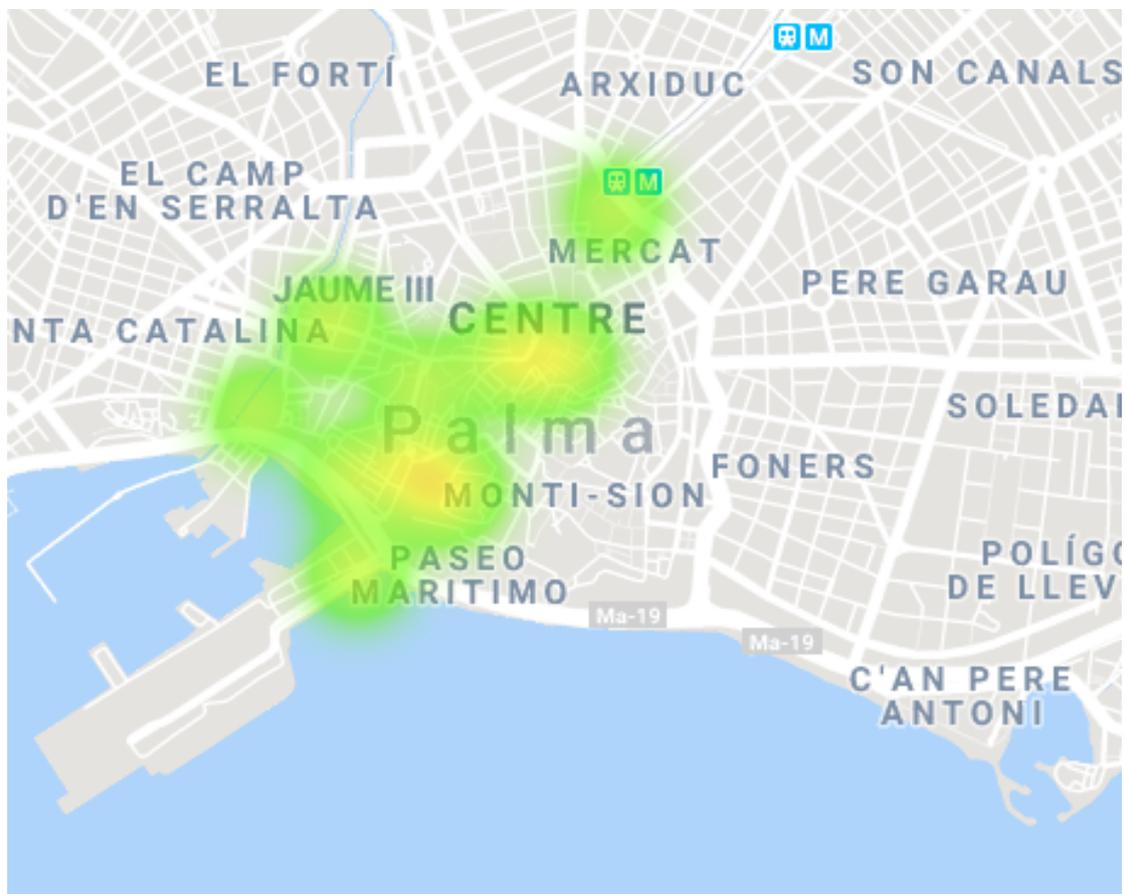


ANÁLISI DE MOBILIDAD EN PALMA A PARTIR DE DATOS DE LA RED SMARTWIFI

Breve estudio sobre la movilidad observada por la red SmartWifi el día 23 de Julio de 2018 coincidiendo con el crucero Symphony of the Seas



Autores:

Bartomeu Alorda Ladaria

Vicente Ramos Mir

Maurici Ruiz Pérez



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Atrake del “Symphony of the Seas”	1
1.2. la SmartWifi de palma	2
2. ANÁLISIS DE DATOS	4
2.1. Actividad de la SmartWifi de palma	5
2.2. selección de dispositivos “CRUCERISTAS”.....	6
2.3. DISPOSITIVOS vs tiempo y ZONAS	10
3. MONITORIZACIÓN DE LA MOVILIDAD DEL PASAJERO DE CRUCEROS	13
3.1. movilidad vs tiempo	13
3.2. Análisis comparativo	15
4. CONCLUSIONES	17

1. INTRODUCCIÓN

El presente análisis es una aplicación piloto que pretende explorar la viabilidad de los datos de geolocalización de dispositivos detectados por la red SmartWifi de Palma para la monitorización de la movilidad de Palma. En este trabajo se quiere prestar atención a la movilidad de los pasajeros de cruceros en su estancia diurna en la ciudad de Palma y como esta puede ser visualizada a través del análisis de los datos de geoposición que ofrece la red.

Para ello se ha elegido el atraque que realizó el día 23 de julio de 2018 el crucero Symphony of the Seas y se ha partido de los detalles que se recogen a continuación extraídos del estudio realizado por Pablo Sanz Tuñón titulado "Estudio del atraque en Palma del Symphony of the Seas".

1.1. ATRAQUE DEL "SYMPHINY OF THE SEAS"

El crucero "Symphony of the Seas" tiene la mayor capacidad de pasajeros del mundo y ha empezado a operar en el 2018. Tiene una capacidad de 6680 pasajeros, sin contar con los 2200 trabajadores.

El presente análisis se basa en la escala que realizó el crucero el 23 de julio de 2018 con una carga de pasajeros reflejada en la siguiente tabla:

Núm. de pasajeros	6413	Inicio escala	7:40 am
Nacionalidades	74	Finalización escala	16:09
Tripulantes	2198	Zona atraque	Plataforma Norte
Desembarques	5271	Vel. desembarque	~33 pas / min
Inicio desembarque	8:00	Fin desembarque	12:30
Inicio embarque	13:30	Vel. embarque	~30 pas / min
Fin embarque	15:30	Num. encuestas	849
Excursiones	1217	Excursiones Palma	389

Principales conclusiones del estudio realizado a partir de encuestas a pasajeros que visitan la isla por su cuenta:

- *La mayor parte de los pasajeros deciden visitar la isla por su cuenta (63,2%)*
- *El 71% de los pasajeros que desembarcan visitan el centro de Palma*
- *El 49,3% elige el bus lanzadera para llegar al centro de Palma*
- *El 44,32% se desplaza en taxi*
- *El 51% de los pasajeros visitaron el centro de Palma (3280 pasajeros) de los cuales 389 lo hacían mediante excursión organizada y 2891 por cuenta propia.*

1.2. LA SMARTWIFI DE PALMA

La red SmartWifi de Palma es una infraestructura de telecomunicaciones que permite la conexión de dispositivos digitales portátiles mediante el uso de la conexión de red sin hilos denominada Wifi. La red proporciona servicio de conexión a Internet en zonas públicas de la ciudad de Palma sin coste para el usuario y con capacidades de explotación de datos para el estudio estadístico de las actividades sin incurrir en modo alguno en el análisis de contenidos de seguridad y privacidad propios de carácter personal.

