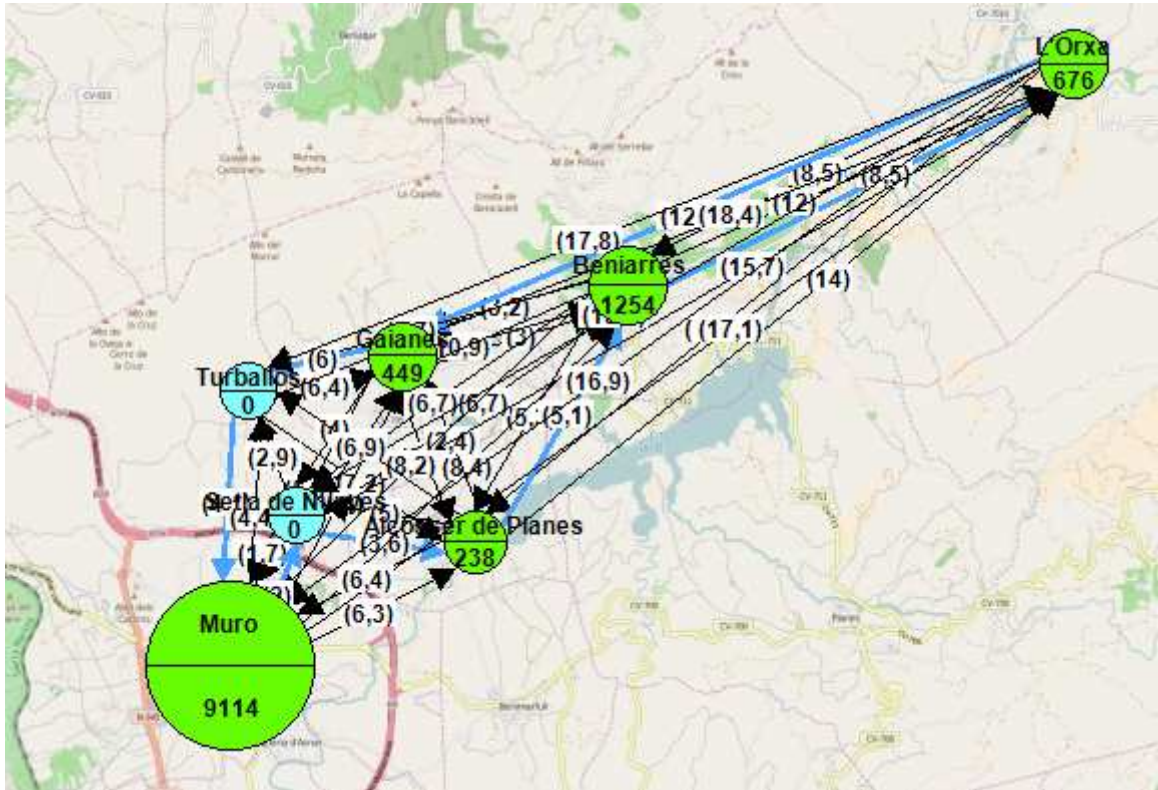


Fig. 128 – Solución ofrecida por el software Grafos para la ruta propuesta entre Muro y Lorcha/L’Orxa. (fuente: captura desde el software Grafos)

En el siguiente cuadro se observa la ordenación de poblaciones en la ruta que nos ofrece el algoritmo.

Ida	Setla de Nunyes	Alcocer de Planes	Beniarrés	L’Orxa	Gaianes	Turballos¹	Muro
	3,6 km	5,1 km	8,5 km	12 km	6 km	4,4 km	
Vuelta	Muro	Turballos¹	Gaianes	L’Orxa	Beniarrés	Alcocer de Planes	Setla de Nunyes
	4,4 km	6,4 km	12 km	8,5 km	5,2 km	5 km	

Fig. 129 – Ruta establecida por el algoritmo del Viajante de Comercio, para la ruta propuesta entre Muro y L’Orxa.

¹. La población de Turballos entraría en la ruta solo si alguien solicita previamente el servicio, en caso contrario no se haría ese recorrido, acortándose el tiempo del servicio.

En el siguiente grafico se ve en un mapa la ruta a seguir por esta solución aportada por el algoritmo.

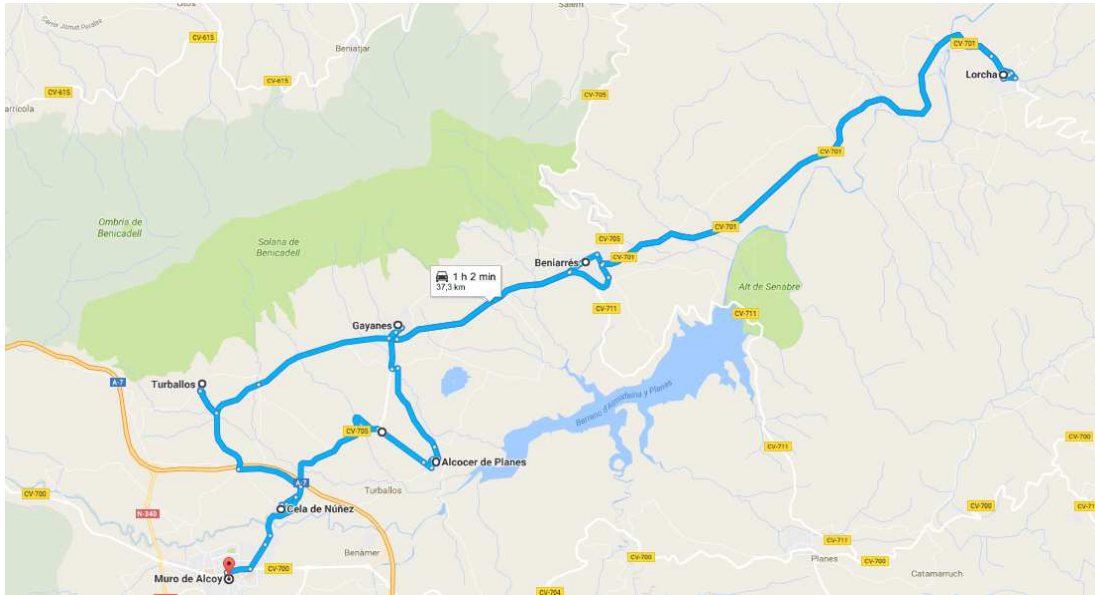


Fig. 130 – Solución para la ruta propuesta entre Muro y L'Orxa, plasmada con Google Maps.

Tiempo: 62 min
 Distancia: 39,6 km
 Velocidad media: 38,32 km/h

Tomando como base esta solución, se procede a rectificar algunos movimientos o arcos del grafo, para intentar mejorarlo. Teniendo en cuenta que el algoritmo intenta hacer una ruta circular, y en este caso lo que se pretende es hacer un viaje de ida y otro de vuelta, pero sin la necesidad de empezar y terminar en la misma población.

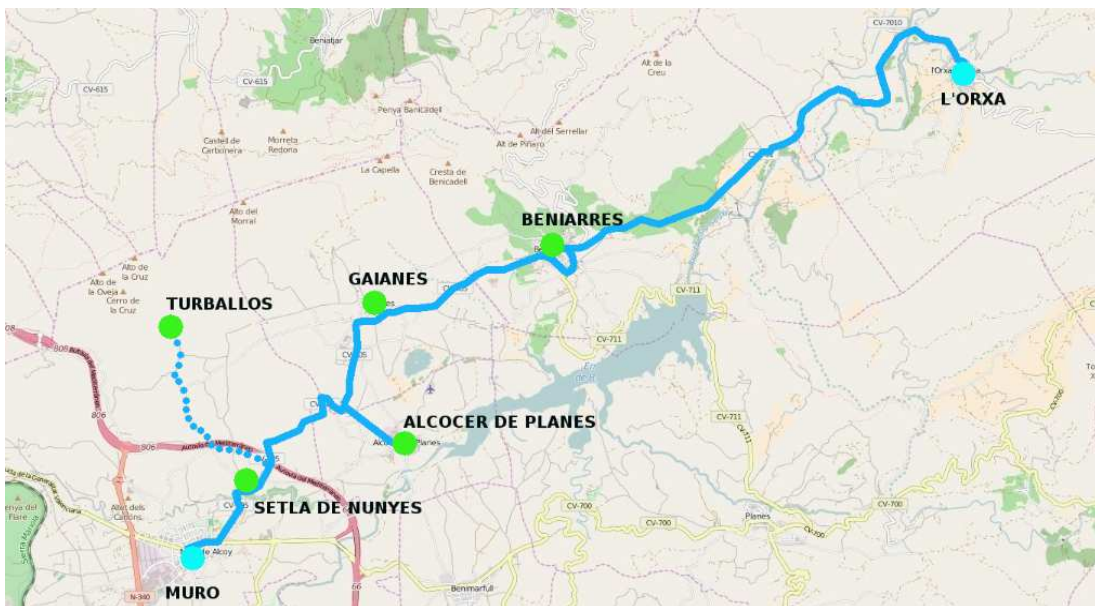


Fig. 131 – Solución mejorada para la ruta propuesta entre Muro y L'Orxa, plasmada con Google Maps.

Tiempo: 48 min
 Distancia: 26,8 km
 Velocidad media: 33,5 km/h

Como se ha indicado anteriormente la pedanía de Turballos, se tiene en cuenta en la ruta, para no dejarla sin servicio, pero solo se realizará en caso que haya una petición por anticipado, por parte de los potenciales usuarios, de forma que el prestador del servicio pueda organizar el trayecto con antelación.

En el siguiente cuadro se muestra esta solución y se observa cómo se mejora sensiblemente el tiempo de ejecución del trayecto. Comparándolo con los 62 minutos que se necesitan con la solución aportada por el algoritmo.

Ida	L'Orxa	Beniarrés	Gaianes	Alcocer de Planes	Setla de Nunyes	Turballos ¹	Muro
	6:30	6:45	6:50	6:55	7:00	7:10	7:20
	17:00	17:15	17:20	17:25	17:30	17:40	17:50

→

Vuelta	Muro	Turballos ¹	Setla de Nunyes	Alcocer de Planes	Gaianes	Beniarrés	L'Orxa
	16:00	16:10	16:15	16:25	16:30	16:35	16:50
	21:05	21:15	21:20	21:30	21:35	21:40	21:55

Fig. 132 – Solución mejorada y simplificada para una ruta nueva entre Muro y L'Orxa.

1. Turballos entraría en la ruta solo si alguien solicita previamente el servicio, en caso contrario no se haría ese recorrido, acortándose el tiempo del servicio.

Los tiempos que se muestran en el cuadro anterior son una primera propuesta para dos autobuses en las horas de preferencia, según las encuestas. Posteriormente se ajustaran a las otras líneas de enlace y para que sean múltiplos de 5 en la tabla general de horarios.