En este análisis piloto se aplican técnicas de geolocalización estadística de dispositivos para la clasificación y monitorización de flujos de pasajeros llegados en el crucero "Symphony of the Seas".

En la figura 1 se observan las zonas cubiertas por la red SmartWifi de Palma y nos permite entender mejor los espacios que van a poder ser incluidos en los análisis de movilidad en la ciudad.

En la figura 2 se han representado la geolocalización de las antenas que forman parte de la SmartWifi de Palma y que han sido usadas para geolocalizar a los dispositivos con canal wifi abierto. Esta geolocalización se

realiza a través de la propia infraestructura siendo posible la captura de registros en los instantes en los cuales el dispositivo ha sido visto.



Figura1. Espacios con cobertura SmartWifi en la ciudad de Palma



Figura 2. Distribución de antenas de la red SmartWifi Palma desplegada

Es importante apreciar que la distribución de antenas no es uniforme en todo el territorio y por tanto afectará como veremos a la capacidad de localización de los dispositivos.

2. ANÁLISIS DE DATOS

El análisis de los datos ofrecidos por la red se ha realizado sobre un servidor de la UIB que es capaz de almacenar en tiempo real las observaciones reportadas por la red a través de la API CMX del fabricante Meraki. Es importante destacar que los servicios de almacenamiento han sido implementados con tecnologías Kafka y Python.

La red implementa la tecnología de geolocalización de Meraki a través de la plataforma de gestión "CMX"¹. Esta tecnología geolocaliza un universo de dispositivos facilitando la siguiente lista de variables para cada observación.

Nombre	Formato	Descripción
apMac	cadena de caracteres	Dirección MAC de la antena
clientMac	cadena de caracteres	Dirección MAC del dispositivo
IPv4	cadena de caracteres	Dirección IPv4 en la red
IPv6	cadena de caracteres	Dirección IPv6 en la red
seenTime	ISO 8601 date	Fecha y hora observación en UTC
seenEpoch	número entero	Número de segundos de la observación desde 1/01/1970
ssid	cadena de caracteres	Nombre SSIB de la red
rssi	número entero	Calidad de la señal del dispositivo
manufacturer	cadena de caracteres	Fabricante dispositivo
OS	cadena de caracteres	Sistema operativo
location	location	Geolocalización del dispositivo
lat	decimal	Latitud en grados N del ecuador
lng	decimal	Longitud en grados E del primer meridiano
unc	decimal	Incertidumbre en metros

¹ https://documentation.meraki.com/MR/Monitoring_and_Reporting/Location_Analytics

A partir de los registros anteriores es determina la latitud y la longitud de todos los dispositivos que han sido observados. Al ser un sistema de observación pasivo, el número de observaciones de cada dispositivo no es constante y varia en función de la actividad de este, del uso que esté haciendo el usuario o del nivel de batería entre otros parámetros. Es por ello, que cada observación única es importante para determinar el número de dispositivos presentes en una geolocalización.

Por otra parte, el interés de este análisis no se ha centrado en el seguimiento individualizado de cada dispositivo, por tanto, las técnicas de protección de la identidad usadas por los sistemas operativos de los terminales móviles no van a tener un impacto apreciable en los resultados obtenidos.

2.1. ACTIVIDAD DE LA SMARTWIFI DE PALMA

Este estudio analiza la actividad de la red SmartWifi de Palma para el día 23 de Julio de 2018. Ese día la red SmartWifi reportó todas las observaciones representadas en la Figura 3.

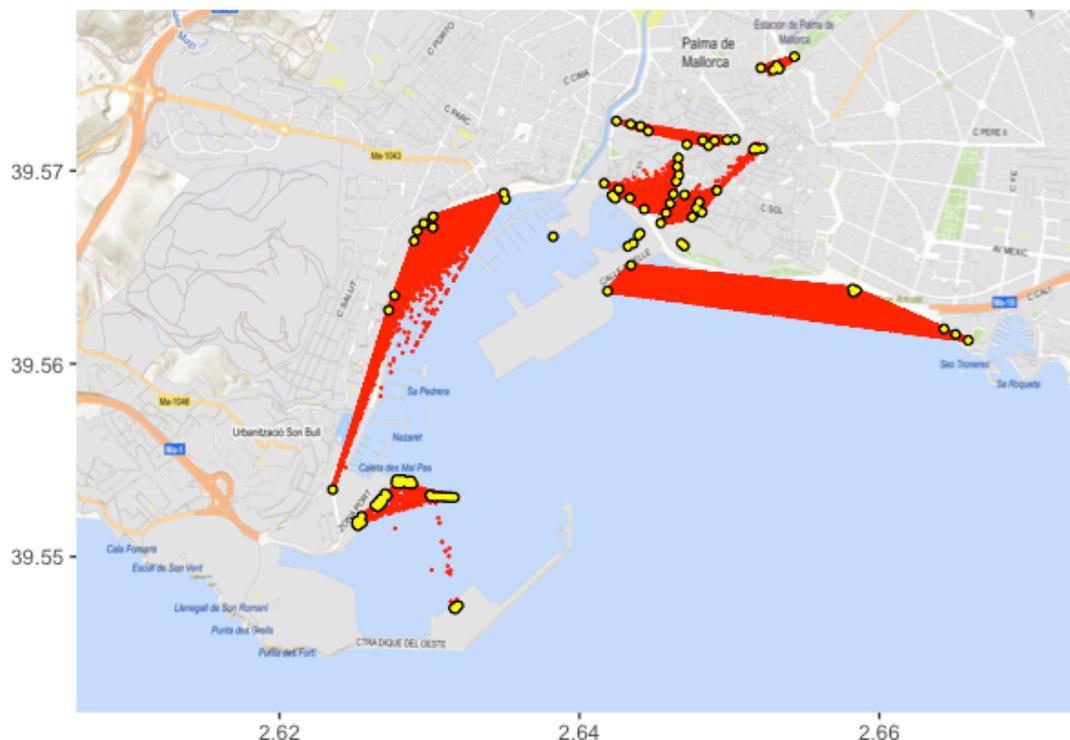


Figura 3. Distribución de observaciones geolocalizadas de los dispositivos detectados por la red el 23 de julio de 2019

En la siguiente tabla se resumen los datos de actividad que van a ser objeto de análisis:

Número de antenas instaladas	144
Número de dispositivos identificados únicos el 23/07/2018	199.141
Número de observaciones el 23/07/2018	3.571.491

En una primera aproximación la Figura 4 representa el número de dispositivos únicos observados en la SmartWifi de Palma por horas del día. Así, se observa que el máximo de dispositivos observados se encuentra en la franja horaria entre las 12-14 horas, siendo el máximo a las 14 horas.

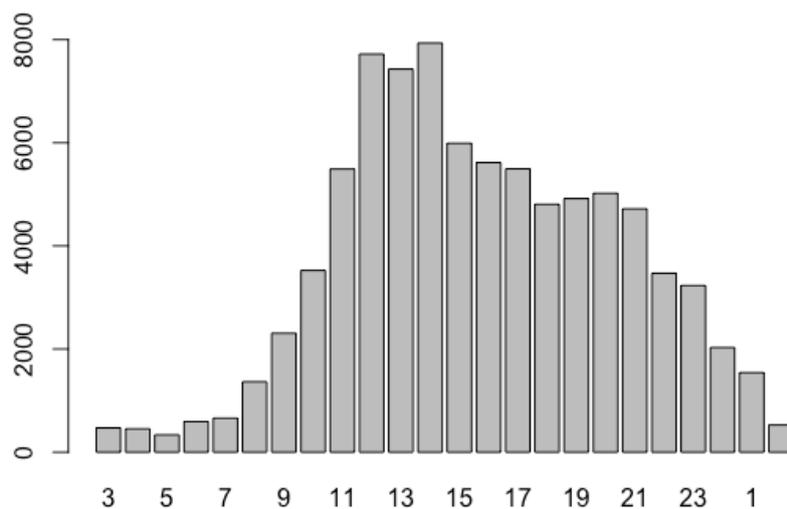


Figura 4. Distribución de MACs únicas detectadas por la red el 23 de julio de 2019 en función de la hora del día (Hora según zona horaria de Palma)

2.2. SELECCIÓN DE DISPOSITIVOS "CRUCERISTAS"

El objetivo de este análisis se centra en intentar identificar grupo de dispositivos que con buena probabilidad pertenezcan a pasajeros del crucero Symphony. Para ello se han implementado un conjunto de reglas de selección:

A. Identificadores MACs "no vistos"

Si un determinado dispositivo pertenece a un pasajero del crucero es de esperar que no tengamos ninguna observación suya en la red SmartWifi en

días anteriores y posteriores a día de visita del crucero. Así pues, se han descartado los identificadores de dispositivos vistos en los días previos comprendidos entre el 18/07/2018 y 22/07/2018, y los días posteriores entre el 24/07/2018 y 28/07/2018. La siguiente tabla representa esta regla de selección de identificadores para el estudio.

18/07/2018		22/07/2018	23/07/2018	24/07/2018		28/07/2018
<i>Días Previos</i>			ESTUDIO	<i>Días Posteriores</i>		

B. Horario de atraque del crucero

Si un determinado dispositivo pertenece a un pasajero del crucero es de esperar que en horas previas a la llegada a Palma no pueda ser detectado por la red. La misma idea en la salida del buque del puerto de Palma. En ambos casos, se han añadido franjas horarias de margen para no descartar observaciones durante las operaciones de entrada y salida del buque. Además, tampoco se tiene información de las zonas de cobertura de la señal wifi, que por otro lado varía con el tiempo. Es por ello, que se han contemplado 2h de margen en la entrada del buque y 1 hora de margen en la salida del puerto respecto al horario de atraque facilitado por la Autoridad Portuaria de les Illes Balears. La siguiente tabla representa estas consideraciones temporales de clasificación de dispositivos.

00:00		5:40		7:40 – 16:09		17:09		23:59
<i>Horas Previas</i>		Entrada	ATRAQUE	Salida	<i>Horas Posteriores</i>			

C. Áreas de localización

Finalmente, se ha incluido un criterio espacial necesario pues, si un determinado dispositivo pertenece a un pasajero del crucero es de esperar que en algún momento del día lo podamos localizar en el puerto. Sobre esta cuestión es necesario apuntar que al no saber en qué momento el dispositivo es detectado por la red, se han contemplado las siguientes posibilidades:

- *Que el dispositivo del pasajero se encienda en el transcurso de la visita al darse cuenta de la presencia de la red.*

- Que el transporte del pasajero suceda en áreas fuera de la zona de cobertura de la red
- Que se trate de pasajeros que embarcan en Palma o desembarquen en Palma el día del estudio.

Siguiendo estas consideraciones se ha decidido dividir el área de cobertura de la red SmartWifi de Palma en tres grandes áreas: "Centre", "Passeig" y "Port" como se muestra en la figura 5.