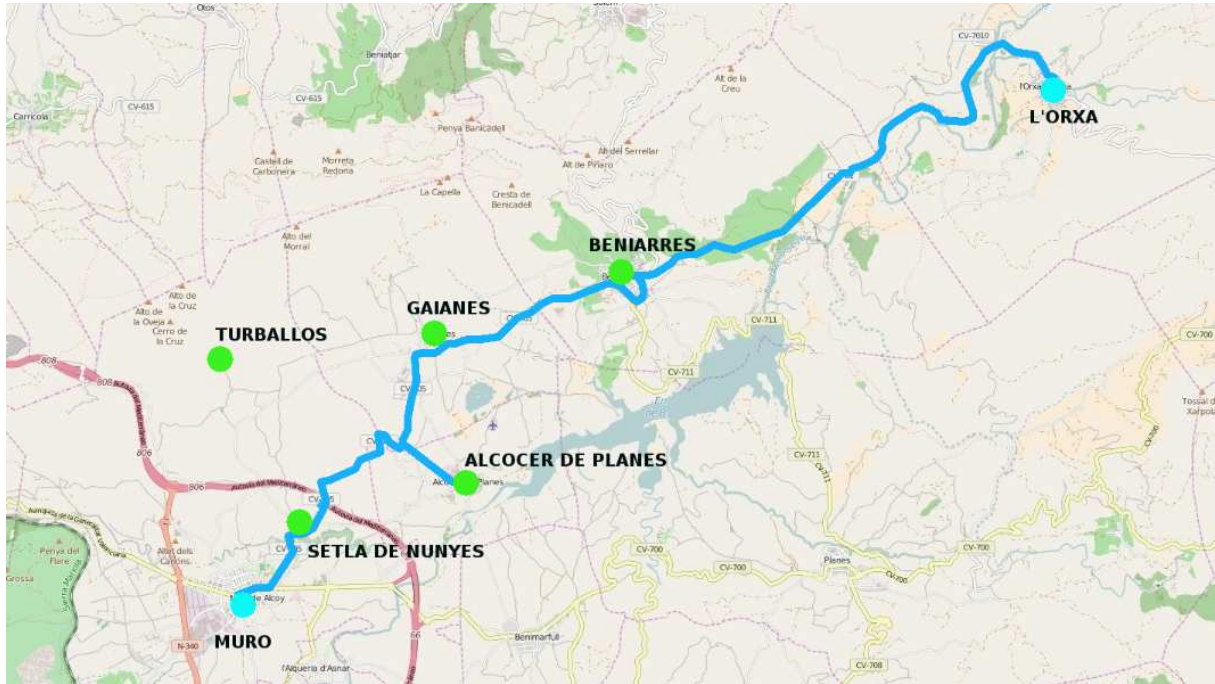


Fig. 133 – Solución mejorada y simplificada para una ruta nueva entre Muro y L'Orxa, plasmada con Google Maps.

Tiempo:	37 min
Distancia:	21,2 km
Velocidad media:	34,38 km/h

Como se observa en el anterior mapa, y los resultados adjuntos, se mejora sensiblemente el tiempo del recorrido, comparándolo con la solución aportada por el algoritmo. De esta forma se consigue un servicio que es muy bueno para que los interesados puedan llegar a Muro, como su última parada, como aquellos que necesitan hacer transbordo para acudir a otras poblaciones.

4.4 Propuesta de mejora de la red de líneas de las comarcas de L'Alcoià y El Comtat

En este punto se hace un resumen de las líneas estudiadas, en su conjunto, proponiéndose horarios para conseguir una coordinación entre las diferentes líneas que vertebran el territorio de las dos comarcas.

Este proceso se puede descomponer en varias etapas (*CEDER & WILSON, 1986*) de la siguiente manera:

- 1) Diseño de las rutas: cantidad de líneas y el trazado de sus recorridos.
- 2) Determinación de frecuencias: de pasadas para cada línea, eventualmente variable en el tiempo. Considera aspectos de cubrimiento de demanda no considerados en la etapa 1.
- 3) Determinación de horarios: tablas de horarios de cada línea y sincronización de despachos entre aquellas que comparten puntos de transferencia (transbordos).
- 4) Asignación de flota: en base a los vehículos disponibles para realizar los viajes.
- 5) Asignación de personal y recursos disponibles a los viajes programados por línea.

Ahora se desarrollan los puntos anteriores, de forma que se exponen toda la información que en cada uno de ellos se demanda. Alguna de esta información ya ha sido desarrollada en capítulos anteriores, y ahora solo se resume para una mejor comprensión y asimilación de todo lo expuesto hasta este punto.

1) **Diseño de las rutas:** cantidad de líneas y el trazado de sus recorridos.

Las rutas han sido diseñadas en el capítulo anterior, generándose las líneas que se indican a continuación.

En algunos casos se han estudiado varias alternativas, pero se ha concluido que solo una de ellas va a ser considerada para la compilación total de ellas.

La intención es crear una red de líneas de transporte público que converjan en el eje central de las dos comarcas, que corresponde con la línea denominada "Bus Comarcal" y que esta sirva de nodo de conexión entre todas las líneas de autobús, y con ello la unión de todas las

poblaciones de las dos comarcas. De forma que sea fácil trasladarse de una población a otra, sin esperas excesivas y con una buena coordinación entre todas las líneas.

LÍNEAS ACTUALES	Tiempo (min)	Distancia (km)	Vel.media (km/h)	LÍNEAS PROPUESTAS	Tiempo (min)	Distancia (km)	Vel.media (km/h)
Bus Comarcal	30	12,5	25,00	Bus Comarcal	30	12,5	25,00
Línea A-2	95	54,3	34,29	Línea A23	78	40,8	34,48
Línea A-3	48	26,8	33,50	Línea A31	57	31,1	34,56
Línea A-4	41	25,4	37,17	Línea A42	66	34,6	31,45
Línea A-5	30	27	54,00	Línea A-5	30	27	54,00
Línea A-6	85	50	35,29	Línea A61	65	43,3	39,97
Línea AD	195	83,3	25,63	Línea AD	195	83,3	25,63
Línea B	90	56,6	37,74	Línea B	90	56,6	37,74
Línea B1				Línea B11			
Línea B2				Línea B21			
Línea T							
Línea T-1	105	71,1	40,63	Línea T-1	105	71,1	40,63
Línea T-21	95	59,5	37,58	Línea T-21	95	59,5	37,58
Línea T-22	115	78,6	41,01	Línea T-22	115	78,6	41,01
Línea T-3	85	60,5	42,71	Línea T-3	85	60,5	42,71
Línea T-4	55	45,2	49,31	Línea T-4	55	45,2	49,31
Línea V	95	107	67,58	Línea V	95	107	67,58
Línea MO				Línea MO	48	26,8	33,50

Fig. 135 – Cuadro comparativo de líneas actuales y propuestas, con tiempo de ruta, kilómetros de recorrido y velocidad media. (fuente: elaboración propia)

Solo se crea una línea nueva, aunque en el pasado ya existía, y al dejar de prestar servicio, ha dejado incomunicadas a varias poblaciones. Cuatro de las líneas existentes se modifican en su recorrido y las poblaciones a las que atiende, de forma que con la nueva distribución de rutas conseguimos que no quede ninguna población sin una parada de autobús, que la comunique con Alcoy, Cocentaina o Muro.

De esta forma, con la actual distribución de líneas se conecta a 32 poblaciones, incluyendo a Bocairent que es una parada intermedia de la línea A5, y varias pedanías. Como se puede ver en el siguiente cuadro.

En él se ha realizado un resumen del número de líneas de autobús que tienen parada en cada población perteneciente a una de las dos comarcas que son objeto de estudio en este trabajo, a las que se añaden algunas pedanías y la población de Bocairent. Otras poblaciones que tienen parada en alguna de las líneas, pero que no pertenecen a ninguna de las dos comarcas no se han incluido.

Se observa que 6 poblaciones no disponen de ninguna conexión, amén de 2 pedanías, aunque estas no son preocupantes, puesto que Setla de Nunyes está en la ruta de la nueva

línea, MO, y es fácil incluirla, y Turballos es una pedanía con poca población y se les da la posibilidad que demanden el servicio, aunque no se preste dicho servicio de forma regular.

POBLACIONES	Líneas de Autobús Actuales										Nº
	Bus Comarcal	A2	A3	A4	A5	A6	AD	B	T	V	
Alcoy / Alcoi	1	1	1	1	1	1	1	2	4	1	14
Ibi								2	4	1	7
Castalla								2	3		5
Onil								2	3		5
Banyeres de Mariola					1						1
Tibi									2		2
Penáguila			1								1
Benifallim			1								1
Agres						1					1
Alcoleja			1								1
Alcocer de Planes											0
Alfafara						1					1
Almudaina											0
L'Alquería d'Asnar						1					1
Balones		1									1
Benasau			1								1
Beniarrés											0
Benilloba		1									1
Benillup											0
Benimarfull				1			1				2
Benimassot		1									1
Cocentaina	1	1								1	3
Fageca		1									1
Famorca		1									1
Gaianes											0
Gorga		1									1
Millena		1									1
Muro de Alcoy	1			1		1	1			1	5
Lorcha/L'Orxa											0
Planes				1			1				2
Quatretondeta		1									1
Tollos		1									1
Ares del Bosque			1								1
Benàmer				1			1				2
Catamarruch							1				1
Polop					1						1
Alcudia						1					1
Setla de Nunyes											0
Turballos											0
Bocairent						1					1

Fig. 136 – Tabla de líneas actuales de autobús que tienen parada en las diferentes poblaciones.

(fuente: elaboración propia)

En cambio, como se puede observar en el siguiente cuadro, al modificar algunas líneas y redistribuir las paradas de los diferentes autobuses, se consigue que todas las poblaciones y pedanías tengan una parada de autobús, mejorando el servicio a prestar a los ciudadanos.

POBLACIONES	Líneas de Autobús Propuestas											Nº
	Bus Comarcal	A23	A31	A42	A5	A61	AD	B	T	V	MO	
Alcoy / Alcoi	1		1		1		1	2	4	1		11
Ibi								2	4	1		7
Castalla								2	3			5
Onil								2	3			5
Banyeres de Mariola					1	1						2
Tibi									2			2
Penàguila			1									1
Benifallim			1									1
Agres						1						1
Alcoleja			1									1
Alcosser de Planes											1	1
Alfafara						1						1
Almudaina				1								1
L'Alquería d'Asnar						1						1
Balones		1										1
Benasau			1									1
Beniarrés											1	1
Benilloba			1									1
Benillup				1								1
Benimarfull				1			1					2
Benimassot		1										1
Cocentaina	1	1				1				1		4
Fageca		1										1
Famorca		1										1
Gaianes											1	1
Gorga		1										1
Millena		1										1
Muro d'Alcoi	1			1		1	1			1	1	6
Lorcha/L'Orxa											1	1
Planes				1			1					2
Quatretondeta		1										1
Tollos		1										1
Ares del Bosque			1									1
Benàmer				1			1					2
Catamarruch				1			1					2
Polop					1							1
Alcudia						1						1
Setla de Nunyes											1	1
Turballos											1	1
Bocairent						1						1

Fig. 137 – Tabla de líneas Propuestas de autobús que tienen parada en las diferentes poblaciones.

(fuente: elaboración propia)

Debe quedar claro que en los cuadros se ha indicado la cantidad de líneas de autobús que tienen parada, o se propone que tengan, en cada población, no la frecuencia con que cada línea puede efectuarse. Lo que se ha pretendido es asegurar que no se queda ninguna población con al menos un línea de autobús, que la conecte con el resto.

Recopilando la información de los cuadros anteriores y traduciéndola a número de habitantes obtenemos la siguiente información:

	Actual	Propuesta	Incremento
Poblaciones ¹	31	39	25,8%
Habitantes	135.155	137.901	2,03%
Habitantes ²	21.700	24.446	12,65%

¹ Solo se contabilizan las poblaciones o pedanías pertenecientes a las dos comarcas.

² Número de habitantes de las poblaciones afectadas por las líneas, menos Alcoy, Cocentaina, Muro, Ibi y Castalla

En el cuadro anterior se plasman el número de poblaciones que disponen de servicio de transporte público, independientemente de cuantas líneas tenga parada en cada localidad. Y la cantidad de habitantes que se benefician en la actualidad o con las líneas propuestas. En primer lugar se suman todos los habitantes y en segundo lugar se han excluido los ciudadanos de Alcoy, Muro, Cocentaina, Ibi y Castalla (poblaciones mayores de 9.000 habitantes), ya que se consideran centros neurálgicos, que son en realidad destino deseado por la mayoría de los habitantes del resto de poblaciones.

2) Determinación de frecuencias: de pasadas para cada línea, eventualmente variable en el tiempo. Considera aspectos de cubrimiento de demanda no considerados en la etapa 1.

Las frecuencias de pasada que se realizan en la actualidad, se consideran adecuadas, considerándose la modificación de solo un par de ellas, y añadiendo la línea nueva MO, que llega hasta Lorcha/L'Orxa.

El resumen de frecuencias se observa en el siguiente cuadro.

LÍNEAS PROPUESTAS	Día Laborable				Sábado				Domingo y/o festivo			
	Actual		Propuesta		Actual		Propuesta		Actual		Propuesta	
	Ida	Vuelta	Ida	Vuelta	Ida	Vuelta	Ida	Vuelta	Ida	Vuelta	Ida	Vuelta
Bus Comarcal	22	23	22	23	15	15	15	15	15	15	15	15
Línea A23	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Línea A31	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Línea A42	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Línea A-5	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0
Línea A61	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Línea AD	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Línea B												
Línea B1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Línea B2	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Línea T												
Línea T-1	7	7	7	7	5	5	5	5	4	3	4	4
Línea T-21	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Línea T-22	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0
Línea T-3	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Línea T-4	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Línea V	5	5	5	5	3	3	3	3	3	3	3	3
Línea MO	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0

Fig. 138 – Tabla de frecuencias Propuestas para los autobuses. (fuente: elaboración propia)

Básicamente estas modificaciones han surgido debido a las solicitudes que han expresado los ciudadanos en las encuestas, por lo que en caso de haber habido una mayor participación, muy probablemente se hubiera extraído de la información recibida que otras líneas actuales necesitan de una modificación de frecuencias y/o horarios.

En fin de semana y festivos no se ha planteado modificar las frecuencias de paso debido a que principalmente se ha pretendido dar servicio para actividades obligadas (trabajo, estudio, medico, administración, etc.). En función de la demanda, se puede estudiar a posteriori la inclusión de algún viaje, en alguna línea en particular, en sábado, domingo o festivo.

3) Determinación de horarios: tablas de horarios de cada línea y sincronización de despachos entre aquellas que comparten puntos de transferencia (transbordos).

Se enumeran las diferentes líneas con los horarios que se han modificado, y se comenta en cada una como se ajusta para el transbordo con las otras líneas.

■ Bus Comarcal

En esta línea no se ha modificado en ningún horario, y se ha mantenido como el eje vertebrador sobre el que otras líneas se han adaptado.

SALIDAS DESDE ALCOY

(A = Alcoy; C = Cocentaina; M = Muro)

A	5:30	7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	12:00	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	16:30	17:30	18:30	19:30	20:30	21:30
C	5:45	7:15	7:45	8:15	8:45	9:15	9:45	10:15	10:45	11:15	12:15	13:15	13:45	14:15	14:45	15:15	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45
M	6:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:30	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00

SALIDAS DESDE MURO

(A = Alcoy; C = Cocentaina; M = Muro)

M	6:00	7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:30	13:30	14:00	14:30	15:30	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00
C	6:15	7:15	7:45	8:15	8:45	9:15	9:45	10:15	10:45	11:15	11:45	12:45	13:45	14:15	14:45	15:45	16:15	17:15	18:15	19:15	20:15	21:15	22:15
A	6:30	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	13:00	14:00	14:30	15:00	16:00	16:30	17:30	18:30	19:30	20:30	21:30	22:30

Fig. 139 – Tabla de horarios de la línea Bus Comarcal.

■ Línea A23

La ida se ha planteado para que llegue a Cocentaina con cinco minutos de adelanto para enlazar con el Bus Comarcal que tiene paso con dos autobuses (en ambos sentidos) por Cocentaina a las 7:45 horas. De forma que se pueda llegar tanto a Alcoy como a Muro.

De igual modo, la Vuelta de esta línea se hace coincidir con la ida del Bus Comarcal que tiene su paso por Cocentaina a las 16:45 horas.

Ida



Balones	Benimasot	Tollos	Famorca	Fageca	Quatretondeta	Gorga	Millena	Cocentaina
6:25	6:40	6:45	6:55	7:00	7:10	7:20	7:25	7:40

Vuelta



Cocentaina	Balones	Benimasot	Tollos	Famorca	Fageca	Quatretondeta	Gorga	Millena
16:45	17:05	17:20	17:25	17:35	17:40	17:50	18:00	18:05

Fig. 140 – Tabla de horarios propuestos de la línea A23.

■ Línea A31

Ida

Benilloba	Benasau	Ares del Bosque	Alcoleja	Penáguila	Benifallim	Alcoy
7:00	7:05	7:10	7:20	7:30	7:40	8:00

Vuelta 

Alcoy	Benilloba	Benasau	Ares del Bosque	Alcoleja	Penáguila	Benifallim
16:35	16:55	17:00	17:05	17:15	17:25	17:35

Fig. 141 – Tabla de horarios propuestos de la línea A31.

La Ida se ha planteado para que la llegada a Alcoy coincida con la salida del Bus Comarcal hacia Cocentaina y Muro, así se tiene la posibilidad de continuar trayecto.

De igual modo, en la vuelta se ha hecho coincidir con la llegada del Bus Comarcal que llega a Alcoy a las 16:30 horas.

■ Línea A42

Ida

Benilup ¹	Almudaina ¹	Catamarruch ¹	Planes	Benimarfull	Benàmer	Muro
7:05	7:15	7:30	7:35	7:45	7:50	8:00

Vuelta 

Muro	Benàmer	Benimarfull	Planes	Catamarruch ¹	Almudaina ¹	Benilup ¹
18:00	18:10	18:15	18:25	18:30	18:45	18:55

Fig. 142 – Tabla de horarios propuestos de la línea A42.

La Ida se ha planteado para que la llegada a Muro coincida con la salida del Bus Comarcal hacia Cocentaina y Alcoy, así se tiene la posibilidad de continuar trayecto.


De igual modo, en la vuelta se ha hecho coincidir con la llegada del Bus Comarcal que llega a Alcoy a las 15:30 horas.

■ Línea A51

Ida

Banyeres de Mariola	Polop	Alcoy
7:00	7:15	7:30
15:45	16:00	16:15

Vuelta



Alcoy	Polop	Banyeres de Mariola
15:05	15:20	15:35
19:35	19:50	20:05

Fig. 143 – Tabla de horarios propuestos de la línea A51.

La Ida se ha planteado para que la llegada a Alcoy coincida con la salida del Bus Comarcal hacia Cocentaina y Muro, así se tiene la posibilidad de continuar trayecto.


De igual modo, los dos horarios de vuelta se han hecho coincidir con la llegada del Bus Comarcal que llega a Alcoy a las 15:00 y a las 19:30 horas.

■ Línea A61

Ida

Banyeres de Mariola	Bocairent	Alfafara	Agres	Muro	Alquería de Aznar	Alcudia	Cocentaina
6:30	6:45	6:55	7:10	7:25	7:30	7:35	7:40

Vuelta



Cocentaina	Alcudia	Alquería de Aznar	Muro	Agres	Alfafara	Bocairent	Banyeres de Mariola
15:50	15:55	16:00	16:10	16:25	16:35	16:45	17:00

Fig.144 – Tabla de horarios propuestos de la línea A61.

La Ida se ha planteado para que el paso por Muro y la llegada Cocentaina coincida el Bus Comarcal que sale de Muro a las 7:30 horas y tiene paso por Cocentaina a las 7:45.

De igual modo, la vuelta se ha hecho coincidir con el paso del Bus Comarcal que se dirige hacia Alcoy a las 15:45 horas. Lamentablemente en este horario no hay Bus Comarcal en sentido Muro, por lo que las personas que estén en Alcoy tendrán que haber bajado a Cocentaina media hora antes, teniendo una considerable espera.

■ Línea AD1

Ida

Denia	Pego	.....	Catamarruch	Planes	Benimarfull	Benàmer	Muro	Alcoy
6:00	6:30		7:15	7:20	7:25	7:30	7:40	8:00

Vuelta

Alcoy	Muro	Benàmer	Benimarfull	Planes	Catamarruch	.....	Pego	Denia
15:00	15:20	15:25	15:30	15:40	15:45		16:25	16:55

Fig. 145 – Tabla de horarios propuestos de la línea AD1.

En esta línea, la Ida se ha planteado para que el paso por Muro coincida con la salida del Bus Comarcal hacia Cocentaina y Alcoy, así se tiene la posibilidad de continuar trayecto hacia Cocentaina.

De igual modo, la vuelta se ha hecho coincidir con el paso del Bus Comarcal que llega a Alcoy a las 15:00 horas.

■ Líneas B11 y B21

B11

Ida	Alcoy	Ibi	Onil	Castalla	Biar	Villena
	14:30	15:00	15:15	15:30	15:45	16:00
Vuelta	Villena	Biar	Castalla	Onil	Ibi	Alcoy
	16:00	16:15	16:30	16:45	17:00	17:30

Fig. 146 – Tabla de horarios propuestos de la línea B11.

Tanto la Ida como la Vuelta de esta línea coinciden con la llegada a Alcoy y salida desde Alcoy, respectivamente, del Bus Comarcal.

B21

Ida	Villena	Biar	Castalla	Onil	Ibi	Alcoy
	6:00	6:15	6:30	6:45	7:00	7:30
Vuelta	Alcoy	Ibi	Onil	Castalla	Biar	Villena
	21:45	22:15	22:30	22:45	23:00	23:15

Fig. 147 – Tabla de horarios propuestos de la línea B21.


En esta línea se ha hecho coincidir la Ida con el Bus Comarcal, pero la Vuelta se ha ligado a la llegada a Alcoy, a las 21:45 horas, de la línea V procedente de Valencia. Que además tiene parada en Muro y Cocentaina.

■ Línea MO

Ida

L'Orxa	Beniarrés	Gaianes	Alcocer de Planes	Setla de Nunyes	Turballos ¹	Muro
6:30	6:45	6:50	6:55	7:00	7:10	7:20
17:00	17:15	17:20	17:25	17:30	17:40	17:50

Vuelta



Muro	Turballos ¹	Setla de Nunyes	Alcocer de Planes	Gaianes	Beniarrés	L'Orxa
16:00	16:10	16:15	16:25	16:30	16:35	16:50
21:25	21:35	21:40	21:50	21:55	22:00	22:15

Fig. 148 – Tabla de horarios propuestos de la línea MO.

La Ida de esta línea se ha hecho coincidir con el paso por Muro de la línea V dirección a Valencia a las 7:20 horas. Además, el Bus Comarcal dirección a Alcoy tiene su salida a las 7:30, por lo que la espera no es excesiva.