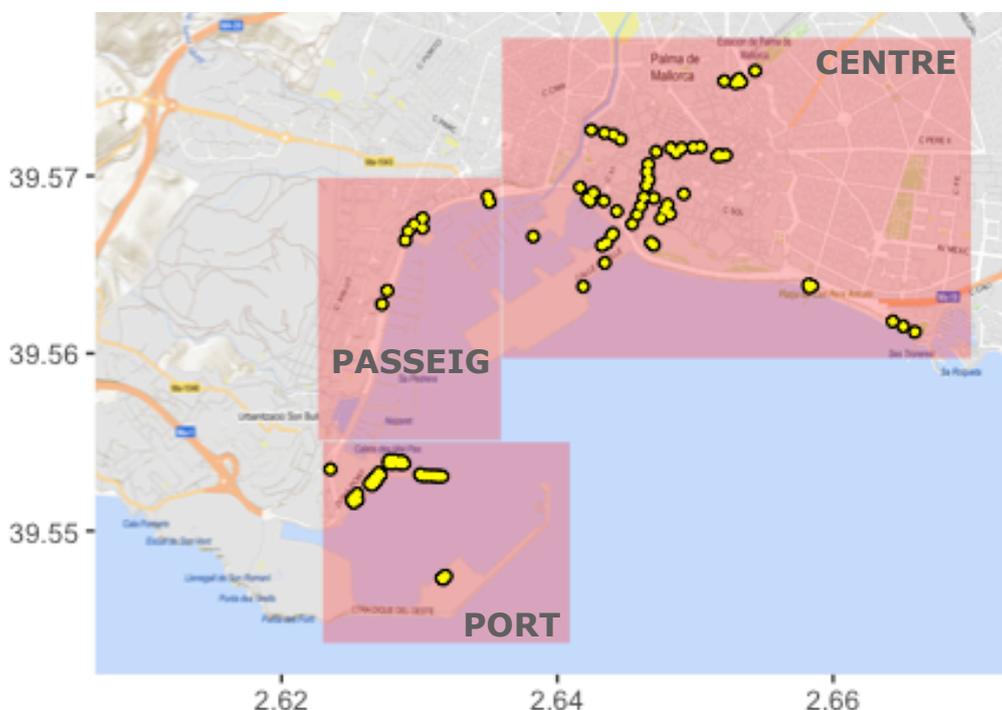


Figura 5. Distribución de las principales áreas analizadas para la identificación de pasajeros de cruceros con dispositivo

Esta separación geográfica permite analizar los dispositivos según las observaciones donde son localizados. Así, la figura 6 muestra la distribución de número de dispositivos únicos identificados en cada una de las zonas aplicando las restricciones temporales indicadas en la regla A y B.

El grupo de dispositivos excluidos se corresponde con los dispositivos que cumplen la regla A, pero no la B.

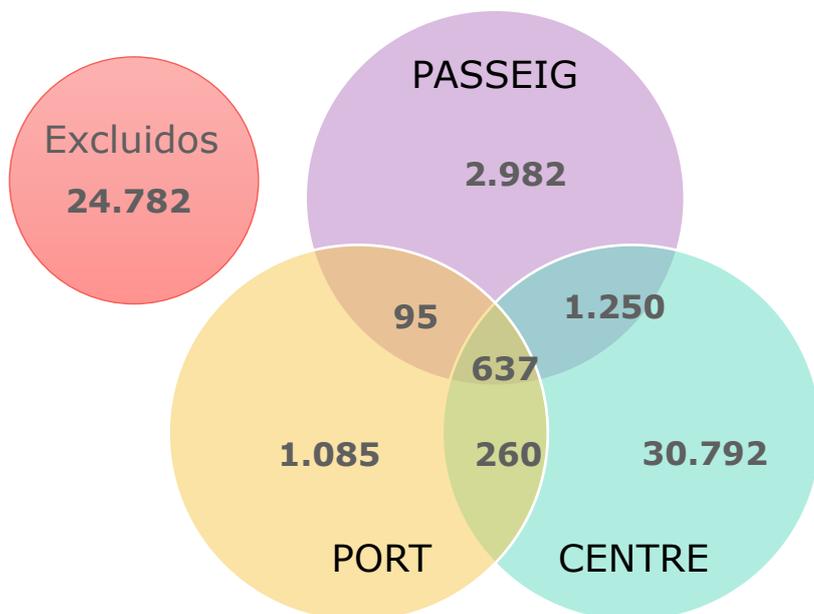


Figura 6. Distribución de dispositivos considerados únicos en las áreas analizadas para la identificación de pasajeros de cruceros con dispositivo

La figura 7 muestra el número de observaciones captadas por la red SmartWifi de Palma de cada uno de los dispositivos considerados en la figura 6 separadas por áreas de observación.

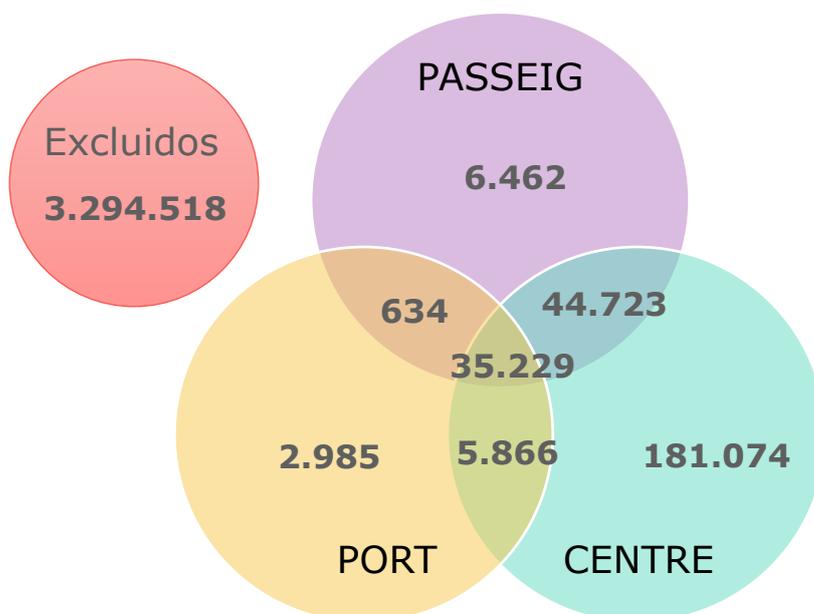
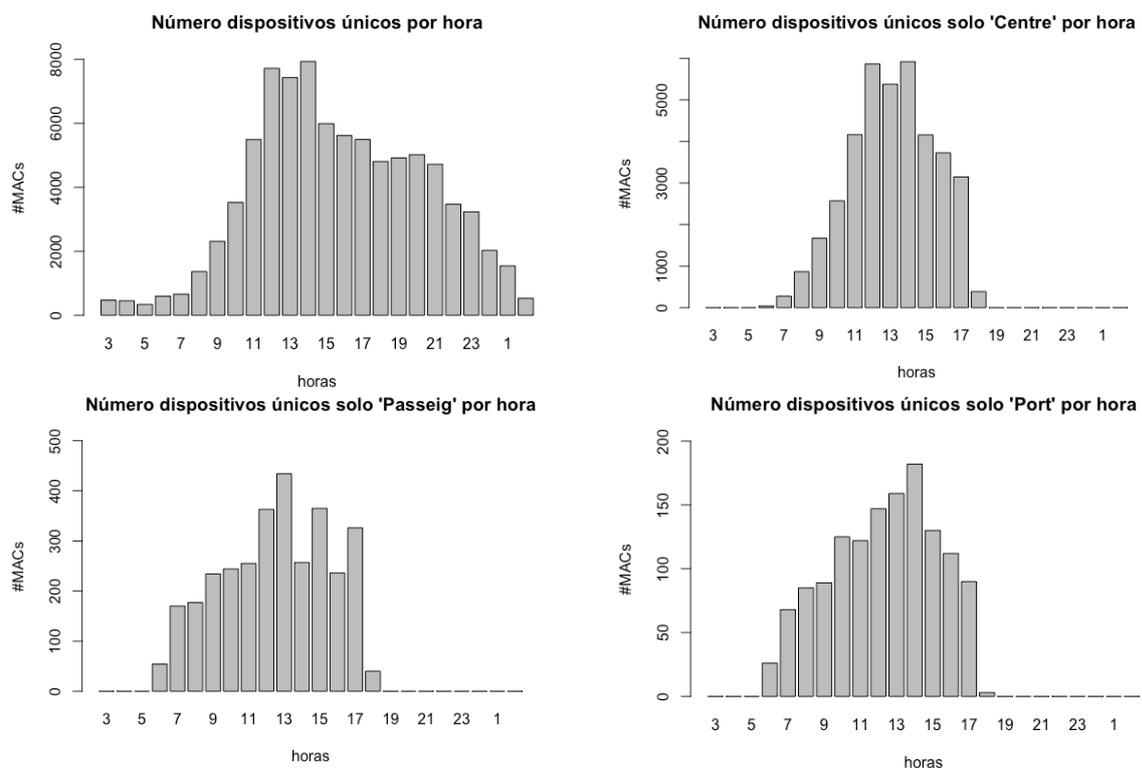