Del mismo modo, la Vuelta también se ha hecho coincidir con la línea V procedente de Valencia, y el Bus comarcal, ha llegado solo 5 minutos antes a mediodía, pero por la noche las personas que necesiten hacer transbordo desde Alcoy o Cocentaina si deben esperar 25 minutos.

■ Línea T

La línea T, con sus diferentes trayectos (T1, T21, T22, T3 y T4), mantienen sus horarios actuales.

■ Línea V

La línea V mantiene sus horarios actuales.

4) **Asignación de flota:** en base a los vehículos disponibles para realizar los viajes.

En este caso, no se ha podido disponer de información sobre la empresa o empresas que actualmente están prestando el servicio de transporte público en la zona de estudio, acerca de los vehículos de que disponen para asignarlos a las diferentes rutas establecidas.

Es por ello que se va a hacer una estimación de los vehículos que serían necesarios y de que características cada uno, para hacer una asignación lo más económica posible, considerando que la inversión a realizar fuera la mínima posible. De esta forma se va a evaluar la posibilidad de modificar alguna de las rutas establecidas en el capítulo anterior en alguno de sus aspectos: trayecto, frecuencia, u horarios.

Para saber que vehículos son más adecuados en cada ruta, sería interesante conocer el uso actual o potencial de cada una de las rutas, es decir, la media de viajeros por viaje. De esta forma se asignaría un vehículo adecuado para cada línea, de forma que la carga de este fuese la mayor posible, en cada trayecto, línea, horario, y que se adaptase mejor al recorrido a realizar, es decir, el tipo de carretera, la anchura de las calles o zonas por las que debe transitar. Se debe recordar que la mayoría de las poblaciones son pequeñas, con menos de 1.000 habitantes, y sus calles son muy estrechas, y en muchos casos la zona de paso o giro para los autobuses son muy pequeñas, lo que dificulta las maniobras, se necesita más tiempo de operación, y aumenta la posibilidad de accidentes.

Desgraciadamente no se dispone de esta información por lo que se va a establecer una recomendación del tipo de vehículo a utilizar y de la estimación de usuarios en cada ruta.

Para ello se va a describir los diferentes tipos de vehículos de que se dispone en el mercado y que se pueden ajustar para el uso en las dos comarcas.

Vehículos para transporte de pasajeros:

i. Autobús Urbano:

Vehículo de gran tamaño para rutas dentro de una población o alrededores, como es el caso de la línea Bus Comarcal, con recorridos relativamente cortos, en los que realizar el trayecto de pie es asumible.

Para este tipo de vehículo se escoge como ejemplo el modelo Citaro K 2 puertas de Mercedes Benz. Con 26 asientos para pasajeros, zona para carros o silla de ruedas, y pasajeros de pie.

Citaro K, 2 puertas (C 628.403-13, C 628.405-13*)

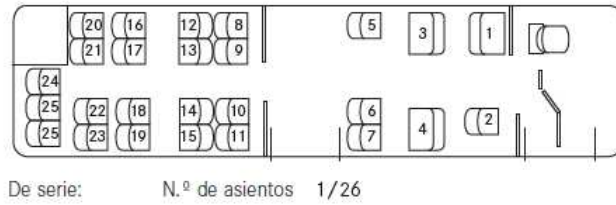


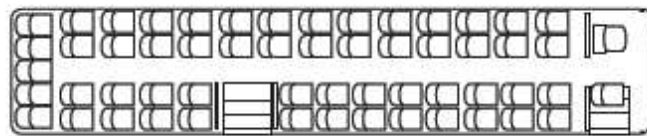
Fig. 149 – Esquema del modelo de Autobús Urbano. (fuente: [Mercedes-Benz España](#))

ii. Autobús interurbano:

Vehículo de gran tamaño para rutas entre poblaciones, con recorridos más largos que los anteriores.

Para este tipo de vehículo se escoge como ejemplo el modelo Turismo RH M de Mercedes Benz. Con 55 asientos para pasajeros.

Tourismo RH M (C 632.440-13)



Nº de asientos: 55

Fig. 150 – Esquema del modelo de Autobús Interurbano. (fuente: [Mercedes-Benz España](#))

iii. Minibús grande:

Autobús para el transporte de personas con dimensiones reducidas, aunque son suficiente comodidad para hacer tanto trayectos largos como cortos.

Para este tipo de vehículo se escoge como ejemplo el modelo Sprinter Transfer 55 de Mercedes Benz. Con 22 asientos para pasajeros.



Sprinter Transfer 55 D.612.783 7.7 m



Fig. 151 – Esquema y fotografía del modelo de Minibús Grande. (fuente: [Mercedes-Benz España](#))

iv. Minibús Pequeño:

Autobús para el transporte de personas con dimensiones reducidas, pensada para trayectos relativamente cortos.

Para este tipo de vehículo se escoge como ejemplo el modelo Sprinter City 35 de Mercedes Benz. Con 10 asientos para pasajeros, y zona para carro, silla de ruedas o para hasta 12 personas de pie.

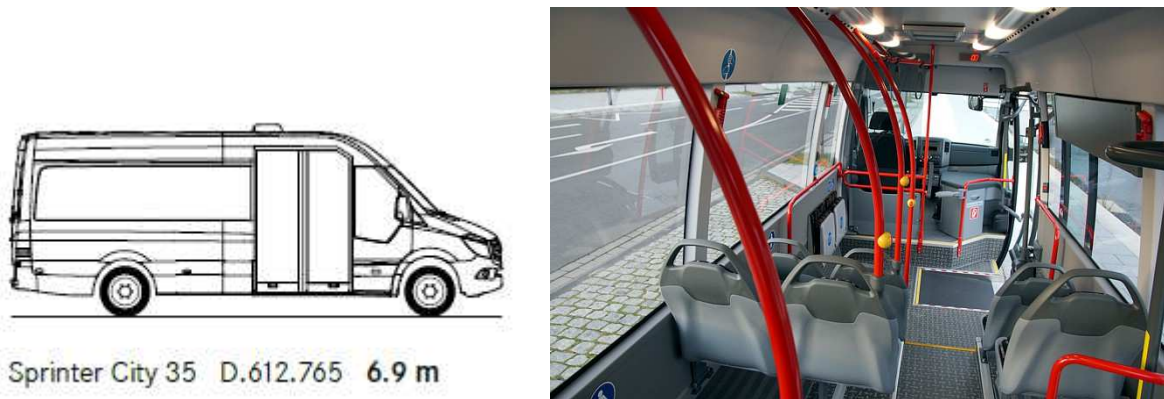


Fig. 152 – Esquema y fotografía del modelo de Minibús Pequeño. (fuente: Mercedes-Benz España)

Una vez descritos los diferentes tipos de vehículos que se consideran apropiados para realizar las diferentes rutas objeto de estudio, se va a proceder a identificar las necesidades de cada línea y a asignar el vehículo más adecuado a cada una de ellas, según ruta (clientes potenciales) y horarios.

Bus Comarcal:

SALIDAS DESDE ALCOY (A = Alcoy; C = Cocentaina; M = Muro)

A	5:30	7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	12:00	13:00	13:30	14:00	14:30	15:00	16:30	17:30	18:30	19:30	20:30	21:30
C	5:45	7:15	7:45	8:15	8:45	9:15	9:45	10:15	10:45	11:15	12:15	13:15	13:45	14:15	14:45	15:15	16:45	17:45	18:45	19:45	20:45	21:45
M	6:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:30	13:30	14:00	14:30	15:00	15:30	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00

SALIDAS DESDE MURO (A = Alcoy; C = Cocentaina; M = Muro)

M	6:00	7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:30	13:30	14:00	14:30	15:30	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00
C	6:15	7:15	7:45	8:15	8:45	9:15	9:45	10:15	10:45	11:15	11:45	12:45	13:45	14:15	14:45	15:45	16:15	17:15	18:15	19:15	20:15	21:15	22:15
A	6:30	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	13:00	14:00	14:30	15:00	16:00	16:30	17:30	18:30	19:30	20:30	21:30	22:30

Fig. 153 – Tabla de horarios de la línea Bus Comarcal, con identificación de autobuses.

Se ha marcado en diferente color para cada vehículo necesitado, de forma que se utilice el máximo de tiempo, con algún pequeño descanso para repostaje. Con lo que se ve que con dos unidades sería suficiente. Y el modelo más adecuado es el Autobús Urbano.

Para el resto de líneas se construyen los siguientes cuadros, para asignar los vehículos.

Autobús Interurbano

	L	Origen	Destino	L	Origen	Destino	L	Origen	Destino	L	Origen	Destino	L	Origen	Destino	L	Origen	Destino	L	Origen	Destino	Día Siguiete	
i1	V	Alcoy	Valencia	V	Valencia	Alcoy				V	Alcoy	Valencia	V	Valencia	Ibi								i2
		5:45	7:45		10:00	11:55					13:00	14:45		16:00	18:40								
i2	B21	Villena	Alcoy	T4	Ibi	S.Vicente				T1	Alcoy	Alicante	T22	Alicante	Alcoy	T1	Alcoy	Alicante	T1	Alicante	Alcoy		i1
		6:00	7:30		8:00	8:55					14:30	16:15		16:45	18:45		19:15	21:00		21:15	23:00		
i3	AD1	Denia	Alcoy	V	Ibi	Valencia				V	Valencia	Alcoy	AD1	Alcoy	Denia								i3
		6:00	8:00		9:30	11:45					13:00	14:55		15:00	17:00								
i4	T1	Alcoy	Alicante	T1	Alicante	Alcoy	T1	Alcoy	Alicante	T1	Alcoy	Alicante											i4
		6:15	8:00		8:15	10:00		11:00	12:45		13:00	14:45											
i5	T1	Alicante	Alcoy	T21	Alcoy	Alicante	T1	Alicante	Alcoy	T1	Alcoy	Alicante	T3	Alicante	Alcoy	V	Alcoy	Valencia	V	Valencia	Alcoy		i7
		6:15	8:00		8:30	10:05		11:00	12:45		13:00	14:45		15:00	16:15		17:00	18:45		19:30	21:45		
i6	V	Valencia	Alcoy	V	Alcoy	Valencia																	i6
		6:20	7:45		8:15	11:00																	
i7	T3	Alcoy	Alicante							T1	Alicante	Alcoy	T1	Alcoy	Alicante	T1	Alicante	Alcoy	T1	Alcoy	Alicante		i5
		6:45	8:00								15:00	16:45		17:00	18:45		19:15	21:00		21:15	23:00		

Fig. 154 – Tabla de asignación del modelo Autobús Interurbano y su cantidad a las diferentes líneas.

Es este cuadro se han plasmado la asignación y necesidad de Autobuses Interurbanos, según la definición realizada anteriormente, con una necesidad de 7 unidades.

Minibús Grande

	L	Origen	Destino	L	Origen	Destino	L	Origen	Destino	L	Origen	Destino	L	Origen	Destino	L	Origen	Destino	L	Origen	Destino	Día Siguiete	
mg1	A51	Banyeres	Alcoy							A51	Alcoy	Banyeres	A51	Banyeres	Alcoy	A51	Alcoy	Banyeres					mg1
		7:00	7:30								15:05	15:35		15:45	16:15		19:35	20:05					

Fig. 155 – Tabla de asignación del modelo Minibús Grande y su cantidad a las diferentes líneas.

De este tipo de autobús, solo se necesita una unidad.

Autobús Urbano

	L	Origen	Destino	L	Origen	Destino	L	Origen	Destino	L	Origen	Destino	L	Origen	Destino	L	Origen	Destino	L	Origen	Destino	Día Siguiete			
u1	BC	Alcoy	Muro	BC	Alcoy	Muro	BC	Alcoy	Muro	BC	Alcoy	Muro	BC	Alcoy	Muro	BC	Alcoy	Muro	BC	Alcoy	Muro	BC	Alcoy	Muro	u1
u2	BC	Muro	Alcoy	BC	Muro	Alcoy	BC	Muro	Alcoy	BC	Muro	Alcoy	BC	Muro	Alcoy	BC	Muro	Alcoy	BC	Muro	Alcoy	BC	Muro	Alcoy	u2
u3	A61	Banyeres	Cocentai							A61	Cocentai	Banyeres													u3
		6:30	7:40								15:50	17:00													
u4	MO	Lorcha	Muro							B11	Alcoy	Villena	B11	Villena	Alcoy				MO	Muro	Lorcha				u4
		6:30	7:20								14:30	16:00			16:00	17:30					21:25	22:15			

Fig. 156 – Tabla de asignación del modelo Autobús Urbano y su cantidad a las diferentes líneas.

En este cuadro se han incluido los dos vehículos que se necesitan para la línea Bus Comarcal. Así en total se necesitan 4 unidades del vehículo catalogado como Autobús Urbano.

Minibús Pequeño

	L	Origen	Destino	L	Origen	Destino	L	Origen	Destino	L	Origen	Destino	L	Origen	Destino	L	Origen	Destino	L	Origen	Destino	L	Origen	Destino	Día Siguiete	
mp1	A23	Balones	Cocentai										A23	Cocentai	Millena											mp1
		6:25	7:40											16:45	18:05											
mp2	A31	Benillob	Alcoy										A31	Alcoy	Benifalli											mp2
		7:00	8:00											16:35	17:35											
mp3	A42	Benillup	Muro										MO	Muro	Lorcha	MO	Lorcha	Muro	A42	Muro	Benillup				mp3	
		7:05	8:00											16:00	16:50		17:00	17:50		18:00	18:55					

Fig. 157 – Tabla de asignación del modelo Minibús Pequeño y su cantidad a las diferentes líneas.

Del modelo de Minibús Pequeño se necesitan 3 unidades.

En los cuadros anteriores se ha plasmado la asignación de diferentes autobuses a las diferentes líneas, de forma que se coordinen todos los viajes, aprovechando lo más posible cada vehículo, para amortizar su inversión y obtener el máximo rendimiento. Aun así, se generan huecos horarios entre algunos viajes, que pueden ser aprovechados, según su duración, para el descanso de los conductores, realizar tareas de mantenimiento, o para hacer otros trayectos o líneas que están fuera del estudio de este trabajo.

Se han marcado con una flecha roja los trayectos que deben realizar los diferentes autobuses para acudir desde su punto de llegada, al siguiente punto de salida, en aquellos casos que no coinciden. Pero se ha buscado que esos desplazamientos no sean demasiado grandes. Aunque también se podría generar otro viaje, aumentando la frecuencia o creando una ruta nueva, de forma que se amplíe la oferta, siempre y cuando este/s trayecto/s y frecuencias sean demandados por los potenciales usuarios. De esta forma, un trayecto que se realiza vacío, puede aprovecharse y aportar un rendimiento económico a la empresa que presta el servicio.

Para mayor información, se ha incluido también delante de cada trayecto la línea a que pertenece, de forma que en los cuadros está incluida toda la información ya vista, pero añadida a los diferentes tipos de autobuses que se necesitan.

Así, se pueden ver los orígenes y destinos de cada trayecto, su hora de inicio y fin, la línea a que pertenece, y como indica este capítulo, el tipo de vehículo necesario.

Cuadro resumen de las necesidades de vehículos:

Tipo de vehículo	Nº unidades
Autobús Interurbano	7
Autobús Urbano	4
Minibús Grande	1
Minibús Pequeño	3

Fig. 158 – Tabla de cantidades por modelo de autobús.

5) **Asignación de personal y recursos disponibles a los viajes programados por línea.**

Este punto no se desarrolla aquí, ya que sale fuera del objetivo del presente estudio.

En todo caso, para la realización de este punto se debería establecer la cantidad de choferes que serían necesarios, con consideraciones parecidas a estas: su jornada laboral debe ser de 8 horas día, y que cada 2 horas debe hacer un descanso de 15 minutos. En los casos que el trayecto fuera mayor de 2 horas, pero menor de 2 horas y media, se podría realizar dicho trayecto y se descansará a su finalización.

4.5 Costes del Transporte público interurbano

El aspecto económico, a pesar de ser un apartado importante para concretar un servicio de este tipo, no se desarrolla debido a la falta de información y quedar fuera del ámbito de estudio del presente trabajo.

A pesar de ello, se han establecido unas líneas de actuación que inicialmente se había previsto para desarrollar este punto.

Para ello debería establecerse los diferentes costes asociados a la prestación del servicio, es decir, los costes de inversión y los costes operativos.

Los costes de inversión serían básicamente aquellos necesarios para la adquisición de los vehículos establecidos como necesarios, su almacenaje y costes asociados (impuestos, infraestructura, etc.), dispositivos electrónicos para la emisión y control de billetes de pasajeros, etc.

Los costes operativos, serían aquellos que son necesarios para la prestación del servicio día a día. Entre ellos deberían estar el mantenimiento de los diferentes vehículos, el combustible, los seguros, el salario de los choferes y acompañantes (si fueran necesarios), etc. Y se podrían traducir a €/Km o €/pasajero, de forma que se pudiese comparar año a año y así ver la evolución del servicio en términos económicos.

Una vez completado esta parte del estudio, se podría establecer los precios de los billetes para cada trayecto, teniendo en cuenta que la concesión de las diferentes líneas implica una subvención por parte de la administración Autonómica, y teniendo todos los costes bien calculados, la diferencia entre los costes anuales y el dinero aportado por la administración sería lo que se debe generar en el servicio propiamente dicho para conseguir rentabilidad. Y pudiendo estudiarse cada línea en particular si es generadora de valor o deficitaria.

5 Conclusiones y líneas futuras de investigación

El presente trabajo no pretende mejorar las líneas de autobús existentes en el sentido de reducir los kilómetros a recorrer, o el tiempo necesario para hacer los recorridos. Estas metas intermedias son en realidad un paso para conseguir lo realmente importante, que es lograr una red de líneas coordinadas que garanticen que todos los habitantes de las dos comarcas puedan desplazarse a los centros neurálgicos de estas, en un horario adecuado, con un tiempo no excesivo, y como una extensión futura a este estudio, a un precio razonable.

1. Coordinación de horarios.

La cuestión económica puede quedar garantizada en el caso que algunas de las líneas estén subvencionadas por la Generalitat, para asegurar un servicio mínimo. Pero el resto de parámetros no se cumplen. Es decir. Se ha comprobado que la mayoría de las líneas que deben dar servicio a las poblaciones pequeñas lo hace en unos horarios inadecuado para acceder a los centros administrativos, formativos, sanitarios, etc. Y volver en el mismo día habiendo tenido tiempo de realizar las tareas. Esto se ha visto en los capítulos anteriores, pero se resume aquí un cuadro con esos horarios no convenientes.

		Origen				Destino	
A2	Ida	Millena	9:30	....>	11:20	Alcoy
	Vuelta	Alcoy	16:45	....>	18:20	Millena
A3	Ida	Benasau	10:20	....>	11:20	Alcoy
	Vuelta	Alcoy	16:45	....>	17:25	Benasau
A4	Ida	Planes	8:19	....>	10:00	Alcoy
	Vuelta	Alcoy	13:50	....>	15:30	Planes
A5	Ida	Banyeres	9:30	....>	10:00	Alcoy
	Vuelta	Alcoy	13:50	....>	14:20	Banyeres
A6	Ida	Alcudia	8:34	....>	10:00	Alcoy
	Vuelta	Alcoy	13:50	....>	15:20	Alcudia
AD	Ida	Denia	7:00	....>	10:00	Alcoy
	Vuelta	Alcoy	13:50	....>	16:45	Denia
B1	Ida	Alcoy	13:30	....>	15:00	Villena
	Vuelta	Villena	15:00	....>	16:30	Alcoy
B2	Ida	Villena	6:10	....>	7:40	Alcoy
	Vuelta	Alcoy	14:30	....>	16:00	Villena

Fig. 159 – Tabla de horarios actuales.

Como se ve en el cuadro anterior, no es viable que una persona que quiera desplazarse a una población con un centro formativo, un centro sanitario o administrativo, como es Alcoy, llegue a las 10 de la mañana como muy pronto.

Este es uno de los motivos por lo que algunas de las líneas actuales no son muy usadas, y se soportan básicamente por la aportación económica de otras líneas con mayor carga de viajeros y por la subvención por la prestación del servicio que ofrece la administración pública.

Es por ello que se ha considerado la unificación de horarios de forma que la llegada a las poblaciones importantes sea a una hora en que se pueda acudir al trabajo, al médico o para hacer trámites administrativos, y que se pueda volver a la población de origen el mismo día y a una hora más adecuada.

		Origen				Destino	
A23	Ida	Balones	6:25	....>	7:40	Cocentaina
	Vuelta	Cocentaina	16:45	....>	18:05	Millena
A31	Ida	Benilloba	7:00	....>	8:00	Alcoy
	Vuelta	Alcoy	16:35	....>	17:35	Benifallim
A42	Ida	Benillup¹	7:05	....>	8:00	Muro
	Vuelta	Muro	18:00	....>	18:55	Benillup¹
A51	Ida	Banyeres	7:00	....>	7:30	Alcoy
	Vuelta	Alcoy	15:45	....>	16:15	Alcoy
A61	Ida	Banyeres de Mariola	6:30	....>	7:40	Cocentaina
	Vuelta	Cocentaina	15:50	....>	17:00	Banyeres de Mariola
AD1	Ida	Denia	6:00	....>	8:00	Alcoy
	Vuelta	Alcoy	15:00	....>	16:55	Denia
B11	Ida	Alcoy	14:30	....>	16:00	Villena
	Vuelta	Villena	16:00	....>	17:30	Alcoy
B21	Ida	Villena	6:00	....>	7:30	Alcoy
	Vuelta	Alcoy	21:45	....>	23:15	Villena
MO	Ida	L'Orxa	6:30	....>	7:20	Muro
	Vuelta	Muro	17:00	....>	17:50	Muro
			16:00	....>	16:50	L'Orxa
			21:25	....>	22:15	L'Orxa

Fig. 160 – Tabla de horarios propuestos.

Todos estos horarios se han coordinado con el Bus Comarcal, con las líneas que van a Alicante y con la de Valencia. De forma que cualquier persona pueda dirigirse a las capitales de las provincias.

Aunque no se ha podido comprobar, no recoger información al respecto, si hay constancia del poco uso de algunas líneas, y que los horarios no sean adecuados para acudir a citas con el médico, estudios, trabajo, etc. puede ser una causa muy importante.