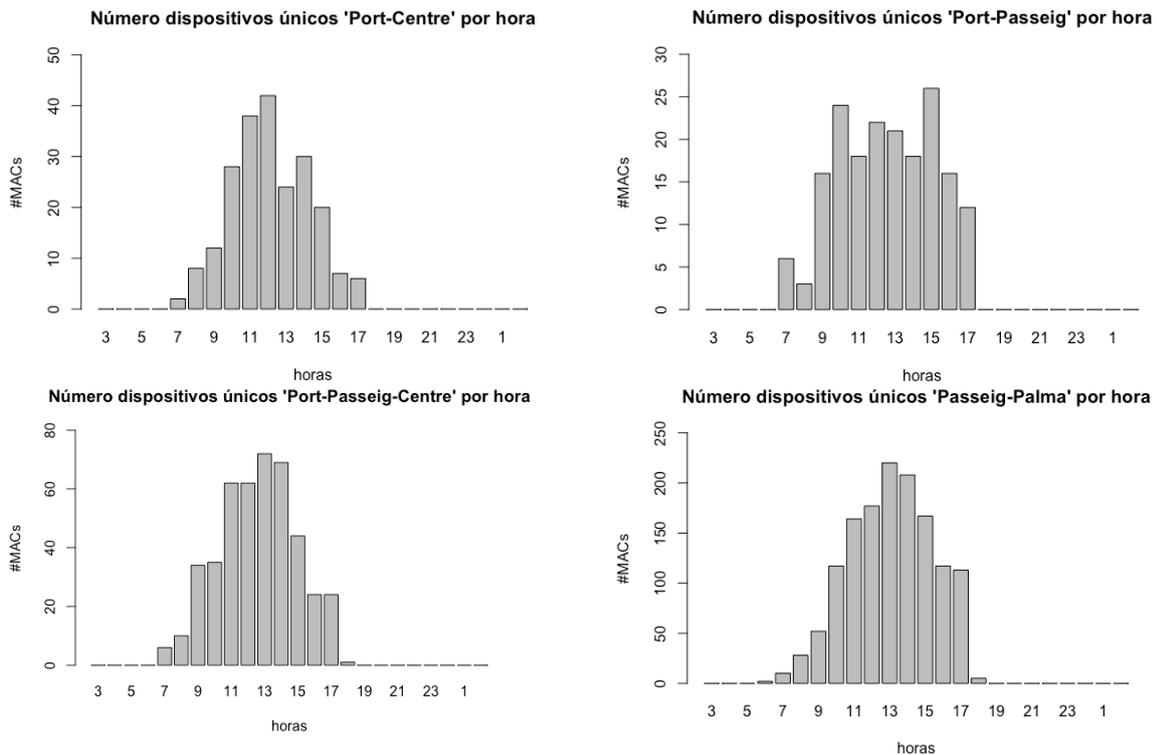
Figura 7. Distribución de número de observaciones consideradas en las áreas analizadas para la identificación de pasajeros de cruceros con dispositivo

A través de la aplicación de las tres reglas de selección descritas se ha decidido que los dispositivos de estudio son aquellos que se encuentran en las intersecciones que tienen relación con el área "Port". Así, se han considerado los 95 dispositivos que se observan entre "Port" y "Passeig", los 260 que se observan entre "Port" y "Palma", y los 637 que se observan entre "Port", "Passeig" y "Palma". Por tanto, se han seleccionado 992 dispositivos como *posibles* pasajeros del crucero a incluir en el estudio.

2.3. DISPOSITIVOS VS TIEMPO Y ZONAS

Analicemos en primer lugar la movilidad teniendo en cuenta las horas del día durante el periodo de atraque del crucero. La siguiente secuencia de gráficas de la Figura 8 se muestra la distribución temporal del número de dispositivos únicos vistos durante el día en las diferentes áreas e intersecciones consideradas. Se aprecia un valor máximo de dispositivos entre las 12:00 y las 14:00 horas.





Figuras 8. Distribución temporal de dispositivos únicos según zona y hora

De la distribución horaria de los dispositivos por áreas se aprecia como entre las 11:00 y las 12:00 encontramos el máximo de dispositivos que se han desplazado al centro posiblemente en transporte público o en bus sin pasar por la zona del "passeig", mientras que entre las 13:00 y las 14:00 se aprecia el máximo de pasajeros que han estado en las tres grandes zonas, posiblemente de regreso al puerto paseando por el "Passeig". De hecho, los máximos en el "Passeig" los encontramos a las 15:00h en proceso de vuelta al puerto por la hora de embarque.