2. Modificación de rutas.

Se ha considerado la modificación de algunas de las rutas establecidas actualmente, para conseguir que el tiempo empleado no sea excesivo, y ayude a que un trayecto que haciéndolo directo es cómodo, se convierta en una odisea al tener que ir recorriendo todos los pueblos de la ruta, haciéndolo excesivamente largo.

Así, la línea denominada A2 que une Alcoy con las poblaciones del Valle de Seta, se ha modificado para que el fin de la ruta sea Cocentaina, donde se ha coordinado con el Bus comarcal, de forma que se pueda hacer transbordo y poder ir a Muro o Alcoy, en un tiempo adecuado. Además, se ha eliminado la población de Benilloba que provocaba un aumento del tiempo de recorrido y que puede ser absorbida por otra línea.

También se ha aprovechado para realizar un recorrido diferente en el regreso respecto a la ida, aprovechando que las carreteras crean un lazo con una población por la que se pasa dos veces.



Fig. 161 – Ida de la ruta propuesta para el Valle de Seta.



Fig. 162 – Vuelta de la ruta propuesta para el Valle de Seta.

De esta forma se intenta igualar el tiempo medio que cualquier pasajero tendría que permanecer en el autobús, ya que el primero en subir a la ida, también es el primero en bajar a la vuelta. Y no como ahora que el primero en subir a la ida, es el último en bajar, con lo que las personas de esa población en particular están penalizados, mientras que los de la última parada antes de la población terminal necesitan la mitad del tiempo de recorrido.

La línea A3, que une Alcoy con Benasau, es la que ha absorbido la población de Benilloba, eliminada de la ruta anteriormente expuesta. Al añadir la población de Benilloba, que apenas dista de Benasau 4,3 km, no se perjudica en exceso el actual recorrido y se mejora la ruta anteriormente mencionada.

Y al igual que en la ruta anterior, se ha propuesto hacer un recorrido diferente en la ida y la vuelta, para equilibrar los tiempos que necesitan los diferentes pasajeros para hacer el trayecto.

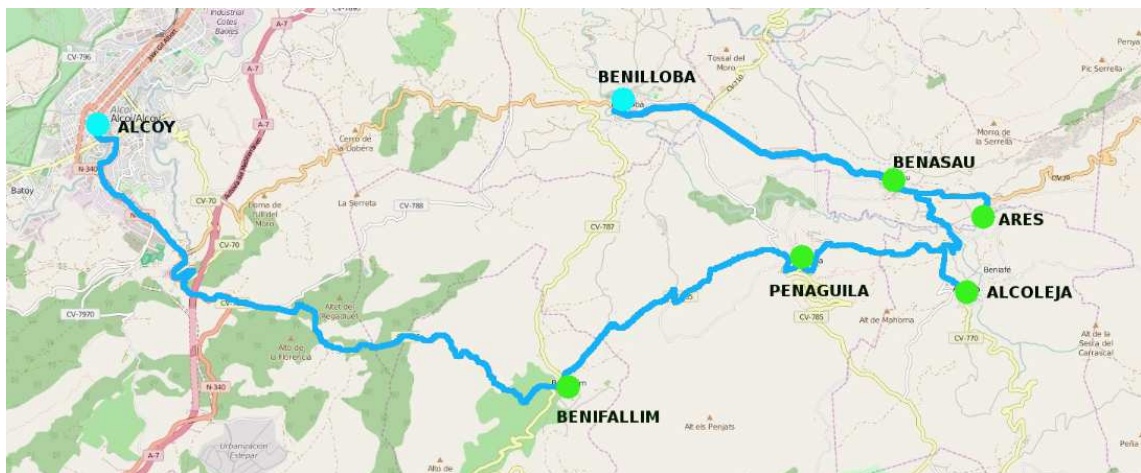


Fig.163. – Ida de la ruta A31, plasmada con Google Maps.

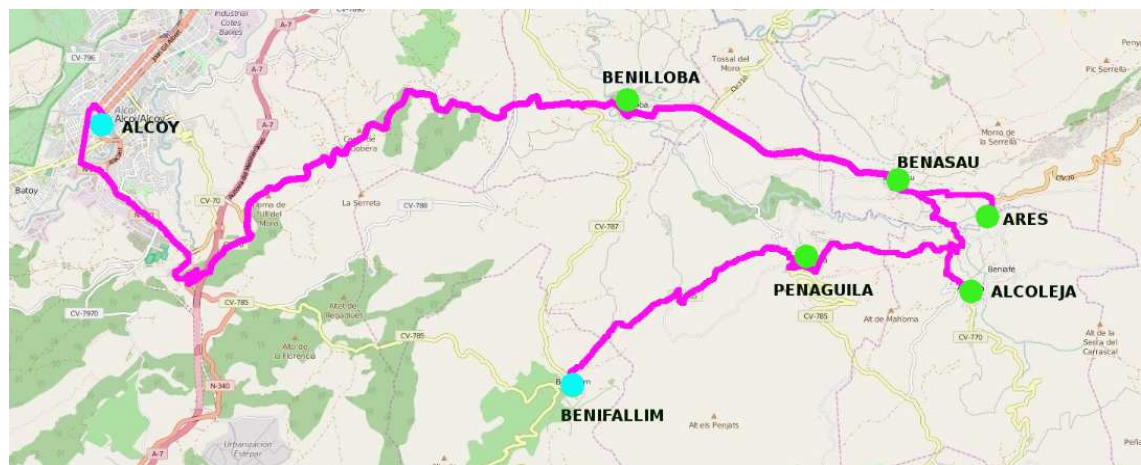


Fig. 164 –Vuelta de la ruta A31, plasmada con Google Maps.

La línea A4, que une Alcoy y Planes, se ha modificado de forma que la población terminal sea Muro, coordinando el horario para que coincida con el Bus Comarcal y que se pueda hacer transbordo para desplazarse a Cocentaina o Alcoy. Además se han añadido las poblaciones de Benillup, Almudaina y Catamarruch. Aunque con la salvedad de que los potenciales clientes de estas poblaciones soliciten el servicio con antelación para hacer la ruta completa, en caso negativo, se simplificaría la ruta.



Fig. 165 – Línea A42, plasmada con Google Maps.

En cuanto a la línea A6, que circula entre Alcudia y Alcoy, pasando por Bocarent, también se ha modificado eliminando la ciudad de Alcoy, y añadiendo las poblaciones de Banyeres de Mariola y Cocentaina. Aun así, se ha reducido tanto el tiempo de recorrido, como la distancia.

Y como adición, se ha creado la línea MO, que une las poblaciones de Muro y Lorcha/L'Orxa. Esta línea existía hace unos años, pero se anuló por motivos desconocidos. A pesar que hay una gran demanda por parte de las poblaciones de La Vall de Perputxent.

Así, en los cuadros siguientes se puede observar la información resumida de las diferentes líneas, en cuanto a frecuencia y kilómetros totales. Y se comprueba que los kilómetros que suponen las diferentes rutas en la actualidad, no llega a los 15 kilómetros de aumento respecto a las mismas rutas con las modificaciones propuestas, en días laborables. Pero teniendo en cuenta que la línea A5 (Alcoy - Banyeres de Mariola) ha duplicado su frecuencia. Con lo que en términos relativos, se puede afirmar que se ha reducido la distancia a recorrer y el tiempo empleado para ello.

Además debemos añadir la nueva línea, lo que provoca un aumento en los kilómetros que en la propuesta se realizan.

Líneas existentes:	3.157,20 km
Líneas propuestas:	3.278,20 km

LÍNEAS DE AUTOBUS EXISTENTE	LÍNEAS ACTUALES	línea (km)	Frecuencia diaria			Km recorridos			Nº Poblaciones
			L-V	S	D-F	L-V	S	D-F	
• Alcoy – Cocentaina – Muro	Bus Comarcal	12,5	45	15	15	562,5	187,5	187,5	3
• Alcoy – Famorca – Quatretondeta	Línea A-2	54,3	2	0	0	108,6	0	0	11
• Alcoy – Ares del Bosque	Línea A-3	26,8	2	0	0	53,6	0	0	6
• Alcoy – Planes	Línea A-4	25,4	2	0	0	50,8	0	0	5
• Alcoy – Banyeres de Mariola	Línea A-5	27	2	0	0	54	0	0	3
• Alcoy – Muro – Bocairent	Línea A-6	50	2	0	0	100	0	0	7
• Alcoy – Pego – Denia	Línea AD	83,3	2	0	0	166,6	0	0	6
• Alcoy – Villena	Línea B								
Alcoy-Villena	Línea B1	56,6	2	0	0	113,2	0	0	4
Alcoy-Alicante (Villena)	Línea B2	56,6	2	0	0	113,2	0	0	4
• Alicante – Alcoy	Línea T								
Alcoy-Castalla-Alicante	Línea T-1	71,1	14	10	7	995,4	711	497,7	4
Alcoy-Tibi-Alicante	Línea T-21	59,5	1	0	0	59,5	0	0	3
Alcoy-Castalla-Tibi-Alicante	Línea T-22	78,6	1	1	0	78,6	78,6	0	5
Alcoy-San Vicente-Alicante	Línea T-3	60,5	2	0	0	121	0	0	1
Ibi-Castalla-San Vicente	Línea T-4	45,2	1	0	0	45,2	0	0	3
• Valencia – Alcoy	Línea V	107	5	3	3	535	321	321	4
• Muro-L'Orxa	Línea MO								

Fig. 166 – Cuadro resumen de líneas actuales.

LÍNEAS PROPUESTAS	Distancia (km)	Frecuencia diaria			Km recorridos			Nº Poblaciones
		L-V	S	D-F	L-V	S	D-F	
Bus Comarcal	12,5	45	15	15	562,5	187,5	187,5	3
Línea A23	40,8	2	0	0	81,6	0	0	9
Línea A31	31,1	2	0	0	62,2	0	0	7
Línea A42	26,4	2	0	0	52,8	0	0	7
Línea A-5	27	4	0	0	108	0	0	3
Línea A61	38,1	2	0	0	76,2	0	0	8
Línea AD	83,3	2	0	0	166,6	0	0	6
Línea B								
Línea B11	56,6	2	0	0	113,2	0	0	4
Línea B21	56,6	2	0	0	113,2	0	0	4
Línea T-1	71,1	14	10	7	995,4	711	497,7	4
Línea T-21	59,5	1	0	0	59,5	0	0	3
Línea T-22	78,6	1	1	0	78,6	78,6	0	5
Línea T-3	60,5	2	0	0	121	0	0	1
Línea T-4	45,2	1	0	0	45,2	0	0	3
Línea V	107	5	3	3	535	321	321	4
Línea MO	26,8	4	0	0	107,2	0	0	7

Fig. 167 – Cuadro resumen de líneas propuestas.

Del mismo modo, sumando las poblaciones que recorren las diferentes líneas, se pasa de un total de 69 poblaciones en la actualidad, es decir 69 paradas en las poblaciones de las dos comarcas, a las 78 paradas en el total de poblaciones que tendrían parada con la propuesta realizada (considerando que hay poblaciones que tienen parada con diferentes líneas, ya que el total de poblaciones que forman las dos comarcas son solo 32).

3. Asignación de vehículos

Como se ha comentado en el capítulo anterior, se han definido 4 tipos de vehículos para la realización de los diferentes trayectos, en función del tipo de carretera y los pasajeros potenciales.

Esto se ha propuesto para evitar que para algunas rutas donde los pasajeros no llegan a la decena en los días de más afluencia, se utilicen autobuses de 55 o más plazas, lo que supone un inconveniente para circular por espacios pequeños de algunas poblaciones, menos espacio para los adelantamientos y cruces con otros vehículos, amén del consumo y el perjuicio al medio ambiente.

Aunque no se han conseguido datos reales o estadísticos de la afluencia media de pasajeros en las diferentes líneas actualmente en vigor, se conoce el caso de algunas rutas, como la llamada A2 (Alcoy – Famorca – Quatretondeta), en la que hay días que apenas hay unos pocos viajeros, pero se utilizan autobuses de gran capacidad, lo que no parece lógico, aunque la empresa lo planifique así para dar uso a los vehículos de que dispone, y amortizar su inversión.

Empatizando con la empresa concesionaria, parece lógico que esta adquiera vehículos grandes para poder aprovecharlos en diferentes situaciones, en vez de poseer vehículos de diferente capacidad que en algunas ocasiones no le servirán por ser demasiado pequeños. Pero teniendo en cuenta que el uso de estos grandes autobuses no es adecuado en situaciones de pocos pasajeros.

4. Creación de un Bono Bus Comarcal

En concordancia con la coordinación de horarios y la modificación de algunas rutas para hacerlas algo más cortas y por tanto más ágiles, debe tenerse en cuenta que una persona no debe tener que pagar dos billetes para hacer un desplazamiento dentro de la zona de las dos comarcas. Es por ello que se propone también la creación de un Bono-Bus Comarcal, para que una persona que deba hacer uno o dos transbordos en los autobuses de esta red, pague el billete en el primer autobús, con destino a la población final de su trayecto, y que solo mostrando ese billete en cada uno de los autobuses a los que debe transbordar sea suficiente para realizar el viaje.

De igual modo que existe en las ciudades con red urbana de autobuses o con red de autobuses y metro, etc., se debe considerar la creación de un bono mensual para el movimiento por el interior de la zona de afección, e incluso coordinado con otras redes de transporte.



Fig. 168 – Ejemplos de tarjetas para transporte público. (fuente: [Oyster cards London](#) y [EMT Valencia](#))

Aquí es donde las nuevas tecnologías puede ayudar de nuevo, ya que se puede crear un carnet personal con chip integrado, y fotografía, en el que se graba la información del tipo de bono y que desplazamientos se puede realizar, y que pueda ser leído por radiofrecuencia al subir o bajar de cualquier autobús, de forma que se controle los viajes que realice y se descuenta del crédito disponible para viajes. Mensualmente el usuario puede recargar el carnet con más viajes. E incluso como en el ejemplo grafico anterior, el bono transporte puede estar vinculado a la entidad bancaria del interesado.

Y la creación de zonas que engloben a dos o tres líneas, de forma que se puedan hacer varias tarifas acorde con la demanda de cada usuario, tal como se ve en la figura siguiente. Teniendo en cuenta que la línea central que vertebra toda la red debe estar incluida en todas las opciones de bono.

Para los pasajeros que adquieren un billete para un solo viaje, este debe incorporar un código de barras o Bidi, que pueda ser leído en cualquier autobús de la ruta que ese pasajero ha elegido, y de esta forma tener un control de los pasajeros que ha habido, en que horario, que paradas son las de subida (y por el tipo de billete pagado, saber cuál es su destino), etc. Estadísticas que servirán en un futuro para ir mejorando el servicio.

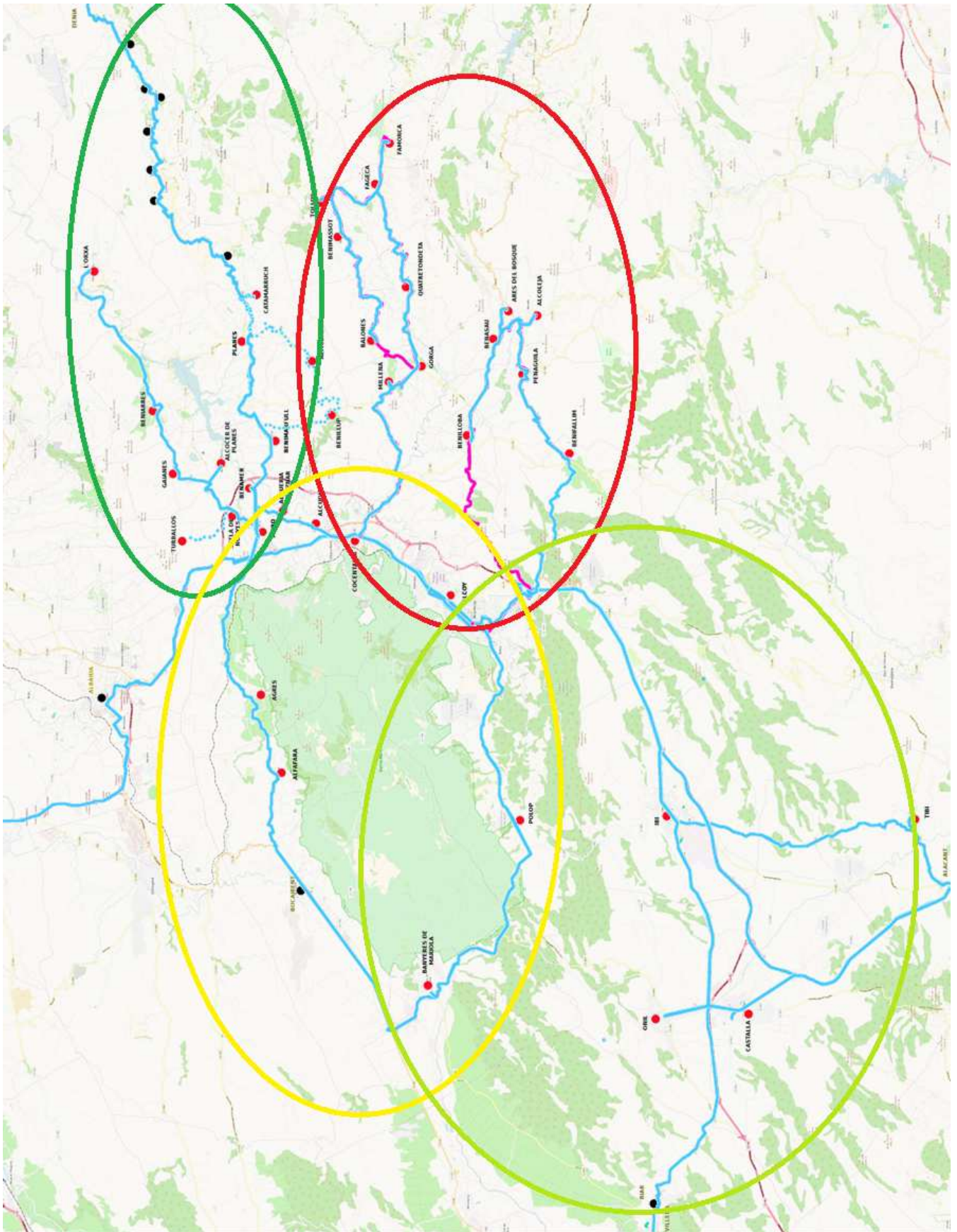


Fig. 169 – Plano ejemplo de zonas para tarjetas del “Bono Comarcal”

5. Líneas futuras de investigación

Como se ha podido ver en el presente estudio, este se ha quedado limitado por la falta de información que ha provocado que no se puedan hacer estimaciones adecuadas y por ello las propuestas puede que no sean las más adecuadas. Por ello se exponen algunos aspectos que se considera puedan ser estudiados, tomando como base el presente trabajo, y de ese modo ampliar y mejorar las propuestas de solución para una red de transporte público más adecuado a la situación de las dos comarcas.

5.1. Líneas bajo pedido

Durante el estudio se ha observado que algunas poblaciones tienen un número de habitantes muy reducido, y según la tendencia mostrada por la evolución de la población en los últimos años en las series del INE, esta sigue en disminución, lo que provoca que aunque se mejore el servicio, con unos horarios más adecuados, vehículos más ágiles y acordes a esas pequeñas poblaciones, la cantidad de personas que necesiten y quieran usar el transporte público no es suficiente para llenar los vehículos asignados para llegar a un equilibrio económico, es decir que dichas líneas podrían ser objeto de eliminación como tal, para pasar a prestar un servicio a medida o bajo demanda, pero con un coste similar a un Bono bus.

Así por ejemplo, las líneas A23, A31 y A42 tienen una población de atención muy reducida, y debe tenerse en cuenta que solo un pequeño porcentaje de estos habitantes va a necesitar de un medio de transporte público.

Línea A23		2015	Línea A31		2015	Línea A42		2015
1	Cocentaina	11.406	1	Alcoy/Alcoi	59.567	1	Benillup	101
2	Balones	133	2	Benifallim	114	2	Almudaina	114
3	Benimassot	111	3	Benilloba	786	3	Catamarruch	0
4	Tollos	52	4	Penguila	353	4	Planes	753
5	Facheca	103	5	Alcoleja	184	5	Benimarfull	433
6	Famorca	52	6	Benasau	155	6	Benàmer	0
7	Quatretondeta	111	7	Ares	0	7	Muro de Alcoy	9.167
		1.061			1.592			10.568
		12.467			61.159			

Fig. 170 – Número de habitantes afectados por las líneas propuestas: A23, A31 y A42.

Como vemos en los cuadros anteriores, si eliminamos los habitantes de las poblaciones de destino principal (Cocentaina, Alcoy y Muro), los usuarios potenciales se reducen a :

- Línea A23: 1.061 personas
- Línea A31: 1.592 personas
- Línea A42: 1.401 personas

Por ello, una línea de investigación futura puede ser el establecer de forma más exacta los potenciales pasajeros de estas líneas, y hacer un estudio de costes con diferentes tipos de vehículos, para establecer si sería mejor implantar un servicio bajo pedido con un vehículo más acorde a la demanda.

5.2. Coordinación del Transporte público y del Transporte escolar

Siguiendo con la información del punto anterior, en la que se ve la baja densidad de población de algunas zonas de las dos comarcas. Y conociendo que en muchas de estas poblaciones no existe escuela primaria y que los niños en edad escolar se tienen que desplazar a centros en las poblaciones mayores, se propone como un futuro estudio la evaluación de la posibilidad de unir estos dos servicios en uno solo.

Desgraciadamente no se ha podido conseguir la documentación relativa a la concesión para el transporte público de viajeros en la zona de L'Alcoià y El Comtat, ni tampoco la documentación de la concesión para el traslado de escolares a los centros de educación primaria, secundaria u otros. Con la que se podría comprobar que empresas tienen la concesión de ambos servicios, y de esta forma unirlos en uno solo aprovechando un único vehículo para prestar servicio a dos colectivos.

Para ello deberían ponerse de acuerdo dos administraciones o departamentos de la misma administración, ya que en el caso de los escolares es la Conselleria d'Educació la responsable y en el caso del transporte público no se ha podido confirmar que administración es la encargada.

Como ejemplo explicativo de este caso es el que afecta a las líneas A2 y A3, ya que los niños en edad escolar de las zonas de afección de estas dos rutas de autobús, se desplazan al centro educativo situado en Benilloba.

Las clases de educación primaria empiezan a las 9 horas, con lo que los autobuses que prestan el servicio escolar están ocupados desde las 7:30 a las 9:30 horas, aproximadamente. Si revisamos los horarios de los autobuses de las dos líneas mencionadas, comprobamos que estas empiezan cuando ha terminado el servicio escolar.