Para entender mejor el grado de movilidad de los dispositivos considerados "pasajeros de cruceros", la figura 9 muestra la dispersión espacial de las observaciones considerando solo los dispositivos escogidos como posibles pasajeros del crucero. Vemos que el número de dispositivos que se muestra presente en las tres grandes zonas cubre geoposiciones en todas las zonas de cobertura de la red, por tanto, no es posible reducir el área de observación. Esta característica es posible que sea fruto de las políticas de dispersión de visitantes que el Ayuntamiento de Palma ha puesto en marcha este verano para aumentar el número de puntos de entrada a la ciudad.

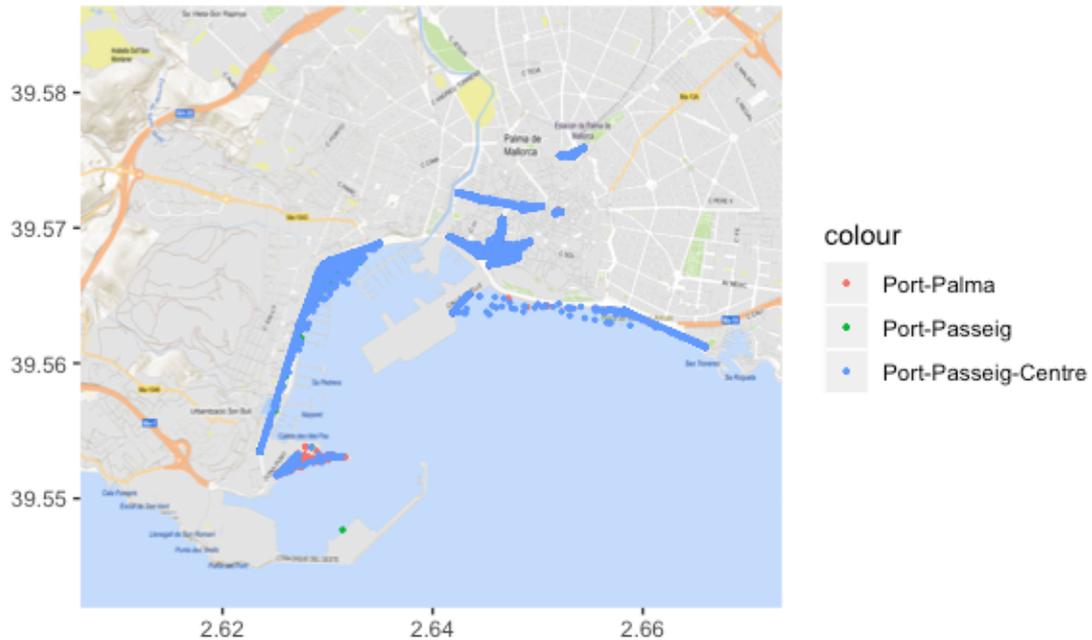


Figura 9. Distribución espacial de observaciones consideradas como pasajeros de cruceros

Si se representan las observaciones de cada una de las zonas consideradas y sus intersecciones queda más claro como la mayoría de las observaciones seleccionadas son aquellas que se desplazan entre las tres zonas el mismo día, por tanto que en la escala, el pasajero tiene tiempo de visitar la ciudad llegando incluso a la Plaça Espanya.



Figura 10. Distribución espacial de observaciones consideradas como pasajeros de cruceros separadas por zonas exploradas

3. MONITORIZACIÓN DE LA MOVILIDAD DEL PASAJERO DE CRUCEROS

Veamos como las capacidades de la movilidad observada por la red SmartWifi de los dispositivos considerados como “pasajeros de cruceros” puede ser usada para conocer un poco mejor este periodo de visita en Palma.

3.1. MOVILIDAD VS TIEMPO

La primera característica de análisis de la movilidad se centra en la representación de las observaciones agrupadas por horas, ver la secuencia de mapas de observaciones de la figura 11. Algunas consideraciones extraídas de este análisis:

- Las observaciones recogidas durante la primera y última hora de la secuencia se podrían considerar como errores en la consideración de dispositivos. De la Figura 11 vemos que el número de observaciones es bajo con respecto al resto de horas. De hecho, de la figura 8 se sabe que se trata de observaciones provenientes de 1 a 5 dispositivos. Por otro lado, se ha decidido no eliminar estas observaciones pues podrían incluir dispositivos conectados durante las tareas de atraque del buque que se han localizado mal por parte de la SmartWifi. Otra consideración sería que fueran de pasajeros o tripulación que embarquen al crucero en el puerto de Palma. En cualquier caso, muestran que el análisis tiene un cierto grado de incertidumbre.
- Las observaciones se dispersan por todas las zonas de cobertura entre las 8:00 am hasta las 4:00 pm, hecho posiblemente relacionado con la política de dispersión puesta en marcha por el Ayuntamiento.
- Aunque la zona de atraque del crucero anunciada se encuentra en el dique del oeste, las observaciones en el puerto se localizan en el muelle de paraires y la 1ª alineación de poniente sur. Este hecho se

relaciona con la distribución de antenas de la SmartWifi y la poca publicidad que se realizaba de la existencia de esta red a la llegada al puerto.

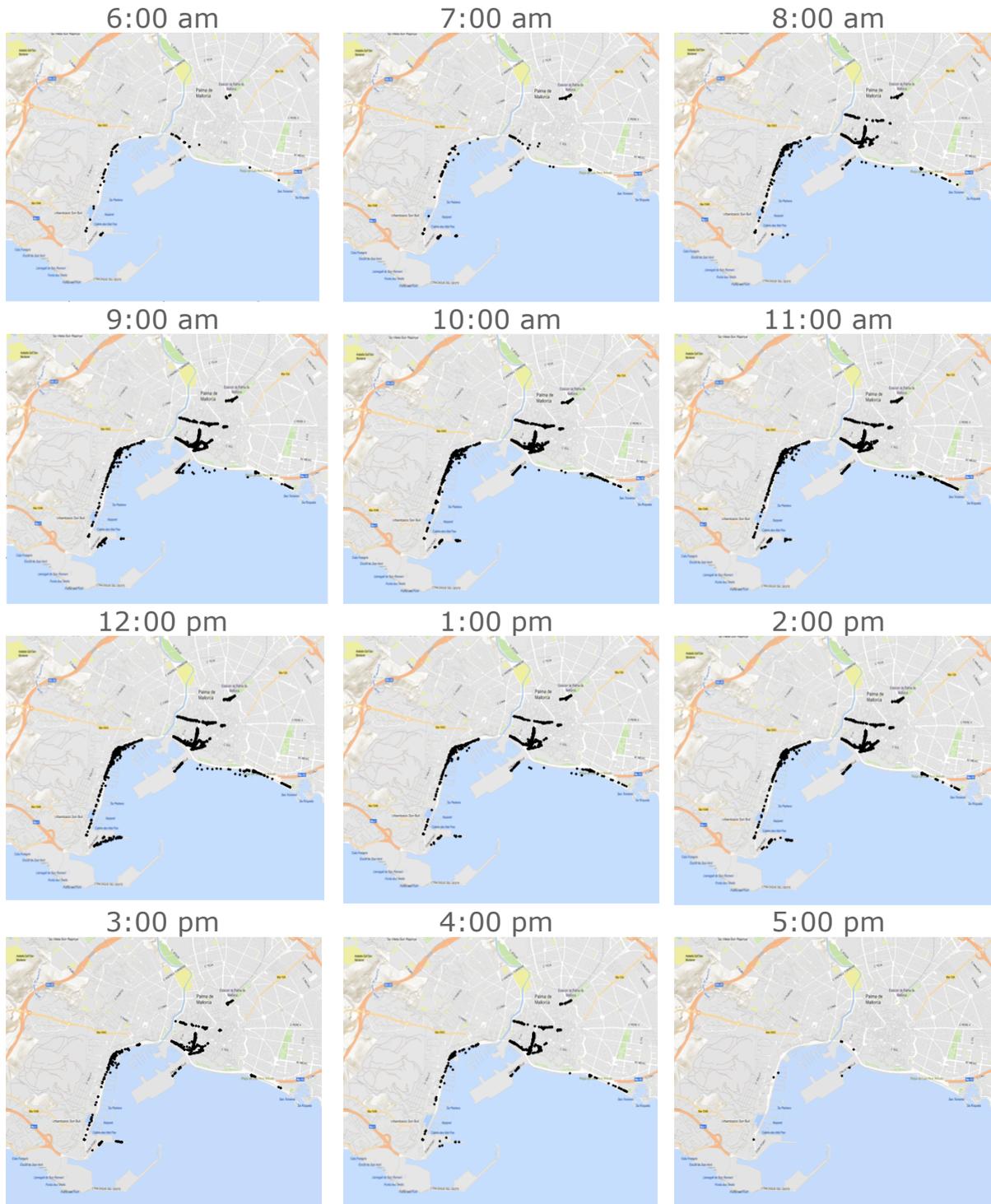


Figura 11. Secuencia temporal de observaciones consideradas como pasajeros de cruceros.

3.2. ANÁLISIS COMPARATIVO

El siguiente análisis se centra en la evaluación de la movilidad observada respecto al volumen total de dispositivos detectados por la red SmartWifi. La figura 12 muestra la evolución por horas del número de dispositivos únicos teniendo en cuenta el número total de dispositivos detectados por la red y los dispositivos considerados como "pasajeros del crucero". Se han considerado la zona del passeig parítm en su totalidad pues entendemos que la mayoría de los dispositivos de pasajeros se observan en esta zona Y tres emplazamientos singulares con especial significancia turística.

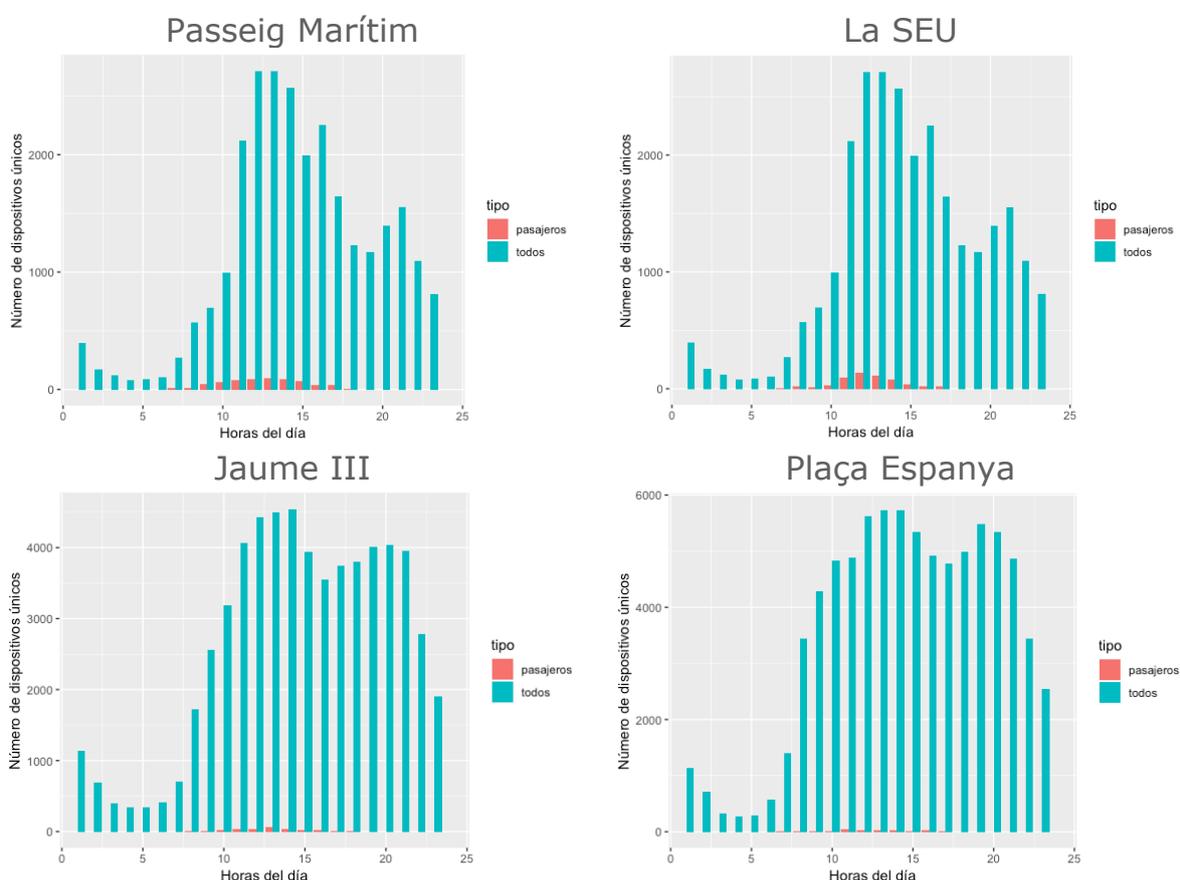


Figura 12. Evolución temporal de número de dispositivos considerados pasajeros de cruceros respecto al volumen total de dispositivos detectados en zonas singulares de Palma

De la comparación se observa:

- La Seu es el principal motivo de visita de los pasajeros.