A2	Millena	Balones	Benimassot	Tollos	Famorca	Fageca	Quatretondeta	Gorga	Benilloba	Cocentaina	Alcoy
Ida	9:30	9:35	9:40	9:45	9:50	9:55	10:05	10:10	10:55	11:10	11:20

A3	Benasau	Ares del Bosque	Alcoleja	Penáguila	Benifallim	Alcoy
Ida	10:20	10:23	10:30	10:35	10:40	11:20

Fig. 171 –Horarios de las líneas actuales A2 y A3.

Y al comprobar la población infantil en edad escolar que corresponde con las dos líneas mencionadas durante el año 2015, vemos que no llegan a llenar un autobús grande con capacidad para 55 pasajeros.

A2	5-9	10-14	A3	5-9	10-14
Balones	6	3	Alcoleja	6	1
Benimassot	1	1	Penguila	16	3
Facheca	2	0	Benasau	2	6
Famorca	0	0	Benifallim	1	5
Gorga	5	6		25	15
Millena	6	4			
Quatretondeta	2	3	Total alumnos		40
Tollos	1	0			
	23	17			
Total alumnos		40			

Fig. 172 – Número de habitantes afectados por las líneas actuales: A2, A3.

El resto de plazas hasta llenarlo podrían ser utilizadas por otro tipo de viajeros.

5.3. Coordinación del transporte público con el transporte “de rehabilitación”

Teniendo conocimiento de la existencia de un servicio que traslada a personas con alguna necesidad sanitaria, pero que no necesitan de atención médica durante el viaje, y que son trasladados desde su domicilio hasta el hospital comarcal, para hacer tratamientos de rehabilitación, diálisis, y otros. Se plantea aquí la duda de estudiar la viabilidad de juntar este servicio con el general de transporte público. De forma que el hospital o el servicio correspondiente generase cada viernes una lista de pacientes a desplazarse la semana siguiente y la entregase a la empresa, o el coordinador del servicio público de transporte, y este se encargase de general rutas de viaje para cada uno de ellos, asignándoles el o los autobuses de las líneas y horarios adecuados para que pudieran trasladarse desde su domicilio, o parada más cercana hasta el hospital comarcal.

Actualmente puede darse el caso que a una población con un centenar de personas censadas, acudan 3 autobuses o vehículos para transporte de personas, para recoger a 3 ó 2 personas. Un niño de 10 años para acudir al centro educativo a las 9 de la mañana, un vehículo para trasladar a una persona que realiza rehabilitación, pero que tiene autonomía, y un tercer autobús con ruta regular para recoger a una o ninguna persona.

Debemos preguntarnos, si por querer ser solidarios y no dejar sin servicio a nadie, ¿estamos malgastando recursos?

5.4. Aplicación de las nuevas tecnologías

Este punto debe ir ligado a la aplicación de servicios bajo demanda, ya que en estas condiciones debe haber un sistema de comunicación permanente entre el potencial pasajero y la empresa o un centro de atención al viajero. De forma que el usuario haga la petición del servicio y la información de todas las peticiones sea analizada y con ella se prepare un listado de viajes o recorridos diario para dar servicio a esas zonas con un número de clientes muy reducido.

Debido a que la población de esta zona está muy envejecida, deben utilizarse dos herramientas como mínimo:

- Teléfono tradicional con un interlocutor que introduzca la petición en un sistema informático que una todas las peticiones para tratarlas. Este sistema tendría fecha de caducidad según los usuarios se adapten con el tiempo a alguna de las otras alternativas.
- Página web donde los usuarios introduzcan su petición, que se unirá al resto de peticiones para ser procesada.
- Aplicación para Smartphone, similar a las ya existentes para grandes ciudades, donde aparecerá en tiempo real la información de todas las líneas, horarios y en su caso situación en un mapa o por texto, de cada autobús en ese momento. Además permitiría seleccionar la línea deseada e introducir la petición de viaje.



Fig. 173 –Ejemplos de iconos para Smartphone de servicios de transporte público, de Valencia y de Hamburgo.

Evidentemente estas peticiones no pueden ser para ese momento, sino para el día siguiente, o como muy temprano para la tarde si se está realizando la petición durante la mañana.

6 Referencias bibliográficas

- Rodríguez Villalobos, Alejandro. Prof. Dr. Universitat Politècnica de València. 2012. Grafos - software para la construcción, edición y análisis de grafos. <http://arodrigu.webs.upv.es/grafos/doku.php?id=inicio>
- INE. Instituto Nacional de Estadística. Padrón. Población por municipios, Estadística del Padrón Continuo. <http://www.ine.es/jaxi/menu.do?type=pcaxis&path=/t20/e245/&file=inebase>
- Antonio Mauttone, Héctor Cancela, & Urquhart, M. 2003. DISEÑO Y OPTIMIZACION DE RUTAS Y FRECUENCIAS EN EL TRANSPORTE COLECTIVO URBANO, MODELOS Y ALGORITMOS. **Reportes Técnicos 03-07**(UR. FI – INCO.).
- Axhausen, K. W., & Smith, R. L. 1984. Evaluation of Heuristic Transit Network Optimization Algorithms. **Transportation Research Record**, Vol 976: 7-20.
- Baaj, M. H., & Mahmassani, H. S. 1991. An AI-Based Approach for Transit Route System Planning and Design. **Journal of Advanced Transportation**, Vol 25(2): 187-210.
- Cats, O. W., Qian; Zhao, Yu. 2015. Identification and classification of public transport activity centres in Stockholm using passenger flows data. **JOURNAL OF TRANSPORT GEOGRAPHY**, Volume: 48: Pages: 10-22.
- Ceder, A., & Israeli, Y. 1997. Transit Route Design Using Scheduling and Multiobjective Programming Techniques. **Computer-Aided Transit Scheduling. Lisboa-Portugal**: 56-75.
- Ceder, A., & Israeli, Y. 1998. User and operator perspectives in transit network design. **77th Annual Meeting of the Transportation-Research-Board. WASHINGTON, D.C.** TRANSPORTATION RESEARCH RECORD.(1623): 3-7.
- CEDER, A., & WILSON, N. 1986. Bus Network Design. **Transportation Research PART B-METHODOLOGICAL**, Vol 20B(4)(4): 331-344.
- Davendra, D. 2010. TRAVELING SALESMAN PROBLEM, THEORY AND APPLICATIONS. **InTech**.
- Gruttner, E., Pinninghoff, M.A., Tudela, A. y Diaz, H. 2002. Recorridos Optimos de Líneas de Transporte Público Usando Algoritmos Genéticos. **Jornadas Chilenas de Computación. Copiapó, Chile**.
- LEY 6/2011, d. d. a., de la Generalitat. 2011. LEY 6/2011, de 1 de abril, de la Generalitat, de Movilidad de la Comunidad Valenciana. [2011/3979]. **Diari Oficial de la Generalitat Valenciana**, 6495: 13870-13927.
- Losada, F. J. V. 2013. El problema del viajante. **Trabajo Fin de Máster. Universidad de Santiago de Compostela. Máster en Técnicas Estadísticas**.

- López, S. R., M., L. H., & Repolho, H. M. V. 2015. Deiseño de rutas de transporte público. In Á. d. T. e. L. Departamento de Engenharia Industrial, Pontificia Universidade Católica do Rio de Janeiro. (Ed.): XXIX CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA EM TRANSPORTE DA ANPET OURO PRETO.
- Luis David Galicia, R. L. C., Randy B. Machemehl, Hongchao Liu. 2009. Bus Rapid Transit Features and Deployment Phases for U.S. Cities. *Journal of Public Transportation*, , Vol. 12, No. 2, 2009: 23 - 38.
- Ngamchai, S., & Lovell, D. J. 2000. Optimal Time Transfer in Bus Transit Route Network Design Using a Genetic Algorithm. *Computer-Aided Transit Scheduling of Public Transport. Berlin, Germany.*: 21-23.
- Saghapour, T. M., Sara; Thompson, Russell G. 2016. Public transport accessibility in metropolitan areas: A new approach incorporating population density. *JOURNAL OF TRANSPORT GEOGRAPHY*, Volume: 54 Pages: 273-285.
- San Nicolás Comendador, D., & Colomer Ferrandiz, J. V. 2014. REESTRUCTURACIÓN DE LOS SERVICIOS DE TRANSPORTE PÚBLICO URBANO EN CIUDADES DE MENOS DE 100.000 HABITANTES. APLICACIÓN A LA CIUDAD DE ALCOY. *Tesis Máster Universitario en Transporte, Territorio y Urbanismo.*
- Tao, S. C., Jonathan; Hickman, Mark; Stimson, Robert. 2016. The influence of weather on local geographical patterns of bus usage. *JOURNAL OF TRANSPORT GEOGRAPHY*, Volume: 54: Pages: 66-80.
- Thompson, K. S., Peter. 2007. An investigation of the relationship between public transport performance and destination satisfaction. *JOURNAL OF TRANSPORT GEOGRAPHY*, Volume: 15(Issue: 2): Pages: 136-144.
- Verseckienė, A. M., Vaidotas; Batarlienė, Nijolė;. 2015. Urban Public Transport Accessibility for People with Movement Disorders: the Case Study of Vilnius. *9th International Scientific Conference Transbaltica 2015. by Elsevier Ltd.*
- Wren, A. 1998. Heuristics Ancient and Modern: Transport Scheduling Through the Ages. *Journal of Heuristics*, 4(1): 87-100.



7 Anexos

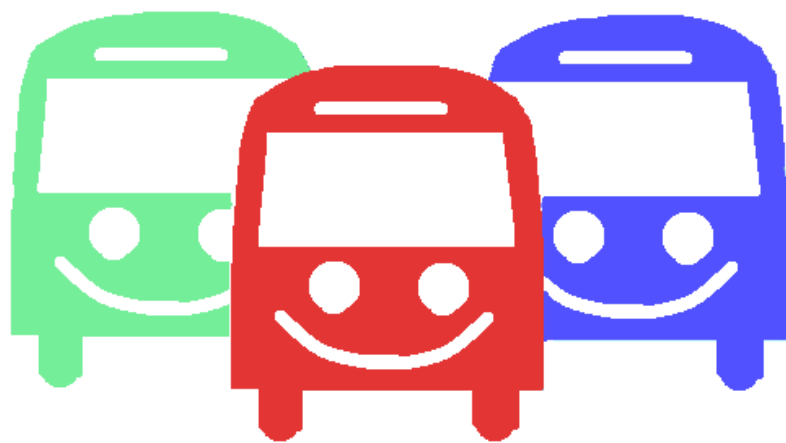
7.1 Matrices de datos de las líneas de autobuses.

7.2 Modelo de Encuestas.

7.3 Recepción de encuestas.

7.4 Líneas de autobús actuales.

7.5 Datos INE.



Máster Universitario en Ingeniería de Organización y Logística

Escuela Politécnica Superior de Alcoy

Universitat Politècnica de València



Mancomunitat de l'Alcoià i el Comtat

ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED DE TRANSPORTE PÚBLICO INTERURBANO EN LAS COMARCAS DE L'ALCOIA Y EL COMTAT

Alumno: **Marcos Carbonell Alemany**
Director: **Alejandro Rodríguez Villalobos**
Fecha de entrega: **Octubre 2016**