- El passeig marítim permite tanto la entrada a Palma, como el regreso de los pasajeros al crucero.
- El número de dispositivos considerados de pasajeros es muy inferior (dos órdenes de magnitud inferior) al número de dispositivos vistos por la red. Para ilustrar esta proporción la siguiente tabla muestra los parámetros extraídos:

Emplazamiento	Hora del máximo pasajeros	Media todos/ hora	Media pasajeros / hora
Passeig Marítim	13:00	3.343	26
La Seu	12:00	1.136	23
Jaume III	13:00	2.591	10
Plaça Espanya	11:00	3.438	8

La media de pasajeros por hora observados en La Seu es comparable a la media de pasajeros que circula por el Passeig Marítim aunque las horas de máximo son diferentes. A las 12:00 horas se produce la punta en La SEU mientras que a las 13:00 horas se produce en el Passeig Marítim. Esta diferencia puede ser debida al proceso de retorno que realiza el pasajero para llegar a la hora de embarque. El hecho de que Jaume III también presente una punta a las 13:00 horas nos hace pensar que podría deberse a pasajeros que deciden no volver al crucero a comer al medio día y alargar la visita a la ciudad.

Por el contrario, el máximo de pasajeros en Plaça Espanya es a las 11:00 horas suponemos que debido a la política de dispersión puesta en marcha por el Ayuntamiento. Por tanto, a esa hora se aprecia la entrada más importante de la aplicación de dicha política o bien de los desplazamientos en transporte público desde el puerto a la zona centro de Palma.

4. CONCLUSIONES

En este estudio hemos diseñado y aplicado una metodología de segmentación de dispositivos móviles basada en la información de atraque del crucero "Synphony of the Seas" y de información geográfica de las observaciones de la red SmartWifi. El objetivo principal de dicha segmentación es poder comprender mejor el comportamiento de los pasajeros del crucero "Synphony" y las posibilidades de monitorización de la red SmartWifi.

De los datos analizados y a la vista del número ínfimo de observaciones que deberían ser consideradas como erróneas, se concluye que la metodología aplicada permite segmentar de forma adecuada la población de observaciones considerando información de la actividad del buque.

El flujo de movilidad puede ser observado de forma dinámica a través de los datos de la red y muestra un uso adecuado de las vías de movilidad de dispersión de pasajeros, pues la aglomeración en el Passeig Marítim no es percibida en el desembarco de los pasajeros y sí, en la vuelta para el embarque. Este punto parece coincidir con las conclusiones del "estudio del atraque en Palma del Symphoy of the Seas" realizado por Pablo Sanz Tuñón que indica el shuttle bus y el taxi como las preferencias para la llegada a Palma.

Del análisis de movilidad respecto al tiempo, la metodología usada permite el establecimiento preciso de las horas de mayor afluencia, y la calibración del impacto de dicha movilidad respecto a la movilidad existente en cada zona de cobertura. En este sentido se obtiene que el número de dispositivos considerados de pasajeros observados en los puntos de interés respecto al número total de dispositivos observados en la misma zona nos indica que la proporción de dispositivos es muy baja respecto al número total de dispositivos como se muestra en las gráficas de la Figura 13.

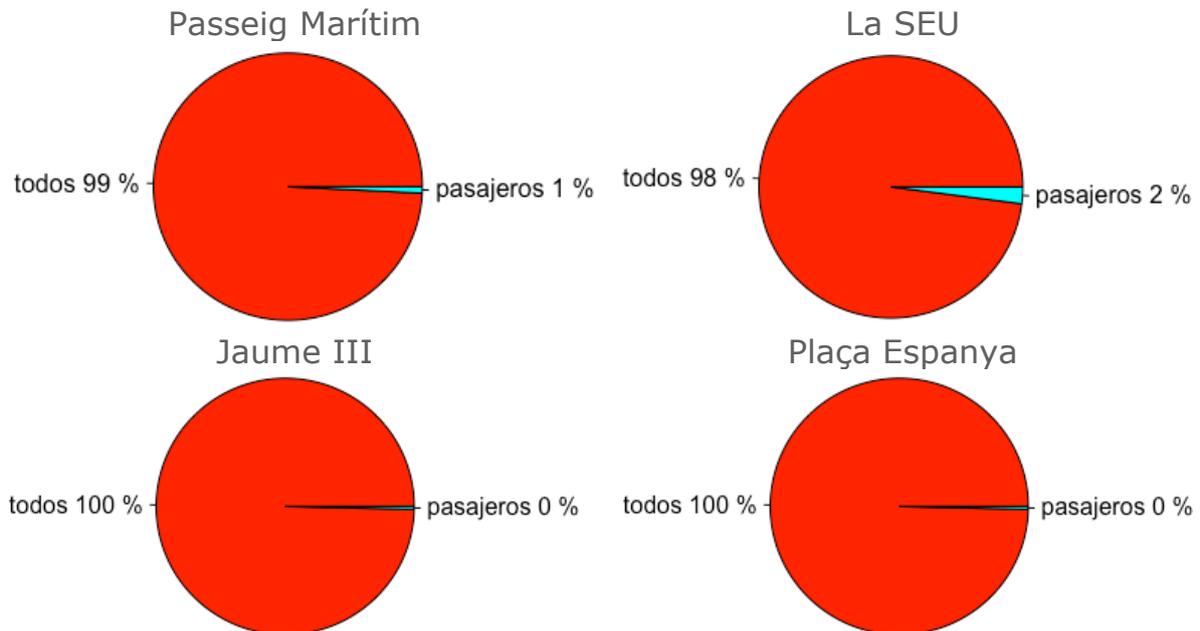


Figura 13. Proporción de dispositivos vistos en las zonas interés consideradas

Por otro lado, podemos extraer que un 90,4% de pasajeros observados por la red SmartWifi visitó el centro de Palma mientras que el 73,8% fue observado en algún momento en el Passeig Marítim.

Este estudio se limita a mostrar una metodología de análisis propuesta y los resultados obtenidos sobre el crucero estudiado y no analiza en profundidad la sensación de congestión que vivió Palma ese mismo día. Siendo una herramienta más para avanzar en la gestión de dicha congestión.